

II Simpósio Internacional de Ambiência na Produção Animal Sustentável – SIAPAS

VI Simpósio Nacional de Construções Rurais e Ambiência – SIMCRA

O Papel da Bioengenharia na Segurança Alimentar Frente às Mudanças Climáticas

Editoras:
Jaqueline de Oliveira Castro
Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

ANAIS II SIAPAS e VI SIMCRA

II Simpósio Internacional de Ambiência na Produção Animal Sustentável – SIAPAS

VI Simpósio Nacional de Construções Rurais e Ambiência – SIMCRA

1ª Edição

Editoras:
Jaqueline de Oliveira Castro
Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz

ISBN: 978-85-66836-24-0

Ficha Catalográfica elaborada pela Coordenadoria de Processos Técnicos da Biblioteca Universitária da UFLA

Simpósio Internacional de Ambiência e Engenharia na Produção Animal Sustentável (2. : 2019 : Lavras, MG)

[Anais do] II SIAPAS - Simpósio Internacional de Ambiência e Engenharia na Produção Animal Sustentável & VI SIMCRA - Simpósio Nacional de Construções Rurais e Ambiência, 05 a 07 de junho de 2019 / coordenação geral Jaqueline de Oliveira Castro ... [et al.]. – Lavras : DEA-UFLA, 2019.

1091 p. : il.

Bibliografias.

1. Instalações agrícolas. 2. Bem-estar animal. 3. Produção animal. I. Castro, Jaqueline de Oliveira. II. Simpósio Nacional de Construções Rurais e Ambiência (6. : 2019 : Lavras, MG). III. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Agrícola. IV. Título.

CDD - 630

Ficha elaborada por Rafael Chaves Alem Martins (CRB 6/3211)

Promoção e Realização:

CONBEAP

AMBI

UFLA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Universidade Federal de Viçosa

AmbiAgro

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

UFCG Universidade Federal de Campina Grande

Apoiadores:

SBZ SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA

HOTEL OURO LAVRAS

EDITORA UFLA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

SABONETERIA Donalu

Amô Ateliê Botânico

ABPA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL

STIHL

Apoio
Agência de Fomento:

CAPES

Agência:

Infobibos
Organização de Eventos Científicos Cursos e Treinamentos

Palavra do Presidente do II Simpósio Internacional de Ambiência e Engenharia na Produção Animal Sustentável – SIAPAS e VI Simpósio Nacional de Construções Rurais e Ambiência – SIMCRA 2019

Prezados Congressistas,

Na cidade de Lavras, em junho de 2019 ocorre o **II Simpósio Internacional de Ambiência e Engenharia na Produção Animal Sustentável – SIAPAS** e **VI Simpósio Nacional de Construções Rurais e Ambiência – SIMCRA**. Situada na região sul de Minas Gerais, é conhecida como "Terra das Escolas e dos Ipês" – Terra das escolas em razão das instituições centenárias aqui sediadas, da multiplicidade em todos os níveis e da excelência do ensino; dos Ipês, pela quantidade e diversidade de árvores dessa espécie que, na primavera, tanto agradam a visão.

É com imenso prazer que a Universidade Federal de Lavras - UFLA sedia o **II SIAPAS** e **VI SIMCRA** 2019. Estes simpósios têm reconhecimento internacional e são os eventos mais importantes na área de Construções Rurais e Ambiência no Brasil. É uma oportunidade ímpar para que os mais diferentes profissionais e estudantes ligados às atividades agropecuárias possam se reunir e discutir os diversos assuntos inerentes à área, permitindo a identificação de avanços tecnológicos e delineando metas para ações futuras em resposta às demandas nacionais e internacionais.

Além de palestrantes renomados de diversas instituições do País, este evento terá uma expressiva participação de palestrantes internacionais vindos da América Latina, América do Norte e Europa.

Com o tema:

"O Papel da Bioengenharia na Segurança Alimentar Frente às Mudanças Climáticas"

Com a finalidade de identificar os principais gargalos para o gerenciamento do risco climático, as lacunas de informação e conhecimento sobre a exposição e a sensibilidade dos sistemas produtivos e de infraestrutura à mudança do clima. Além disso, o evento visa principalmente, a identificação da atuação da bioengenharia neste cenário como engrenagem para a minimização dos potenciais impactos da mudança do clima na segurança alimentar.

Neste momento, finaliza-se um trabalho iniciado em 2016, do qual surgiu a idealização por parte do Núcleo Didático-Científico de Construções e Ambiência da UFLA em sediar o **SIAPAS** e **SIMCRA** 2019, que na primeira edição do **SIAPAS** e quinta do **SIMCRA**, concretizou a UFLA como anfitriã da atual edição deste evento, em parceria com a UFV, UEVORA – Portugal, UFCG e EMRAPA – Aves e Suínos.

A comissão organizadora agradece a todos os congressistas que nos prestigiam com sua presença e que submeteram seus trabalhos para apresentação e publicação, a todos os palestrantes e autoridades presentes e também aos expositores, patrocinadores e apoiadores, pois vocês são a razão do sucesso desta realização.

O êxito deste evento é também fruto do apoio e da compreensão de todos e da dedicação de muitos que, como a comissão organizadora, realizaram um trabalho intenso, mas de forma voluntária.

Sejam todos bem-vindos à cidade de Lavras, Universidade Federal de Lavras e ao **II Simpósio Internacional de Ambiência e Engenharia na Produção Animal Sustentável – SIAPAS** e **VI Simpósio Nacional de Construções Rurais e Ambiência – SIMCRA** 2019.

Profa. Dra. Jaqueline de Oliveira Castro
DEG/UFLA
Presidente do **SIAPAS** e **SIMCRA** 2019

Coordenação Geral

Profa. Dra. Jaqueline de Oliveira Castro - DEG/UFLA - Presidente
Profa. Dra. Giselle Borges de Moura - DEA/UFLA - Vice-Presidente
Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade - DEA/UFLA
Me. Josiane Auxiliadora Lacerda - DEA/UFLA
Profa. Dra. Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz - DEA/UFLA
Prof. Dr. Tadayuki Yanagi Junior - DEA/UFLA

Comissão Coordenadora

Equipe AMBIAGRO - DEA/UFV
Equipe COAMBI - DEA/UFLA
Equipe CONBEAP - DEA/UFLA
Núcleo de Construções e Ambiência - DEA/UFLA
Profa. Dra. Cecília de Fátima Souza - DEA/UFV
Profa. Dra. Fátima de Jesus Folgôa Baptista - UEVORA / ICAAM - CIGR - Portugal
Profa. Dra. Fernanda Campos de Sousa - DEA/UFV
Profa. Dra. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco - DEA/UFV
Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento - UAEA/UFCG
Prof. Dr. Marcos Oliveira de Paula - DEF/UFV
Prof. Dr. Vasco Manuel Fitas da Cruz - UEVORA / ICAAM - Portugal
Dr. Paulo Armando Victoria de Oliveira - EMBRAPA - Aves e Suínos
Prof. Dr. Alessandro Torres Campos - DEA/UFLA

Avaliação de Painéis/Resumos

Profa. Dra. Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz - Presidente da Comissão Científica - UFLA
Prof. Dr. Afonso Rangel Garcez de Azevedo - UFF
Doutorando Carlos Gutemberg de Souza Teles Junior - UFV
Profa. Dra. Cinara Siqueira Carvalho - UNIMONTES
Profa. Dra Cristina Moll Hüther - UFF
Profa. Dra. Daiane Cecchin - UFF
Prof. Dr. Dian Lourençoni - UNIVASF
Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade - UFLA
Profa. Dra. Fátima de Jesus Folgôa Baptista - UE - Portugal
Profa. Dra. Fernanda Campos de Sousa - UFV
Prof. Dr. Flávio Alves Damasceno - UFLA
Dra. Francine Aparecida de Sousa - ARACRUZ - ES
Prof. Dr. Gabriel Araújo e Silva Ferraz - UFLA
Profa. Dra. Giselle Borges de Moura - UFLA
Profa. Dra. Graciene Conceição dos Santos - UFOPA
Profa. Dra. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco - UFV
Prof. Dr. Jairo Alexander Osório Saraz - UNAL - Colombia
Profa. Dra. Jaqueline de Oliveira Castro - UFLA
Doutoranda Jacqueline Cardoso Ferreira - UFLA
Prof. Juan Carlos Pareja Arcila - Universidad CES - Colômbia
Profa. Dra. Késia Oliveira da Silva Miranda - ESALQ - USP
Doutoranda Letícia Cibele da Silva Ramos Freitas - UFV
Dra. Maraisa Helena Tadeu - UFLA
Prof. Dr. Marcelo Bastos Cordeiro - UFVJM
Dr. Marcelo Espósito - UFLA
Doutoranda Márcia Gabrielle Lima Cândido - UFV
Prof. Dr. Marcos Aurélio Lopes - UFLA
Profa. Dra. Maria de Fátima Araújo Vieira - UFV
Doutoranda Monique de Oliveira Vilela - UFV
Prof. Dr. Rafael Costa Silva - UFCG
Doutoranda Rafaella Resende Andrade - UFV
Prof. Dr. Tadayuki Yanagi Junior - UFLA
Prof. Dr. Vasco Manoel Fitas da Cruz - UE - Portugal
Profa. Dra. Veronica Gonzalez Cadavid - UNAL - Colômbia

Instituições Parceiras

Embrapa Gado de Corte
Embrapa Gado de Leite
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP
Universidad CES - Colômbia
Universidad Nacional de Colombia - UNAL/Colômbia
Universidade de Brasília - UNB
Universidade de Évora - UE/ICAAM/Portugal
University of Illinois - UI/ USA
Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES
Universidade Federal de Lavras - UFLA
Universidade Federal de Viçosa - UFV
Universidade Federal do Oeste do Para - UFOPA
Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM
Universidade Federal Fluminense - UFF
Università degli Studi di Firenze UniFI
University of Kentucky - UK/USA
University of Leuven - KU Leuven/Bélgica

Comissão de Trabalho Executiva

Elaine S. Abramides
Pedro Luis Guardia Abramides
Darula Ribeiro Prado
Lucas Ernandes

Os autores dos trabalhos se responsabilizam pela autenticidade, aspectos técnicos, forma de escrita e direitos autorais dos artigos apresentados e constantes desse livro, isentando os membros responsáveis pela organização do evento "II SIAPAS - Simpósio Internacional de Ambiência e Engenharia na Produção Animal Sustentável e VI SIMCRA - Simpósio Nacional de Construções Rurais e Ambiência" e os responsáveis pela editoração do livro "Anais do II SIAPAS - Simpósio Internacional de Ambiência e Engenharia na Produção Animal Sustentável e VI SIMCRA - Simpósio Nacional de Construções Rurais e Ambiência" de qualquer responsabilidade de tal natureza.

Protocolo	Título
	Ambiência em Instalações Agrícolas
0009	Mean surface temperature of Japanese quail exposed to different levels of air velocity and temperature at start of lay
0010	Utilização do algoritmo de agrupamento fuzzy para o reconhecimento de padrões em dados de consumo de ração de coelhos puros da raça Nova Zelândia Branco (NZB) submetidos a diversos desafios térmicos
0011	Influence of heat stress on meat quality: A Literature Review
0012	Uso do sistema fuzzy Takagi-Sugeno para a predição do consumo de ração de coelhos da raça Nova Zelândia Branco (NZB) submetidos a diferentes condições térmicas
0015	Variabilidade espacial de variáveis microclimáticas em galpões freestall de laterais abertas e fechadas
0022	Análise computacional da condutividade térmica do ar em um protótipo de aviário em escala reduzida
0025	Respostas produtivas de frangos de corte de a 2 dias de idade submetidos a condições frias, termoneutra e quente durante a segunda semana de vida
0027	Comportamento da temperatura cloacal de galinhas poedeiras em diferentes desafios térmicos
0028	Frequência respiratória em galinhas poedeiras em ambiente de estresse térmico
0029	Comportamento fisiológico da temperatura superficial de galinhas poedeiras sujeitas a estresse térmico
0033	Redes neurais artificiais para estimativa da carga térmica radiante no interior de galpões
0039	Mudanças climáticas e bem-estar de trabalhadores rurais do Estado de Minas Gerais
0040	Predição de temperaturas superficiais de galinhas poedeiras submetidas a estresse térmico
0044	Análise comparativa da capacidade térmica de compósitos cimentícios com reforço de fibra de coco e partículas de pseudocaule de bananeira

0047 Respostas termorregulatórias em bufalinhos durante o outono

0048 Utilização de Fluidodinâmica Computacional (CFD) na Ambiência de Instalações Avícolas

0049 Controlador Smart aplicado ao aquecimento de aviários para criação de frangos de corte

0050 Avaliação das excretas galinhas poedeiras, durante a fase de recria, submetidas a diferentes ambientes térmicos

0052 Avaliação do desempenho térmico de abrigos individuais para bezerros de diferentes tipologias utilizando controlador baseado em lógica fuzzy

0053 Diferentes configurações fuzzy aplicadas a predição da eficiência produtiva de frangos de corte

0054 Modelagem fuzzy aplicada na avaliação do desempenho de galinhas poedeiras nas primeiras semanas de vida

0056 Análise da temperatura interna do ar em caixas de abelhas utilizando o método de elementos finitos

0060 Avaliação do Comportamento Acústico e Mecânico de Painéis Cimento-Madeira Desenvolvidos com Eucalyptus Grandis

0061 Comportamento Mecânico de Compósitos Cimentícios Reforçados com Partículas de Bagaço de Cana-De-Açucar Com e Sem Envelhecimento Acelerado

0063 Predição fuzzy do comportamento de agrupamento de pintinhos submetidos a diferentes intensidades e durações de exposição térmica

0064 Uso de transdutores em dispositivo para monitoramento e controle ambiental

0069 Ambiente térmico na sexta semana de produção de frangos de corte em aviários dark house

0070 Caracterização do ambiente térmico em um sistema dark house durante um ciclo de produção

0072 Uso da Lógica fuzzy como predição do desempenho produtivo de frangos de corte em diferentes sistemas de produção

0073 Desempenho produtivo de frangos de corte criados em diferentes sistemas comerciais de produção

0078 Avaliação da mortalidade de frangos de corte criados em galpões avícolas climatizados utilizando modelos de regressão linear

0083 Ambiência na bovinocultura

0084 Diagnóstico do ambiente térmico do interior e exterior de protótipos de galpões avícolas com ventilação natural localizados em regiões de clima quente

0085 Zoneamento espacial da produção de frangos de corte no Brasil e estimativa das emissões de amônia

0088 Avaliação do desempenho de Frangos Caipiras criados em aviários móveis com diferentes tipos de cobertura

0090 Análise espacial da variável temperatura superficial de diferentes tipos de cama em instalação Compost Barn

0091 Avaliação do conforto térmico ambiente em uma maternidade suinícola na região de Santarém-Pará

0098 Diagnóstico de requisitos do conforto térmico em queijarias artesanais da microrregião do Serro – MG

0099 Análise de índices térmicos de protótipos de aviários com forro de fibra mineral

0101 Predição da temperatura superficial média corporal de codornas japonesas em função da temperatura e umidade relativa do ar

0102 Conforto térmico de bovinos da raça Nelore em exposição na feira agropecuária na cidade de Santarém – PA

0105 Avaliação da ambiência de uma instalação Compost barn utilizando bagana de carnaúba como material de cama em condições de clima semiárido

0106 Análise da distribuição espacial da temperatura da cama de bagana de carnaúba em instalação Compost Barn utilizando a geoestatística

0107 Mudanças climáticas e sua influência sobre aviários climatizados de frangos de corte

0108 Modificação ambiental em instalações rurais com o uso de painéis aglomerados de partículas

0111 Capacidade termorregulatória de búfalas leiteiras em dois ambientes

0116 Balanço da transferência de calor e massa através da placa de resfriamento evaporativo por meio do princípio de extensão de Zadeh

0118 Análise da emissão de calor entre as lâmpadas incandescente e halógena

0119 Influência da variação de temperatura da água de aspersão em placas evaporativas em um protótipo de aviário

0120 Validação de um sistema de refrigeração da água reutilizada na climatização de instalações Dark House

0123 Measurements relationship among compost bedded pack barn farms in six European countries during the winter and spring season

0124 LoRa tecnologia aplicado em dispositivo IoT para aquisição de dados de rastreamento de animais

0138 LoRa tecnologia aplicado em dispositivo IoT para aquisição de dados de rastreamento de animais

Bem-Estar Animal

0006 Comportamento de coelhos e entalpia em um galpão cunicula em diferentes horários

0007 Avaliação das variáveis ambientais e fisiológicas de poedeiras hy-line brown com e sem enriquecimento ambiental

0013 Comportamento de matrizes suínas alojadas em baias coletivas durante a gestação

0021 Acondicionamento térmico para suínos na fase de crescimento no semiárido pernambucano

0023 Comportamento de suínos na fase de crescimento submetidos a climatização no semiárido pernambucano

0030 Influência da utilização de enriquecimento ambiental na fase de crescimento no treinamento para coleta de sêmen

0036 Perfil leucocitário de diferentes genótipos ovinos no semiárido brasileiro

0043 Caracterização do ambiente térmico e projeções futuras para produção de frango de corte em Minas Gerais

0057 Efeito do ambiente enriquecido no comportamento de machos reprodutores na fase de crescimento

0059 Projeto AWARTECH - Ajustamento em tempo real das condições ambientais de alojamento tendo em conta o bem-estar animal – Resultados preliminares

0066 Efeito do ambiente e da dieta sobre a tolerância ao calor de ovinos Soinga e Santa Inês na época quente

0071 Estresse na produção animal: revisão de literatura

0075 Avaliação do conforto térmico de ovinos Soinga e Santa Inês em confinamento no Semiárido brasileiro

0096 Parâmetros comportamentais para apontar o conforto térmico em frangos de corte

0097 O Estado emocional de bezerros pode ser exteriorizado por meio da expressão facial?

0113 Enriquecimento ambiental influencia no desempenho zootécnico dos frangos de corte?

0114 Uso do enriquecimento ambiental melhora a morfometria das patas dos frangos de corte?

Energização Rural

0014 Proposta de um software para a estimativa do potencial de geração de energia a partir da cama de frango

0024 Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes energéticas convencionais por biogás na bovinocultura

0045 Viabilidade do suprimento de eletricidade com biogás originado pela codigestão entre lodo de esgoto, dejeto bovino e água

0051 Geração de energia térmica a partir do biogás proveniente do dejeto bovino e lodo de esgoto

0065 Dimensionamento de biodigestor para setor de bovinocultura de leite

0074 Biogás e água residuária de suinocultura: Potencial de produção na região Norte do Brasil

0093 Potencial de produção do biogás decorrente da suinocultura brasileira

Instalações Rurais

0008 Caracterização estrutural do setor de gestação suinícola da fazenda experimental visando melhorias nos índices de conforto

0032 Instalaciones para confinamiento de vacas lecheras del tipo compost barn en la Argentina y Brasil: Revisión

0038 Diferentes espaçamentos de baia em sistema de produção intensivo de ovinos

0042 Desenvolvimento de software para determinar pressões em silos multicelulares prismáticos com descarga concêntrica e excêntrica

0058 Sistema Compost Barn para vacas leiteiras: limitações e desafios

0067 Review: European compost bedded-pack barns for dairy cows

0079 Desenvolvimento de um software para a predição das pressões na estrutura de silos

0081 Custo energético de construção de galpão tipologia Darkhouse

0082 Balanço energético de sistema de produção de frangos em galpões tipo Darkhouse

0089 Mapeamento térmico de aviários fechados com alvenaria para frangos de corte

0100 Fechamento lateral para curral de manejo de ovinos de painel modular de chapa de partícula de bagaço de cana-de-açúcar

0109 Cisternas rurais para regularização de períodos de seca no estado de Rio Grande do Sul

0110 Comparação do ambiente térmico de protótipos de aviários do tipo dark house e convencional

0117 Determinação do volume de resíduos da construção civil no município de Passos-MG

0121 Avaliação do comportamento térmico de pavilhões de produção de frangos em Moçambique

Produção Animal

0016 Diagnóstico preditivo em tempo real do conforto térmico de animais de produção em sistema operacional Android

0037 Características de desempenho de diferentes genótipos ovinos no semiárido brasileiro

0046 Análise de produção de bovino de raça Balinesa em três distritos de Timor Leste

0062 Lógica fuzzy como ferramenta de simulação de estro para gado leiteiro

0068 Respostas fisiológicas de ovinos Soinga e Santa Inês em função do ambiente e da dieta

 ISBN: 978-85-66836-24-0

0076 Resistência do grupo genético de ovinos Soinga em comparação a raça Santa Inês na região semiárida

0086 Diagnóstico bioclimático para criação de suínos no município de Patos – PB

0087 Variáveis fisiológicas de ovinos submetidos a condições distintas de estresse térmico no semiárido

0092 Densidade de alojamento de codornas japonesas na fase de postura em Santarém-PA

0094 Respostas fisiológicas de caprinos em diferentes épocas do ano

0095 Variáveis fisiológicas de ovinos nos períodos seco e chuvoso no semiárido

0104 Taxa de prenhez em vacas búfalas submetidas à IATF, utilizando protocolos ovsynch plus ou progesterona

Produção Vegetal

0112 Determinação do tempo térmico para alface americana (lactuca sativa l.), cultivada em três ambientes em condição de verão

0115 Influência dos ambientes na taxa de crescimento relativo e razão de área foliar em alface americana (Lactuca sativa L.) na condição de verão

Robótica, Mecatrônica e Automação

0003 Sistemas de automação na bovinocultura leiteira

0019 Sistema automatizado de controle e monitoramento da temperatura, umidade relativa do ar e nível de grãos em silos

0020 Sistema de termometria para silos utilizando o Arduino

0034 Automação de baixo custo no controle e monitoramento da iluminação para aves de corte

0080 Instrumentação para avaliação da distribuição espacial de temperatura e umidade relativa do ar no interior de instalações avícolas

Outras

0001 Efeitos das mudanças climáticas sobre o conforto humano em municípios da mesorregião Sul/Sudoeste do Estado de Minas Gerais, Brasil

0002 Efeitos das condições climáticas durante as estações de verão e inverno sobre a população do estado de Minas Gerais, Brasil

0004 Levantamento bibliográfico das propriedades mecânicas da madeira de Eucalyptus spp. para fins aplicados em construções rurais

0005 Caracterização de blocos cerâmicos refratários para fornos de carvão vegetal

0026 Efeitos da intensidade de ruídos em vias de tráfego de veículos no campus da UFLA

0035 Proposta inicial de um modelo para análise de sustentabilidade da produção animal por meio da Thermodynamic Input-Output Analysis (TIOA) aplicada ao meio físico

0041 Efeito da adição de "baba de cupim sintética" em adobe quanto a resistência à compressão

0077 Efeito da temperatura de queima e adição de resíduos em materiais cerâmicos quanto às propriedades física e mecânica

0103 Influência da inserção de dióxido de titânio nas propriedades físicas de fibrocimentos com celulose branqueada

0122 Influência da inserção de dióxido de titânio nas propriedades mecânicas de fibrocimentos com celulose branqueada

0125 Rota do couro em Cabaceiras: do curtume a festa do bode rei

0126 Propriedades de fluxo do malte pilsen para projeto de silo vertical

0127 Variáveis fisiológicas de caprinos nativos consumindo água com diferentes níveis de salinidade mantidos em ambiente controlado

0128 Influência dos Níveis de Magnésio na Água de Codornas Japonesas sobre o Peso dos Órgãos em Temperaturas Termoneutra e sob Estresse Térmico

0130 Análise do comportamento térmico de um banco de Taipa de Pilão

0131 Conforto térmico e desempenho de leitões criados em gaiolas enriquecidas com piso de resíduo de EVA

0132 Conforto térmico e desempenho de poedeiras na fase inicial (cria)

0135 Comedouro automatizado para caprinocultura leiteira

 ISBN: 978-85-66836-24-0

0136 Alterações fisiológicas de matrizes suínas criadas nas condições climáticas no cariri cearense

0137 Temperatura superficial corpórea de matrizes suínas gestantes como indicador de estresse térmico

II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E ENGENHARIA NA PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL
e
VI SIMPÓSIO NACIONAL DE CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA ISBN: 978-85-66836-24-0
Lavras-MG 5 a 7 de junho de 2019

EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE O CONFORTO HUMANO EM MUNICÍPIOS DA MESORREGIÃO SUL/SUDOESTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL

Lucas Rodrigues Oliveira[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Sílvia de Nazaré Monteiro Yanagi[3], Gabriel Araújo e Silva Ferraz[4], Bruna Pontara Vilas Boas Ribeiro[5]

[1]Pós-graduado em Eng. de Sistemas e Automação, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, lucasrodriguesoliveira@hotmail.com
[2]Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, yanagi@deg.ufla.br
[3]Eng. Agrícola, Profa. Dra., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, silvia.yanagi@deg.ufla.br
[4]Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, gabriel.ferraz@deg.ufla.br
[5]Pós-graduanda em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, brunapontara07@gmail.com

RESUMO - O objetivo do presente estudo foi classificar a variação das sensações térmicas pressentidas por humanos de acordo com valores médios do índice de temperatura efetiva em função do vento ($TEv_{méd}$, ^{o}C) para as estações do ano (verão, outono, inverno e primavera) na mesorregião Sul/Sudoeste do estado de Minas Gerais. Todos os parâmetros avaliados estão de acordo com o laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER) do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP). Os valores do índice $TEv_{méd}$, obtidos a partir de dados médios mensais da temperatura de bulbo seco do ar compensada ($t_{bs\ comp}$, ^{o}C), umidade relativa do ar média (UR, %) e velocidade do vento média (V, m s^{-1}) permitiram a elaboração de gráficos que ilustram a sensação térmica humana especificamente para os municípios de Caldas, Lavras, Machado e São Lourenço. Foram avaliados três cenários distintos: série histórica (1961-2017), ano de 2028 e ano de 2038. Os valores do índice $TEv_{méd}$ avaliados nos diferentes cenários e para cada estação, indicaram que o clima sofreu e sofrerá alterações com base na série histórica e predições paras as duas próximas décadas, sendo que a ausência de ações para mitigar as mudanças térmicas pode causar a redução de desempenho durante exercícios físicos e o aumento de doenças cardiovasculares, situações que podem ser agravadas em cenários futuros.
Palavras-chave: ambiente térmico, mudanças climáticas, índice de temperatura efetiva em função do vento, sociedades urbanizadas.

INTRODUÇÃO

As sociedades urbanas contemporâneas vêm crescendo em cidades cujas dimensões nunca haviam sido alcançadas. A maior parte da população vive em cidades, de países em

desenvolvimento, onde os danos causados nos ambientes naturais ainda são praticados, assistidos de forma mais grave pelo uso especulativo dos espaços urbanos.

Estudos matemáticos baseados em dados registrados dos oceanos, biosfera e atmosfera, preveem aumento entre 1,4ºC e 5,8ºC na temperatura média global até o final do século XXI (IPCC, 2001). Segundo o IPCC (2007), é prevista maior frequência de ondas de calor em áreas urbanas, com maior intensidade e duração. Além disso, pode-se prever a deterioração da qualidade do ar e o aumento de áreas de risco, em especial nas cidades tropicais, cada vez mais sujeitas às chuvas intensas.

Dentre os indicadores de mudança do clima local causada pelas estruturas urbanas, o que possui mais destaque é o aumento da temperatura do ar nas áreas mais densas, fenômeno observado principalmente durante o período noturno e que se convencionou chamar de ilha de calor urbana (Oke, 1982). O clima urbano é modificado pela alteração dos ventos locais, turbulência e pelo aumento da temperatura (Alves, 2017).

Em Estados como Minas Gerais, onde o clima é predominantemente tropical, a mudança climática local pode levar a condição de estresse bioclimático, afetando a saúde humana, danificando os edifícios e aumentando o consumo de energia para a climatização artificial. Entretanto, para solucionar o problema do conforto ambiental como todo, torna-se imprescindível o entendimento da relação do conforto térmico humano com as mudanças climáticas, pois, a variabilidade térmica dentro dos microclimas urbanos impacta de forma significativa na saúde humana.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi demonstrar o comportamento das sensações térmicas pressentidas por humanos de acordo com valores médios do índice de temperatura efetiva em função do vento ($TEv_{méd}$, ºC) de acordo com as estações (verão, outono, inverno e primavera) do ano para a mesorregião Sul/Sudoeste do Estado de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O banco de dados foi estruturado a partir de valores do índice $TEv_{méd}$, calculados a partir de dados médios mensais da temperatura de bulbo seco do ar compensada ($t_{bs\ comp}$,

ºC), umidade relativa do ar média (UR, %) e velocidade do vento média a 1,2 m de altura em relação ao solo ($V_{1,2}$, m s^{-1}), a partir de séries históricas de dados que compreendem os anos de 1961 a 2017, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

No presente estudo, os valores do índice $TEv_{méd}$ para cada estação do ano foram usadas para caracterização do microclima dos municípios de Caldas, Lavras, Machado e São Lourenço (Tabela 01).

Tabela 1. Estações meteorológicas utilizadas e suas respectivas altitudes.

Estação	Altitude (m)	Localização geográfica		Classificação do clima
		Latitude (graus)	Longitude (graus)	
Caldas	1150	-21.91	-46.38	Cwb
Lavras	918.84	-21.75	-45	Cwa
Machado	873.35	-21.68	-45.94	Cwa
São Lourenço	953.2	-22.1	-45.01	Cwa

Fonte: INMET (2018).
Cwa: clima temperado úmido com inverno seco e verão quente; Cwb: clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado.

Para integrar o banco de dados foram considerados municípios cuja as estações meteorológicas apresentaram registros de séries históricas de dados iguais ou superiores a 29 anos. Foram avaliados três cenários distintos: a série histórica, o ano 2028 e o ano 2038. Ajustes de equações de regressão foram aplicados na recuperação de dados mensais perdidos.

O índice $TEv_{méd}$, originalmente denominado *effective temperature as a function of wind index* (ETW), considera as variáveis temperatura de bulbo seco do ar (t_{bs}, ºC), UR e $V_{1,2}$ para obtenção de seus valores (Houghton e Yaglou, 1923). A equação (1) descrita abaixo permite o cálculo do índice $TEv_{méd}$ (Missenard, 1937).

$$TEv = 37 - (37 - t_{bs})/\left(0{,}68 - 0{,}0014 \cdot UR + 1/\left(1{,}76 + 1{,}4.V_{1,2}^{0.75}\right)\right) - 0{,}29 \cdot t_{bs} \cdot (1 - 0{,}01 \cdot UR) \quad (1)$$

em que:

TEv: temperatura efetiva em função do vento (ºC);

t_{bs}: temperatura de bulbo seco do ar (ºC);

UR: umidade relativa do ar (%);

$V_{1,2}$: velocidade do vento a uma altura em relação ao solo de 1,2 m (m s^{-1}).

A equação (2) formulada por Pasquill (1949) foi aplicada na conversão dos valores médios mensais da velocidade do vento disponíveis nas bases de dados do INMET, os quais se encontram originalmente mensurados à 10 m de altura em relação ao solo e foram convertidos a valores referentes à altura de 1,2 m.

$$\left(\frac{U_2}{U_1}\right) = \left(\frac{z_2}{z_1}\right)^{0.143} \quad (2)$$

em que,

$U_2 e U_1$: U_2 é a velocidade (m s^{-1}) mensurada a altura de 10 m (z_2) disponível nas bases de dados do INMET e U_1 o valor da velocidade (m s^{-1}) convertida para a altura de 1,2 m (z_1.

A predição dos valores do índice $TEv_{méd}$ para os anos 2028 e 2038 foi possível por meio de análises de tendências por meio da aplicação do teste de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975), que é um método considerado como sequencial e não paramétrico capaz de estabelecer se uma série de dados apresenta alterações temporais estatisticamente significantes. Este teste foi aplicado por meio do software XLSTAT, tendo como entrada valores do índice $TEv_{méd}$. Para os meses cujas as tendências foram relevantes, o coeficiente angular foi calculado por meio de linhas de tendências lineares e utilizado para previsão do índice $TEv_{méd}$ futuro do mês associado. Quando não apresentadas tendências significantes, o valor do índice $TEv_{méd}$ encontrado no último ano de dados do mês analisado era mantido nas previsões para os anos 2028 e 2038.

As sensações térmicas e os graus de estresse fisiológicos do índice TEv estabelecidos pelo laboratório MASTER (2009), usados neste trabalho, são recomendados na predição térmica de conforto nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste do Brasil (Souza e Nery, 2013). A Tabela 2 lista as classificações do ambiente térmico estabelecidas pelo laboratório MASTER (2009) conforme as sensações pressentidas por humanos conforme as faixas de valores do índice TEv.

Tabela 2. Sensação térmica e grau de estresse fisiológico conforme as faixas de valores do índice de temperatura efetiva em função do vento (TEv).

TEv (°C)	Sensação térmica	Grau de estresse fisiológico
< 05	Muito frio	Extremo estresse ao frio
05 – 10	Frio	Extremo estresse ao frio
10 – 13	Moderadamente frio	Tremor
13 – 16	Ligeiramente frio	Resfriamento do corpo
16 – 19	Pouco frio	Ligeiro resfriamento do corpo
19 – 22	Ligeiramente fresco	Vasoconstrição
22 – 25	Confortável	Neutralidade térmica
25 – 28	Ligeiramente quente	Ligeiro suor; Vasodilatação
28 – 31	Quente moderado	Suando
31 – 34	Quente	Suor em profusão
> 34	Muito quente	Falha na termorregulação

Fonte: Adaptação de MASTER - IAG/USP (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As séries históricas são condizentes aos valores médios mensais da $t_{bs\ comp}$, UR e velocidade do vento média a 10 m de altura em relação ao solo (V_{10}, m s^{-1}).

De acordo com os valores do índice $TEv_{méd}$ a estação de verão apresentou temperaturas que variam entre 18,6ºC a 21,9ºC nos cenários analisados. As cidades de São Lourenço (19,6ºC) e Machado (20,0ºC) apresentaram valores do índice $TEv_{méd}$ considerando a série histórica de dados, a sensação térmica classificada como ligeiramente fresco, já nas cidades de Lavras (18,5ºC) e Caldas (17,8ºC), a sensação térmica pouco frio. No ano 2028 a sensação térmica ligeiramente fresco concentrou-se nas cidades de Machado, Lavras e Caldas com temperatura de 21,2ºC, 19,3ºC e 21,0ºC, respectivamente, já a cidade de São Lourenço a sensação térmica é classificada como pouco frio (19,0ºC) (Figura 1).

Os valores obtidos pelo índice $TEv_{méd}$ foram apresentados em gráficos de barras para ilustrar o comportamento térmico e a sensação experimentada por humano de acordo com cada estação do ano.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

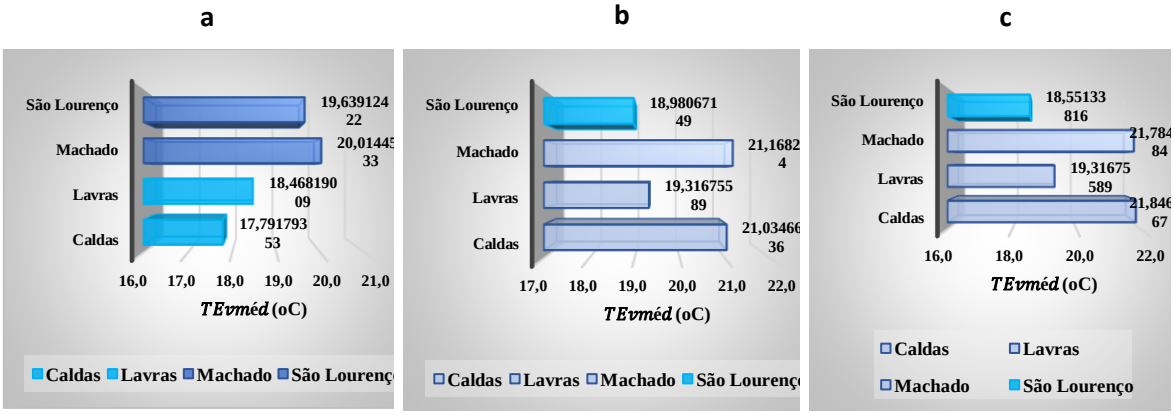


Figura 1. Valores médios do índice de temperatura efetiva em função do vento ($TEv_{méd}$, ^{o}C) para diferentes cenários na estação verão: a) histórico (1961-2017), b) 2028 e c) 2038.

Na estação outono os valores do índice $TEv_{méd}$ indicam, considerando a série histórica dos dados, que os quatro municípios analisados são classificados pela sensação térmica ligeiramente frio, com temperaturas que variam de 13,5ºC (Caldas) a 15,9ºC (Machado) (Figura 2). A estação do outono, que é o período de transição entre verão e inverno, começa a apresentar temperaturas baixas, o que pode ser visualizado nos cenários analisados para esta estação. Nos anos 2028 e 2038, a sensação térmica é caracterizada entre ligeiramente frio (São Lourenço e Lavras) e pouco frio (Machado e Caldas) para ambos os cenários.

A estação do outono, caracteriza-se pela redução gradativa da temperatura devido a menor radiação solar sobre a Terra, pelo aumento da incidência de ventos e diminuição da UR, o que pode acarretar o surgimento de geadas. Condições extremas de estresse causado pelo frio também influenciam problemas na saúde humana (McMichael et al., 2006). Para Gasparrini et al. (2015) as temperaturas altas e baixas têm sido associadas ao aumento do risco de causas cardiovasculares, respiratórias e outras associadas.

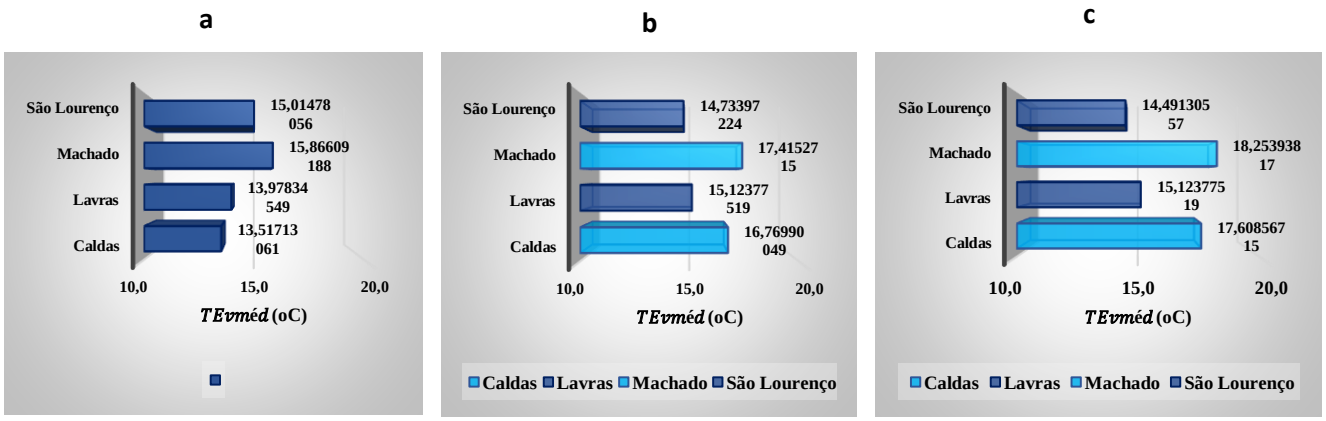


Figura 2. Valores médios do índice de temperatura efetiva em função do vento ($TEv_{méd}$, ºC) para diferentes cenários na estação outono: a) histórico (1961-2017), b) 2028 e c) 2038.

Na estação de inverno, os valores do índice $TEv_{méd}$ indicaram valores baixos em todos os cenários avaliados. Para a série histórica de dados o município de Caldas apresentou a menor temperatura (12,9ºC), tendo o moderadamente frio classificado como sensação térmica. Os demais municípios apresentaram temperatura menores ou iguais a 15,1ºC. Nos cenários subsequentes (2028 e 2038) os valores do índice $TEv_{méd}$ continuam baixos, classificando as sensações térmicas como: moderadamente frio, ligeiramente frio e pouco frio (Figura 3). Deve ser dada a atenção para a projeção futura (2038), na qual as temperaturas tendem a se manterem reduzidas impactando na saúde humana.

A falta de chuva, característica desta época do ano, é problema, assim como o excesso de poluentes no ar. As doenças respiratórias costumam ter sua incidência mais fortemente influenciada pela qualidade do ar, como ocorre em áreas urbanas, nas quais a exposição a poluentes atmosféricos sofre grandes interferências das alterações climáticas. Infecções respiratórias agudas se mantém como as principais causas de morbidade em crianças menores de cinco anos em todo o mundo, com cerca de dois milhões de mortes anuais (Azevedo et al., 2015).

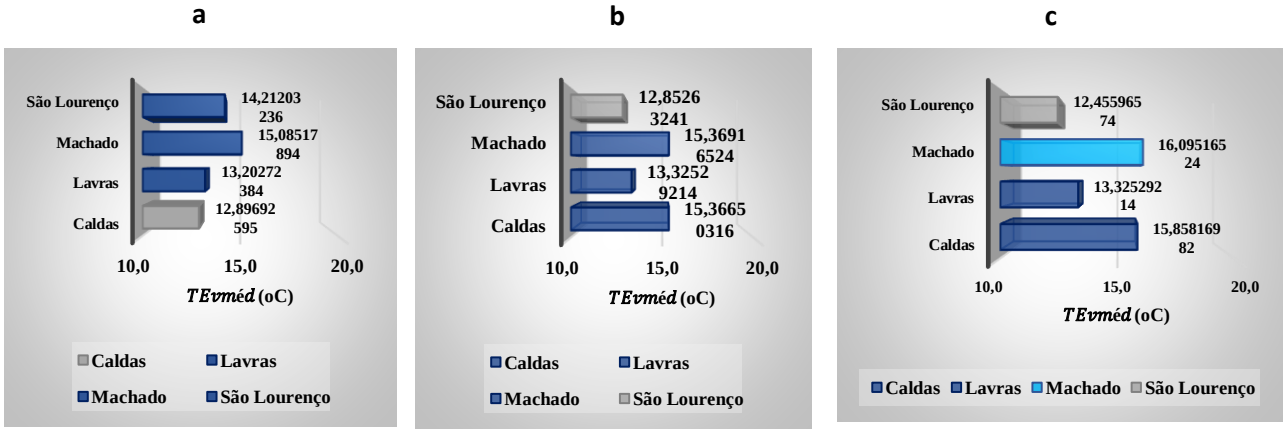


Figura 03. Gráficos com valores médios do índice de temperatura efetiva em função do vento ($TEv_{méd}$, ºC) para diferentes cenários na estação inverno: a) histórico (1961-2017), b) 2028 e c) 2038.

Na primavera, os valores do índice $TEv_{méd}$ para a série histórica de dados, variam de 16,8ºC (Caldas) a 18,8ºC (Machado), caracterizando a sensação térmica pouco frio e indicando o aumento da temperatura para a próxima estação (verão). Para os cenários dos anos 2028 e 2038, os valores do índice $TEv_{méd}$ continuam a aumentar, confirmando a elevação da temperatura já para o início do verão. No cenário de 2028, os municípios de Caldas (21,0ºC) e Machado (20,8ºC) apresentam valores do índice $TEv_{méd}$ mais expressivos, assim como no cenário de 2038 onde ambas as cidades tem suas temperaturas ampliadas para 21,7ºC e 21,6ºC, respectivamente (Figura 4).

A estação da primavera, período que apresenta temperaturas amenas ao longo da sua duração, favorece o conforto térmico humano.

Temperaturas muito elevadas e muito baixas podem aumentar o risco de morbidade e mortalidade, principalmente em ambientes onde a faixa de conforto térmico não apresenta boa abrangência climática, caracterizando menor tolerância da população a estas adversidades bioclimáticas (Changnon et al., 1972).

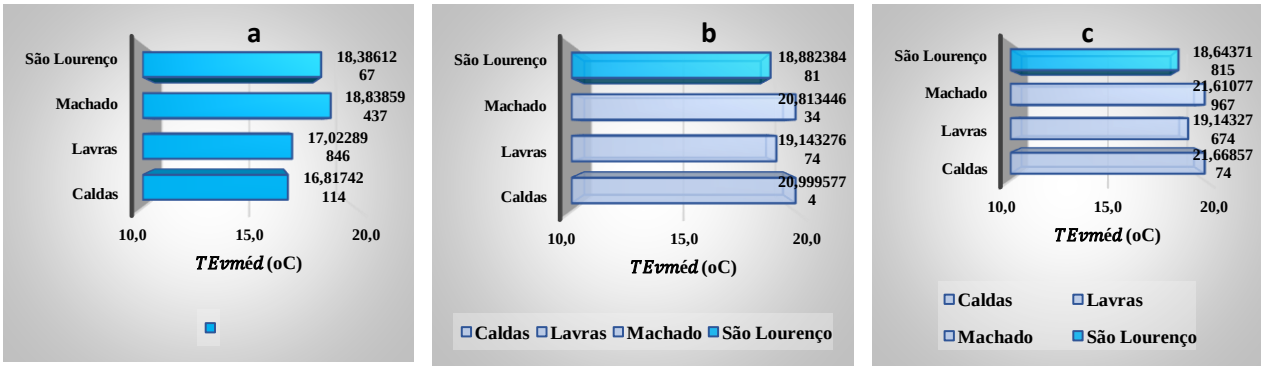


Figura 04. Gráficos com valores médios do índice de temperatura efetiva em função do vento ($TEv_{méd}$, ºC) para diferentes cenários na estação primavera: a) histórico (1961-2017), b) 2028 e c) 2038.

CONCLUSÃO

Os valores do índice $TEv_{méd}$ calculados nos diferentes cenários, dentro de cada estação do ano, indicam que o clima tem se alterado de acordo com os eventos climáticos ocorridos, estando a população dos municípios de Caldas, Lavras, Machado e São Lourenço propensa a redução de desempenho durante a realização de atividades físicas e ao aumento de doenças devido as alterações climáticas previstas nas próximas duas décadas Analisadas. Dadas as atuais condições do clima e tendências para os anos 2028 e 2038, estratégias para mitigar os efeitos térmicos do ambiente em seres humanos devem ser avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. D. L. **Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas.** Revista Brasileira de Climatologia. Ano 13, vol. 20, Jan/Jul, 2017.

AZEVEDO, J. V. V. de; SANTOS, C. A. C. dos; ALVES, T. L. B; AZEVEDO, P. V. de; OLINDA, R. A. de. **Influência do clima na incidência de infecção respiratória aguda em crianças nos municípios de campina grande e monteiro, Paraíba, Brasil.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 30, n. 4, 467 - 477, 2015.

CHANGNON, S. A.; PIELKE JUNIOR, R. A.; CHANGNON, D.; SYLVES, R. T.; FANGER, P.O. **Thermal comfort, analysis and application in environmental engineering**. New York: McGraw Hill, 1972.

GASPARRINI, A. et al. 2015. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study**. The Lancet**, v. 386, n. 9991, p. 369-375.

HOUGHTON, F. C; YAGLOU, C. P. 1923. **Determining equal comfort lines.** J Am Soc Heat Vent Eng.; 29:165–176.

INSTITUTO NACIONAL DE METEROLOGIA (INMET). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: Dezembro, 2018.

IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change). **Climate change 2001: working group II: Impacts, adaptations and vulnerability**. Disponível em: < https://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/pdf/wg2TARtechsum.pdf>. Acesso em: nov., 2018.

IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers. 2007**. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>. Acesso em: nov., 2018.

KENDALL, M. G. 1975. **Rank correlation methods.** London: Charles Griffin, 210p.

MANN, H.B., 1945. **Nonparametric tests against trend**, Econometrica, 13, 245- 259.

MASTER – Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo - IAG/USP. **Distribuição das zonas de conforto para diferentes graus de percepção térmica e suas respostas fisiológicas.** Disponível em: <http://www.master.iag.usp.br/conforto/previsao.php?ant=&var=temp_efet&t=2&gr=2&pref=2g&inic=00>. Acesso em: nov., 2018.

MCMICHAEL, A. J.; WOODRUFF, R.E.; HALES, S. 2006. Climate change and human health: present and future risks. **The Lancet**, 367(9513):859-869. DOI: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68079-3.

MISSENARD, A. 1937. **L'Homme et le climat.** Paris.

OKE, T.R. **The energetic basis of the urban heat island.** Quart. J. R. Met. Soc. 108, pp. 1-24. 1982.

PASQUILL, F. 1949. **Eddy diffusion of water vapour and heat near the ground.** Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences, v. 198, n. 1052, p. 116-140.

SOUZA, D. M. de.; NERY, J. T. 2013. **O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica.** Geografia (Londrina), v. 21, n. 2, p. 65-83.

II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E ENGENHARIA NA PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL
e
VI SIMPÓSIO NACIONAL DE CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA ISBN: 978-85-66836-24-0
Lavras-MG 5 a 7 de junho de 2019

EFEITOS DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DURANTE AS ESTAÇÕES DE VERÃO E INVERNO SOBRE A POPULAÇÃO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL

Lucas Rodrigues Oliveira[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Sílvia de Nazaré Monteiro Yanagi[3], Gabriel Araújo e Silva Ferraz[4], Bruna Pontara Vilas Boas Ribeiro[5]

[1]Pós-graduado em Eng. de Sistemas e Automação, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, lucasrodriguesoliveira@hotmail.com
[2]Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, yanagi@deg.ufla.br
[3]Eng. Agrícola, Profa. Dra., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, silvia.yanagi@deg.ufla.br
[4]Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, gabriel.ferraz@deg.ufla.br
[5]Pós-graduanda em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, brunapontara07@gmail.com

RESUMO – Objetivou-se com o presente trabalho, quantificar a frequência de ocorrência de classificações climáticas para o índice de temperatura efetiva em função do vento (TEv), no Estado de Minas Gerais durante as estações verão e inverno, e indicar os possíveis efeitos sobre os humanos. Os dados foram obtidos de acordo com a classificação adotada para concepção do zoneamento bioclimático, a qual é recomendada pelo laboratório de meteorologia aplicada a sistemas de tempo regionais (MASTER) e comumente aceita para avaliação do TEv. Pela série histórica, contextualizada entre os anos de 1961-2017, os percentuais de mudanças fisiológicas de acordo com o TEv tanto para a estação verão quanto inverno são iminentes, o que remete à uma variabilidade de microclimas dentro do Estado de Minas Gerais. No verão, em um cenário de $TEv_{máx}$, que há como classificações o ligeiramente quente e quente moderado, podem haver ocorrências de e desidratação comuns em temperaturas elevadas. Por sua vez, no inverno, considerando o $TEv_{mín,}$ na classificação de frio, pode ocorrer aparecimento de doenças causadas por vírus (resfriados, pneumonias, asma, rinites e sinusites). As frequências de ocorrência de sensações térmicas reportadas nos gráficos demonstram que tanto para a estação verão como para a inverno, o microclima no Estado de Minas Gerais apresenta pequenas oscilações que podem causar desconforto térmico a população, principalmente quando se avalia o surgimento de doenças típicas de cada estação.

Palavras-chave: conforto térmico humano, índice de temperatura efetiva em função do vento, mudanças climáticas, saúde humana.

INTRODUÇÃO

O rápido crescimento da população mundial cria áreas densas, de urbanização, onde ocorre a redistribuição social e muda a vida social (Wijerathne e Halwatura, 2015). A urbanização rápida é um fenômeno transitório no que diz respeito ao *status* de crescimento econômico (Henderson, 2003). Urbanização não planejada cria um ambiente mais impermeável que diminui a cobertura vegetal e aumenta a ocorrência de ilhas de calor urbano, que eventualmente, leva a mudanças climáticas (Liddle e Lung, 2011) e baixa qualidade de vida (Haaland e Van Den Bosch, 2015; Ranagalage et al., 2017). Essas áreas urbanas de alta densidade e antropizadas nos países desenvolvidos também apresentam outros fenômenos determinados por fatores históricos e culturais que causaram o aumento da população na idade média e a maior exposição ao estresse térmico.

O Estado de Minas Gerais é um exemplo de área com alta densidade populacional e altamente antropizada, apresentando grande extensão territorial e considerável complexidade climática, com importante influência do relevo sobre a conformação de microclimas (Ávila et al., 2014).

A temperatura e umidade do ar e a velocidade do vento (o efeito conjugado dos mesmos), quando desfavoráveis, podem impactar de maneira negativa e resultar em desconforto, perda de eficiência na execução de atividades rotineiras e levar a problemas de saúde. Souza e Nery, 2013), em estudo que permeia a Climatologia Geográfica Urbana, com foco em análises teóricas, conceituais e metodológicas, especialmente relacionadas ao estudo do conforto térmico, apresentam, dentre outros índices, o índice de temperatura efetiva em função do vento (TEv).

Quando se avalia a fisiologia do ser humano diante de um cenário térmico caracterizado por condições de estresse de calor, é previsto que ocorra aumento da frequência cardíaca, da temperatura corporal, da pressão arterial e da produção de suor (Shen e Zhu, 2015). Em cenário reverso, como condições extremas de estresse pelo frio, verifica-se também a ocorrência de problemas de saúde (McMichael et al., 2006).

Atividades desempenhadas por seres humanos tendem a ser reduzidas e a causarem um número maior de acidentes de trabalho quando trabalhadores são expostos a mudanças

climáticas e ao desconforto térmico. Parte dos trabalhadores agrícolas de Minas Gerais atuam em ambientes externos, estando, desta forma, propensos a exposição das mudanças do clima.

Tanto extremos de calor como os de frio influenciam negativamente no sistema respiratório e circulatório do corpo humano, reforçando a necessidade de trabalhos científicos que avaliem condições térmicas e que possam auxiliar em medidas paliativas que garantam a saúde da população (GASPARRINI et al., 2015).

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi quantificar a frequência de ocorrência de classificações climáticas para o TEv, no Estado de Minas Gerais durante as estações verão e inverno, e indicar os possíveis efeitos sobre os seres humanos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram confeccionados gráficos de frequência de ocorrência de valores médios mensais dos valores de TEv mínimo ($TEv_{mín}$, ºC), calculados a partir de dados médios mensais da temperatura de bulbo seco do ar mínima ($t_{bs\ mín}$, ºC), umidade relativa do ar (UR, %) e velocidade do vento a 1,2 m de altura em relação ao solo ($V_{1,2}$, m s^{-1}); TEv médio ($TEv_{méd}$, ºC), calculados a partir de dados médios mensais da temperatura de bulbo seco do ar compensada ($t_{bs\ comp}$, ºC), UR e $V_{1,2}$ e; TEv máximo ($TEv_{máx}$, ºC), calculados a partir de dados médios mensais da temperatura de bulbo seco do ar máxima ($t_{bs\ máx}$, ºC), UR e $V_{1,2}$, a partir de séries históricas de dados que compreendem os anos de 1961 a 2017, sendo estas obtidos em 34 estações meteorológicas (Tabela 1) localizadas no estado de Minas Gerais e pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As séries históricas são condizentes aos valores médios mensais da $t_{bs\ mín}$, $t_{bs\ comp}$ e $t_{bs\ máx}$, UR e velocidade do vento a 10 m de altura em relação ao solo (V_{10}, m s^{-1}).

Foram considerados municípios cuja as estações meteorológicas apresentaram registros de séries históricas de dados iguais ou superiores a 29 anos. Ajustes de equações de regressão foram aplicados na recuperação de dados mensais perdidos.

Tabela 1. Estações meteorológicas utilizadas e suas respectivas altitudes.

Estação	Altitude (m)	Estação	Altitude (m)
Aimorés	82.74	Janaúba	516
Araçuaí	289	Januária	473.71
Araxá	1023.61	João Pinheiro	760.36
Barbacena	1126	Juiz de Fora	939.96
Belo Horizonte	915	Lavras	918.84
Caldas	1150	Machado	873.35
Caparão	843.18	Mocambinho	452
Capinópolis	620.6	Paracatu	712
Caratinga	609.65	Patos de Minas	940.28
C. do Mato Dentro	652	Pedra Azul	648.91
Coronel Pacheco	435	Pirapora	505.24
Curvelo	672	Pompéu	690.91
Diamantina	1296.12	Salinas	471.32
Espinosa	569.64	São Lourenço	953.2
Florestal	760	Sete Lagoas	732
Frutal	543.67	Uberaba	737
Itamarandiba	914	Unaí	460

Fonte: INMET (2018).

O TEv, originalmente denominado *effective temperature as a function of wind index* (ETW), é baseado nas variáveis temperatura de bulbo seco do ar (t_{bs}, ºC), UR e $V_{1,2}$ (Houghton e Yaglou, 1923). Seu cálculo pode ser obtido por meio da equação 1 (Missenard, 1937).

$$TEv = 37 - (37 - t_{bs})/\left(0{,}68 - 0{,}0014 \cdot UR + 1/\left(1{,}76 + 1{,}4.\, V_{1,2}^{0.75}\right)\right) - 0{,}29 \cdot t_{bs} \cdot (1 - 0{,}01 \cdot UR) \quad (1)$$

em que,

TEv: temperatura efetiva em função do vento (ºC);

t_{bs}: temperatura de bulbo seco do ar (ºC);

UR: umidade relativa do ar (%);

$V_{1,2}$: velocidade do vento a uma altura em relação ao solo de 1,2 m (m s^{-1}).

A equação (2) proposta por Pasquill (1949) foi aplicada para a conversão dos valores médios mensais da V disponíveis nas bases de dados do INMET, os quais se encontram mensurados à 10 m de altura em relação ao solo e foram convertidos a valores referentes a 1,2 m.

$$\left(\frac{U_2}{U_1}\right) = \left(\frac{z_2}{z_1}\right)^{0.143} \quad (2)$$

em que,

$U_2 e U_1$: U_2 é a velocidade (m s^{-1}) mensurada a altura de 10 m (z_2) disponível nas bases de dados do INMET e U_1 o valor da velocidade (m s^{-1}) convertida para a altura de 1,2 m (z_1.

A classificação das sensações térmicas e dos graus de estresse fisiológicos do TEv correntemente aceita é indicada pelo laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER) do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG/USP), a qual é aplicada na predição térmica de conforto nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste do Brasil (Souza e Nery, 2013). As classificações do ambiente térmico conforme sensações pressentidas por humanos em detrimento as faixas determinadas pelo TEv e estabelecidas pelo laboratório MASTER são listadas na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação do ambiente térmico de acordo com a sensação térmica e grau de estresse fisiológico em detrimento as faixas obtidas pelo índice de temperatura efetiva em função do vento (TEv).

TEv (°C)	Sensação térmica	Grau de estresse fisiológico
< 05	Muito frio	Extremo estresse ao frio
05 – 10	Frio	Extremo estresse ao frio
10 – 13	Moderadamente frio	Tiritar
13 – 16	Ligeiramente frio	Resfriamento do corpo
16 – 19	Pouco frio	Ligeiro resfriamento do corpo
19 – 22	Ligeiramente fresco	Vasoconstrição
22 – 25	Confortável	Neutralidade térmica
25 – 28	Ligeiramente quente	Ligeiro suor; Vasodilatação
28 – 31	Quente moderado	Suando
31 – 34	Quente	Suor em profusão
> 34	Muito quente	Falha na termorregulação

Fonte: Adaptação de MASTER - IAG/USP (2009).

Os valores obtidos pelo TEv foram contrastados com a frequência de ocorrência de distintas sensações térmicas, caracterizada pelo grau de estresse fisiológico humano, determinada para as estações verão e inverno no Estado de Minas Gerais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela série histórica de dados (1961-2017), no verão e considerando o $TEv_{mín,}$ observa-se o surgimento de ocorrências na classe moderadamente frio (8,8%), por sua vez, considerados dados do $TEv_{méd}$ e $TEv_{máx.}$ verificaram-se ocorrências das classificações confortável (17,6%) e ligeiramente fresco (2,9%) (Figura 1), respectivamente.

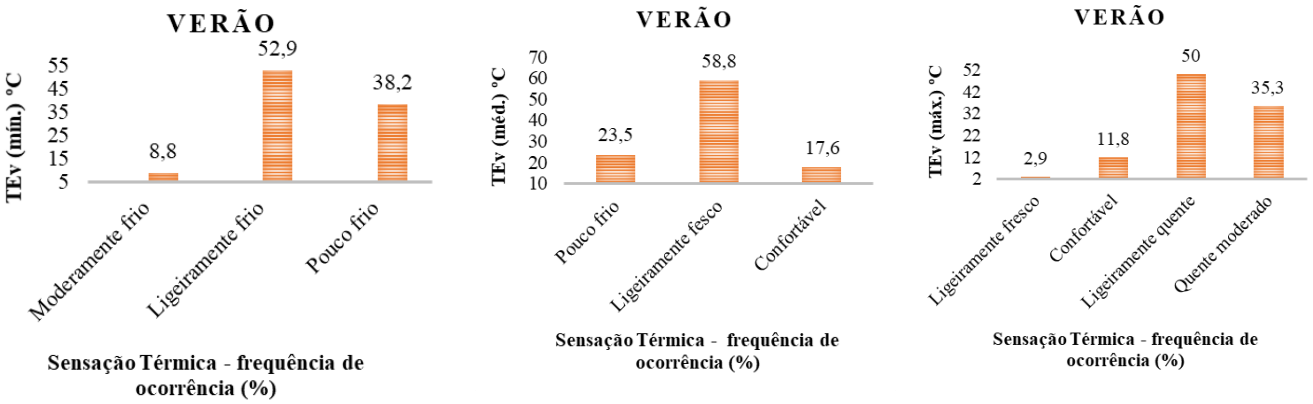


Figura 1. Classificações do $TEv_{mín}$, $TEv_{méd}$ e $TEv_{máx}$ conforme as frequências de ocorrência das sensações térmicas caraterizadas pelo grau de estresse térmico na estação verão no Estado de Minas Gerais.

Quando se avalia oscilações pequenas na temperatura associadas ao *status* imunológico da população, percebe-se que centros bastante urbanizados, antropizados e sem tanta cobertura verde como é o caso de muitas cidades de Minas Gerais, qualquer variação de temperatura principalmente no verão pode impactar no organismo das pessoas, tendo em vista o aparecimento de problemas de pele (micoses) e circulatórios. Gobo e Galvani (2012) destacam que, na bioclimatologia humana a termorregulação e o balanço energético são peças chaves para o entendimento da relação homem e ambiente. Os autores afirmam ainda que, o

corpo humano produz continuamente calor e este calor metabólico pode ser de dois tipos: metabolismo basal e metabolismo muscular.

Riscos à saúde surgem quando existem limitações na transferência de calor do corpo humano em condições ambientais quentes, o que eleva a temperatura do núcleo corporal causando sérios riscos à saúde e redução da capacidade motora humana (Kjellstrom et al., 2016).

Em um cenário para $TEv_{máx}$, que possui classificações como ligeiramente quente e quente moderado, podem ocorrer em seres humanos inchaços e desidratação comuns em temperaturas elevadas. Nessas oscilações climáticas, destaca-se a formação de "ilhas de calor" causadas pelo aumento da urbanização dos municípios (Marengo e Camargo, 2008). Na cidade de clima tropical mais populosa do Vietnam, houve um aumento no risco global de internações hospitalares cardiovasculares ocasionado por ondas de calor equivalente a 12,9%, evidenciando a elaboração de medidas que previnam a redução deste risco de doença (Phung et al., 2016).

No inverno, para o $TEv_{mín}$ observa-se o surgimento de ocorrências na classe ligeiramente frio (5,9%), por sua vez, para o $TEv_{méd}$ e $TEv_{máx}$ verificam-se as ocorrências das classificações ligeiramente fresco (8,8%) e pouco frio (5,9%) (Figura 2), respectivamente. Neste cenário, avalia-se o impacto das baixas temperaturas principalmente para o trato respiratório, com o aparecimento de doenças causadas por vírus (resfriados, pneumonias, asma, rinites e sinusites). Isso ocorre porque baixa temperatura e baixa umidade do ar podem afetar o epitélio respiratório e induzir hiperresponsividade e estreitamento das vias aéreas respiratórias (Cruz e Togias, 2008; Liener et al., 2003).

Quando se avalia a classificação para $TEV_{mín}$, a frequência de ocorrência para a sensação térmica frio (52,9%) é alta e implica uma situação de desconforto térmico para as pessoas, fazendo com estas procurem alternativas de aquecimento e bem-estar nesta estação. Os efeitos do frio, segundo um estudo realizado por Gasparrini et al. (2015) envolvendo 348 cidades de 13 países, tem sido aproximadamente 50 vezes maior ao do calor. Gobo e Galvani (2016) destacam que, além dos aspectos climáticos, o bem-estar caraterizado pelo conforto térmico também é influenciado por aspectos comportamentais e fisiológicos, como o isolamento das roupas e a taxa metabólica dos indivíduos, respectivamente. Pode haver a

ampliação dos riscos de hospitalização por pneumonia devido a ocorrência de climas caracterizados por temperaturas baixas, bem como o aumento da amplitude térmica (Qiu et al., 2016).

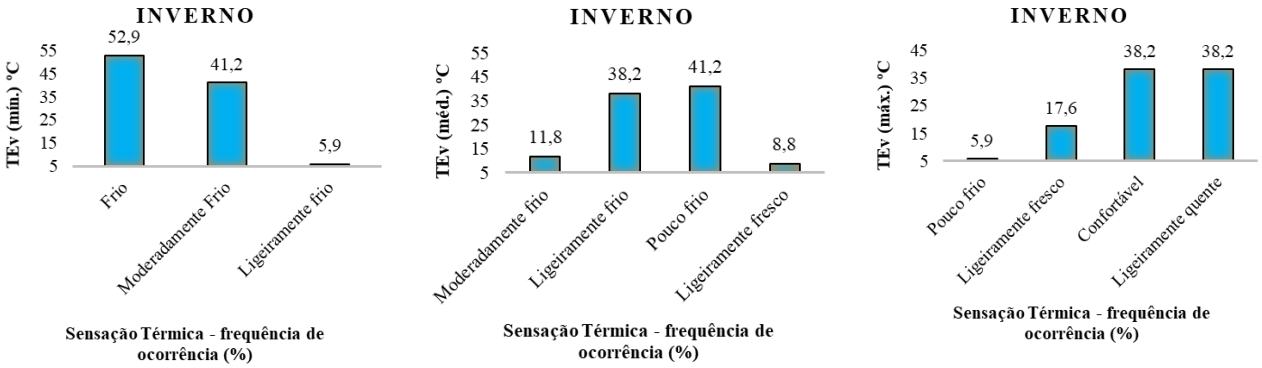


Figura 2. Classificações do $TEv_{mín}$, $TEv_{méd}$ e $TEv_{máx}$ conforme a frequência de ocorrência das sensações térmicas caraterizada pelo grau de estresse térmico na estação inverno no Estado de Minas Gerais.

É importante salientar que alterações extremas do clima, sejam relacionadas a condições de frio ou de calor, podem ocasionar o aumento dos índices de mortalidade ocasionadas por doenças como as cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratórias (Mendonça, 2015).

CONCLUSÃO

As frequências de ocorrência ilustradas nos gráficos, indicam que tanto para a estação verão quanto para a estação inverno, os climas em diversos municípios do Estado de Minas Gerais apresentam oscilações que podem causar desconforto térmico à população. Neste sentido, classificar o comportamento fisiológico humano em relação às faixas de temperatura efetiva, facilita a compreensão de quais são as doenças típicas que acometem a população em cada estação do ano e, desta forma, auxiliar na tomada de decisão a respeito das medidas preventivas evitando ou mitigando possíveis prejuízos ao organismo humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, L. F. et al. 2014. **Tendências de temperaturas mínimas e máximas do ar no Estado de Minas gerais. Pesq. Agropec. Bras**., Brasília, v.49, n.4, p.247-256, abr.

CRUZ, A. A., Togias, A. 2008. Upper airways reactions to cold air. **Curr Allergy Asthma Rep**. 8, 111–117.

GASPARRINI, A., GUO, Y., HASHIZUME, M., LAVIGNE, E., ZANOBETTI, A., SCHWARTZ, J., et al. (2015). **Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study.** The Lancet, 386 (9991), 369–375. http://doi.org/10.1016/S0140-6736 (14)62114-0

GOBO, J. P. A; Galvani, E. 2012. Aplicação do índice de temperatura efetiva com vento (tev) nos estudos de conforto térmico para o estado do Rio Grande do Sul. **Revista Geonorte**, edição especial :2, V.1, N.5, p.403 – 413.

GOBO, J. P. A; Galvani, E. 2016. Referencial técnico e teórico-metodológico aplicado a estudos de conforto humano em ambientes externos**. Revista de Geografia**, Recife, out de 2016.

HAALAND, C., VAN DEN BOSCH, C.K., 2015. Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: a review. **Urban For. Urban Green**. 14, 760–771. http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2015.07.009.

HENDERSON, V., 2003. The urbanization process and economic growth: the so-what question.pdf. **J. Econ. Growth.** 8, 47–71.

HOUGHTON, F. C; YAGLOU, C. P. 1923. **Determining equal comfort lines.** J Am Soc Heat Vent Eng.; 29:165–176.

INSTITUTO NACIONAL DE METEROLOGIA (INMET). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: Dezembro, 2018.

KJELLSTROM, T. et al. 2016. **Heat, human performance, and occupational health: a key issue for the assessment of global climate change impacts.** Annual review of public health, v. 37, p. 97-112.

LIDDLE, B., LUNG, S., 2011. Age-Structure, urbanization, and climate change in developed countries: revisiting STIRPAT for disaggregated population and consumption-related environmental impacts. **Popul. Environ.** 31, 317–343.

LIENER, K., LEIACKER, R., LINDEMANN, J., RETTINGER, G., KECK, T. 2003. Nasal mucosal temperature afer exposure to cold, dry air and hot, humid air. **Acta Otolaryngol** (Stockh). 123, 851–856.

MARENGO, J.A.; CAMARGO, C.C. 2008. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. International Journal of Climatology, v.28, p.893-904, DOI: 10.1002/joc.1584.

MASTER – Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo - IAG/USP. **Distribuição das zonas de conforto para diferentes graus de percepção térmica e suas respostas fisiológicas.** Disponível em: http://www.master.iag.usp.br/conforto/previsao.php?ant=&var=temp_efet&t=2&gr=2&pref=2g&inic=00>.

MCMICHAEL, A.J., WOODRUFF, R.E., HALES, S. 2006. Climate change and human health: present and future risks. The Lancet 367(9513):859-869. DOI: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68079-3.

MENDONÇA, Francisco. Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica–notas introdutórias. **Terra Livre**, v. 1, n. 20, p. 205-221, 2015.

MISSENARD, A. 1937. **L'Homme et le climat**. Paris.

PASQUILL, F. 1949. **Eddy diffusion of water vapour and heat near the ground.** Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences, v. 198, n. 1052, p. 116-140.

PHUNG, D. et al. 2016. The effects of high temperature on cardiovascular admissions in the most populous tropical city in Vietnam. **Environmental pollution**, v. 208, p. 33- 39.

QIU, H. et al. 2016. **Pneumonia hospitalization risk in the elderly attributable to cold and hot temperatures in Hong Kong, China. American Journal of epidemiology**, v. 184, n. 8, p. 570-578.

RANAGALAGE, M., ESTOQUE, R.C., MURAYAMA, Y., 2017. An urban heat island study of the colombo metropolitan area, Sri Lanka, based on landsat data (1997–2017). ISPRS **Int. J. Geo-Infor**. 6, 189. http://dx.doi.org/10.3390/ijgi6070189.

SHEN, D., ZHU, N. 2015. Influence of the temperature and relative humidity on human heat acclimatization during training in extremely hot environments. **Building and Environment** 94(1):1-11. DOI: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.07.023.

SOUZA, D. M. de.; NERY, J. T. 2013. **O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica.** Geografia (Londrina), v. 21, n. 2, p. 65-83.

WIJERATHNE, S.N., HALWATURA, R.U., 2015. **The Impact of Green Roofs on Urban Heat Island Effect**. (Available at: http://iiirr.ucalgary.ca/files/iiirr/113.pdf.).

II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E ENGENHARIA NA PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL
e
VI SIMPÓSIO NACIONAL DE CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA ISBN: 978-85-66836-24-0
Lavras-MG 5 a 7 de junho de 2019

SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO NA BOVINOCULTURA LEITEIRA

Giovanna Toledo Borges[1]; Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz[2]

[1]Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. giovanna.borges1@engagricola.ufla.br
[2]Universidade Federal de Lavras, DEA, Lavras-MG. patricia.ponciano@ufla.br

RESUMO - Atualmente a tendência mundial é tornar quaisquer tipos de processos em sistemas automáticos. E no setor agropecuário há diversas atividades que permitem esta automação, como por exemplo na criação do gado leiteiro. Devido à escassez de mão de obra qualificada e à necessidade de melhoria da rotina de trabalho na fazenda leiteira, a implantação de sistemas automatizados se faz necessária para o aumento da produção, obter-se maior controle da qualidade do leite, entre outros. E tecnologias como a identificação e pesagem eletrônica dos animais, a limpeza automática do ambiente, a limpeza automática dos tetos, a detecção de doenças, o controle da temperatura e umidade para o conforto térmico são uns dos exemplos já existentes desta aplicação. Deste modo, o objetivo deste trabalho é detalhar alguns dos processos de um sistema de ordenha automática enfatizando os procedimentos e componentes presentes, apresentando assim uma tecnologia que beneficia a bovinocultura leiteira.
Palavras-chave: sistema de ordenha automática, robotização, produção leiteira

INTRODUÇÃO

Com o aumento do rebanho de vacas leiteiras, da escassez de mão de obra qualificada e margens menores de lucro para o produtor, a tendência geral é uma indústria leiteira mais automatizada para diminuir o custo do trabalho, bem como aumentar o bem-estar humano e animal e assim o rendimento da produção de leite. Por estes motivos, foi necessária a adoção de novas tecnologias pelos pecuaristas para automatizar o sistema de ordenha.

Esse sistema visa a automação completa do processo de ordenha, uma produção de leite mais eficiente e um melhor rendimento econômico. Além desses benefícios, espera-se também que o uso de sistemas automáticos possa diminuir as perdas financeiras geradas por esta atividade, principalmente nas fazendas familiares. A introdução de sistemas automáticos de ordenha não só poderá causar uma redução do trabalho árduo da ordenha como também permitirá que o produtor tenha maior tempo disponível nas atividades para gerenciar sua fazenda, ou seja, otimizando o processo de ordenha.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é apresentar diferentes processos de automação que podem auxiliar na bovinocultura leiteira, desde a identificação do animal até a inspeção do leite para detectar anormalidades, enfatizando as tecnologias utilizadas nestes sistemas.

MATERIAL E MÉTODOS

Sistema de identificação bovina por identificação eletrônica

A rastreabilidade é um requisito importante para as autoridades agrícolas do governo, pois facilita o registro de animais, registro de transportes autorizados e é uma ferramenta fundamental para rastrear doenças de interesse público e de saúde animal (Pires et al. 2006).

Para tais processos, a identificação eletrônica é uma das alternativas mais confiáveis. É utilizada na identificação eletrônica a tecnologia de Identificação por Radiofrequência (RFID), por meio da biotelemetria, cujos dispositivos são acionados a distância.

A seguir são listados os dispositivos mais utilizados na bovinocultura.

Colar eletrônico

A tecnologia dos transponders transformou o simples colar, que era tradicionalmente usado pelos criadores de gado, em uma peça importante do gerenciamento informatizado de vacas leiteiras (Machado & Nantes 2004).

Os colares de identificação eletrônica atuais são mais utilizados no gado leiteiro e seguem os mesmos princípios dos brincos de identificação eletrônica. Um dispositivo onde fica armazenado o transponder é anexado ao colar. Isto possibilita que todo o sistema de manejo, da alimentação à ordenha, seja totalmente controlado pelo computador.

Etiqueta ou brinco auricular eletrônico

O funcionamento desses dispositivos se dá pela gravação do número de identificação do animal internamente no transponder. Como eles não armazenam os dados adquiridos, apenas o seu número, para implantar este método são necessários o uso de identificadores, leitores e sistema de coleta e gerenciamento.

A principal desvantagem desse método tem sido o custo e equipamentos de leitura, provavelmente o maior obstáculo ao uso disseminado de brincos eletrônicos em unidades

comerciais. Há facilidade de perdas no campo e baixa eficiência em leitura dinâmica. Em contrapartida, esses dispositivos são de fácil visualização, fácil recuperação no frigorífico para gados de corte, o que cabe ao criador verificar se este método é adequado ao seu rebanho.

Bolus intra-ruminal

Os transponders eletrônicos implantáveis oferecem um sistema seguro e livre de fraudes para identificação individual de animais, pois estes atingem as menores taxas de falha.

O bolus intra-ruminal é um dispositivo de fácil aplicação, inviolável, com eficiência de leitura dinâmica, vida útil de 20 anos, de fácil recuperação no frigorífico, pode diminuir consideravelmente os custos dos programas de rastreabilidade. Mas deve-se considerar, no entanto, que o animal com bolus de rúmen exigirá um método externo de identificação para o manejo rotineiro dos animais. O sucesso desse método depende da eficiência do equipamento de leitura e da retenção dos bolus no trato gastrointestinal dos animais (Aguiar et al. 2016).

Chip subcutâneo

Este tipo de identificação é feito pela injeção de um microchip encapsulado por uma cápsula de biovidro. Essa cápsula deve ser recoberta com uma substância biocompatível para garantir a sua resistência, não permitindo a quebra por impactos ou pressões provenientes dos manejos realizados cotidianamente (Pires et al. 2006).

Possui baixo nível de perda, mas pode apresentar migração no corpo do animal, é de difícil recuperação no frigorífico para gados de corte.

Sistema de alimentação automática

Os sistemas de alimentação automática permitem um aumento na frequência de distribuição de alimentos em comparação com os sistemas de alimentação convencionais (Belle et al. 2012), que geralmente fornecem ração totalmente misturada apenas uma ou duas vezes por dia e solicitam um cronograma de trabalho rígido (Borso et al. 2017).

Para automatizar a alimentação dos bovinos, diversas técnicas foram desenvolvidas, sendo possível separá-las, conforme Borso et al. (2017), em três modos:

a) mistura e distribuição

Equipamentos móveis de silos são utilizados para preencher um misturador de ração estacionário, que trabalha de forma a homogeneizar o alimento oferecido às vacas. A vantagem desta variante é que o rebanho pode ser alimentado automaticamente várias vezes ao dia. Contudo, ainda é necessário tempo e mão de obra para o enchimento do alimentador;

b) misturador de enchimento, mistura e distribuição

Neste modo, todas as vacas podem ser alimentadas várias vezes ao dia, pois a capacidade do misturador é maior. A vantagem desta opção está em liberar o pecuarista da tarefa de, em tempos fixos durante o dia, fazer o enchimento do misturador para que haja alimento suficiente;

c) abastecimento, misturador de enchimento, mistura e distribuição

Para uma alimentação totalmente automática há a necessidade de torres ou silos profundos trabalhando em conjunto com o sistema. Desta forma, até que se esgote o alimento contido neles, o criador não precisa se preocupar com o abastecimento do misturador. Para fins de comparação, este método é o mais caro em termos de consumo de energia e construção.

Como uma das vantagens do aumento da frequência de distribuição de ração, tem-se a redução do tempo de permanência do alimento no comedouro, diminuindo a possibilidade de contaminação e de fermentações. Todavia, uma das dificuldades enfrentadas para a implantação dos sistemas de alimentação automática é sua integração ao layout de celeiros novos ou existentes, principalmente em relação à localização e capacidade adequadas para cada criadouro.

Segundo Belle et al. (2012), resultados de pesquisas sobre o efeito da aplicação de sistemas de alimentação convencionais versus sistemas de alimentação automática, sugeriram que a utilização da automação resulta numa distribuição mais uniforme da

alimentação, além de afetar positivamente os padrões de visitas diurnas de vacas leiteiras ao sistema de ordenha automática.

Tráfego para a ordenha

Um sistema de ordenha automática depende da entrada e saída voluntária das vacas na máquina de ordenha sem a ajuda de uma pessoa ou indivíduo do rebanho para guiá-las. Basicamente, as vacas ao se apresentarem ao sistema de ordenha automatizada são obrigadas a passar por portões de seleção automática. Como elas são monitoradas eletronicamente, é possível que o sistema identifique cada uma por meio de sensores, mantendo um registro da sua produção de leite e determinando a quantidade de alimento a ser fornecida durante o processo (Halachmi et al. 2011).

Além disso, o sistema permite conferir o momento em que a vaca foi ordenhada e se está apta para uma nova ordenha. Em caso positivo, o caminho até o box é liberado e o procedimento de ordenha se inicia. Caso a última ordenha tenha acontecido num pequeno intervalo de tempo, a entrada da vaca no box é permitida e logo em seguida ela é rejeitada ou simplesmente sua passagem na entrada é impedida.

Limpeza das tetas

Para se conseguir um leite de boa qualidade para o consumo humano, este deve ser obtido por meio de uma ordenha que passe por um processo de higiene rigorosamente controlado, para que se possa preservar os consumidores de quaisquer doenças causadas por bactérias e outros micro-organismos. Por isto, é necessário que as tetas estejam limpas e secas antes da ordenha para reduzir o risco de infecções intramamárias da vaca e também diminuir o risco de contaminação bacteriana do leite.

Nos sistemas de ordenha automática atuais, há um tempo pré-determinado para a preparação das tetas. Por meio de um sistema programado, todas as tetas são lavadas com a mesma intensidade, num mesmo intervalo de tempo, independentemente do nível de sujeira das mamas e há uma inspeção antes das teteiras serem colocadas.

Para o processo de limpeza, podem ser utilizados escovas rotativas controladas que além de atingirem o seu principal objetivo, podem também influenciar na dilatação das tetas,

estimulando a liberação de ocitocina e a descida do leite para a remoção completa do mesmo (Mačuhová et al. 2003).

Estudos realizados por Kolbach, Kerrisk e Garcia (2013) avaliaram a preparação do úbere para ordenha automática, e mostraram que as vacas que passaram pelo procedimento de lavagem tiveram chances maiores de sucesso na fase de acoplamento das teteiras do que as que não passaram pelo mesmo processo. Além do acoplamento ser mais bem-sucedido, ele também foi feito de maneira mais rápida e taxas de pico de fluxo do leite foram significativamente maiores, o que beneficia todo o processo.

Localização das tetas e colocação das teteiras

Os sistemas de ordenha automatizada executam funções como processos de detecção das tetas e colocação das teteiras de ordenha de forma autônoma. Esses processos devem ser capazes de determinar exatamente as coordenadas de espaço rápido o suficiente para que a aplicação seja bem-sucedida e invasiva ao animal (Azouz et al. 2015).

Segundo Klomp et al. (1990), antigamente, a estratégia de controle utilizada para conectar as teteiras de ordenha podia ser dividida em três modos:

a) modo de aproximação

A estratégia de acoplamento começava quando o braço robótico estava em uma posição estacionária completamente fechada. Quando um sinal era recebido, do sistema de gerenciamento, avisando que havia uma vaca para ser ordenhada, o suporte contendo as teteiras de ordenha era conectado ao braço robótico e movido em direção à vaca. Durante a aproximação, o robô se movimentava lentamente com o auxílio de sensores para a área onde as tetas estavam localizadas;

b) modo de captura

Uma vez que a posição de referência da teta foi detectada, a fase de aproximação era terminada e se iniciava o modo de captura. Durante o modo de captura, o robô posicionava as teteiras de ordenha na parte inferior do úbere da vaca, especificamente debaixo da teta.

Após o ponto de referência ter sido detectado, essa posição permanecia fixada enquanto eram feitos movimentos verticais, com as teteiras, que seguiam as informações fornecidas pelos sensores grosseiros para acoplarem perfeitamente à teta. As posições das outras tetas relativas ao ponto inicialmente detectado eram identificadas com o auxílio de outro sensor ultrassônico (sensor fino), que também era especialmente desenvolvido para este fim;

c) modo de bloqueio

Por fim, no modo de bloqueio, com as posições das tetas já detectadas, eram feitos pequenos movimentos que seguiam a vaca para poder fixar as teteiras de ordenha, uma de cada vez. Com todas as teteiras anexadas, a ordenha realmente começava.

Com o passar dos anos, os princípios básicos do acoplamento não mudaram, mas as tecnologias utilizadas agora estão mais refinadas. A seguir serão descritas brevemente algumas tecnologias de varredura empregadas no procedimento de fixação das teteiras.

Varredura a laser

A maioria dos sistemas de sensores numa ordenha automática comercial são baseados em laser/visão. Uma câmera é utilizada para a localização da faixa do laser que incide em uma teta. A fim de triangular a posição da teta, a localização da faixa na imagem da câmera é interligada às distâncias relativas entre o laser e a câmera e os ângulos de incidência da luz (Rutten et al. 2013).

Esse sistema pode oferecer informações confiáveis e precisas sobre a posição de uma teta, mas só é possível identificar uma por vez. O sistema ajusta dados históricos de posição e da leitura do scanner a laser para identificar as posições das quatro tetas. Esta técnica resulta em um prolongamento do tempo para a detecção das tetas usando o scanner a laser. A colocação das teteiras neste modelo dura cerca de 1 minuto para ser completa e é feita por dois robôs, já quando a aplicação é feita de forma manual, dura cerca de 10 segundos.

Após a localização bem-sucedida e a teteira acoplada, o sistema passa para a próxima teta. Este procedimento é repetido até que todas as teteiras estejam conectadas.

Identificação utilizando imagens óticas e térmicas

O modelo desenvolvido por Azouz et al. (2015), é um sistema de visão multimodal que combina imagens óticas e imagens térmicas. As duas tecnologias juntas e calibradas são empregadas em um sistema de visão. Para a determinação de posição tridimensional é utilizado algoritmos de detecção do teto. Os resultados do experimento de Azouz demonstraram que através da introdução de imagens térmicas a eficiência da técnica de estereovisão pode ser aumentada para a localização dos tetas.

Observações prévias com câmera térmica, identificaram que o úbere e tetas de vacas apresentam temperaturas mais altas que o resto do corpo, o que poderia ser utilizado para sua identificação. Para a detecção das tetas, é utilizado uma maior densidade de pixels do sistema óptico, o que fornece a precisão posicional apropriada, enquanto que o sistema térmico é utilizado para criar uma pequena região de busca ao identificar as extremidades do teto nas imagens ópticas.

Visto que a cada dia mais sensores vão se tornando disponíveis, seria ideal que os agricultores conhecessem os mais diversos tipos de ferramentas oferecidas pelo mercado que possam melhorar a gestão de suas fazendas. A questão sobre sensores envolve o valor econômico, mas também a utilidade para o gerenciamento e como vão facilitar todo o processo da ordenha (Rutten et al. 2013).

Detecção de mastite e anormalidades no leite

A mastite é uma das doenças bovinas que ocorrem com maior frequência e que mais afetam a indústria leiteira. Ela tem efeitos negativos sobre a economia agrícola devido a perdas de produção de leite, custos de tratamento e custos de abate (Kamphuis et al. 2008).

Em sistemas de ordenha automática, a detecção da mastite se dá por meio de um sistema automático de identificação, sendo que neste a inspeção é realizada por sensores que medem certas propriedades do leite, e um algoritmo transforma os dados obtidos em alertas (Rutten et al. 2013).

Estas listas são acionadas para indicar ao criador que deverá ser feita uma análise das informações sobre o estado de saúde do úbere de suas vacas. As listas de alerta são geradas a partir de medições de sensores durante a ordenha e relatam as vacas suspeitas de terem mastite clínica (Rutten et al. 2013).

Segundo Kamphuis et al. (2008), as listas de alerta são geradas com modelos que tendem a limitar-se a usar o valor máximo ou médio do padrão de dados do sensor, excluindo potencialmente outras informações valiosas. Deste modo, vacas podem ser colocadas nas listas desnecessariamente, fazendo com que sua sensibilidade para classificação de leite anormal seja pouco eficiente para separação automatizada.

Condutividade elétrica

Os sistemas de ordenha automática mais comuns utilizam a condutividade elétrica para identificar a mastite clínica em leite anormal. As informações sobre o leite são coletadas constantemente durante a ordenha e analisadas com medidas dos sensores, resultando em uma série de dados temporais.

A partir desses padrões obtidos, as variáveis preditivas são extraídas e aplicadas em modelos que farão a classificação do leite. Essas variáveis podem ser comparadas entre ordenhas do mesmo trimestre ou com outras ordenhas para detectar mudanças de padrões que possivelmente foram alterados devido à ocorrência de mastite (Kamphuis et al. 2008).

Sensores para identificação da cor

Variáveis relacionadas à cor podem ser eficientes para classificação anormal do leite como por exemplo, um leite com a cor levemente rosada, devido a pequenas quantidades de sangue, pode ser identificado utilizando sensores de cor, e na ocorrência deste evento, o leite é desviado (Rasmussen 2005).

Termografia infravermelha

A termografia infravermelha é um método não invasivo utilizado para verificar as variações do fluxo sanguíneo e da temperatura corporal do animal. Uma inflamação local na fase aguda da doença pode fazer com que os animais apresentem uma elevação da temperatura da superfície da pele do úbere.

Os sensores identificam essas alterações por meio da radiação eletromagnética no espectro vermelho emitida pela teta da vaca, devido à alta temperatura. Após essa radiação ser detectada, ela é utilizada para construir uma imagem termográfica onde a cor de cada

pixel é proporcional à temperatura correspondente da superfície observada (Zaninelli et al. 2018).

Embora alguns sistemas atuais possam detectar a mastite clínica, a classificação poderia ser mais refinada utilizando-se tecnologias mais avançadas, para permitir assim a redução do número de vacas que estão nas listas de alerta desnecessariamente (Kamphuis et al. 2008), melhorar as condições de identificação para a indústria leiteira, além de evitar o descarte demasiado da produção de leite.

CONCLUSÕES

A partir desta pesquisa foi possível detalhar os processos que são executados, desde a identificação da vaca até a fase de análise do leite, num sistema de ordenha automática. Esses sistemas têm o potencial de aumentar a produção de leite, diminuir a mão de obra e, simultaneamente, melhorar o bem-estar das vacas leiteiras.

Muitas pesquisas têm sido feitas para melhorar as técnicas utilizadas nos processos de ordenha automática. Desta forma, recomenda-se à medida que os fabricantes atualizem seus sistemas, as pesquisas deveriam ser atualizadas com a verificação da viabilidade e eficiência destas mudanças.

Artigos que tratam do uso da automação na bovinocultura ainda são escassos, principalmente os métodos mais atuais. Porém, estes trabalhos não exploram o processo criativo, o desenvolvimento, bem como a execução da automação nos sistemas de ordenha automática.

Torna-se interessante realizar pesquisas que apresentem novos métodos e tecnologias que possam ser empregados em cada etapa da ordenha, detalhando principalmente a composição tecnológica dos mecanismos utilizados. Isto beneficiaria a indústria de laticínios como um todo e, particularmente, contribuiria com o aperfeiçoamento das máquinas, o que por sua vez afetaria na decisão dos produtores interessados em adquirir um sistema de ordenha automática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. L. de; ALBUQUERQUE, M. A. M. de; GALVÃO, M. A. A.; FACO, O.; SILVA, K. de M. Avaliação da taxa de retenção de bolus intra-ruminal em caprinos. **Arquivos Latinoamericanos de Produção Animal.** Vol. 24. Supl. 1, p. 684-685, 2016.

AZOUZ, A. B. et al. Development of a teat sensing system for robotic milking by combining thermal imaging and stereovision technique. **Computers And Electronics In Agriculture**, [s.l.], v. 110, p.162-170, jan. 2015. Elsevier BV.

BELLE, Z.; ANDRÉ, G.; POMPE, J. C. A. M.. Effect of automatic feeding of total mixed rations on the diurnal visiting pattern of dairy cows to an automatic milking system. **Biosystems Engineering**, [s.l.], v. 111, n. 1, p.33-39, jan. 2012. Elsevier BV.

BORSO, F. et al. Influence of automatic feeding systems on design and management of dairy farms. **Journal Of Agricultural Engineering**, [s.l.], v. 48, p.48-52, 3 abr. 2017. PAGEPress Publications.

HALACHMI, I. et al. Feed intake of Holstein, Danish Red, and Jersey cows in automatic milking systems. **Livestock Science**, [s.l.], v. 138, n. 1-3, p.56-61, jun. 2011. Elsevier BV.

KAMPHUIS, C. et al. Using sensor data patterns from an automatic milking system to develop predictive variables for classifying clinical mastitis and abnormal milk. **Computers And Electronics In Agriculture**, [s.l.], v. 62, n. 2, p.169-181, jul. 2008. Elsevier BV.

KLOMP, C.; Jongkind, W.; Honderd, G.; Dessing, J.; Paliwoda, R.. Development of an autonomous cow-milking robot control system. **Ieee Control Systems Magazine**, [s.l.], v. 10, n. 6, p.11-19, out. 1990. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

KOLBACH, R.; KERRISK, K. L.; GARCIA, S. S.. Short communication: The effect of premilking with a teat cup–like device, in a novel robotic rotary, on attachment accuracy and milk removal. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 96, n. 1, p.360-365, jan. 2013. American Dairy Science Association.

MACHADO, J. G. DE C. F.; NANTES, J. F. D.. Identificação eletrônica de animais por rádio-freqüência (rfid): Perspectivas de uso na pecuária de corte. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.2, n.1, p.29-36, 2004.

MAčUHOVÁ, J.; TANčIN, V.; BRUCKMAIER, R. M. Oxytocin release, milk ejection and milk removal in a multi-box automatic milking system. **Livestock Production Science**, [s.l.], v. 81, n. 2-3, p.139-147, jun. 2003. Elsevier BV.

PIRES, P. P.; AMARAL, T. B.; GOIOZO, P. F. I.; FERREIRA, V. P. C.; CORRÊA, E. S.; ALMEIDA, J. G. D.. Identificadores Eletrônicos em Bovinos: Uma Nova Ferramenta para o Gerenciamento de Rebanhos de Corte. **EMBRAPA**, 2006.

RASMUSSEN, M. D. Visual scoring of clots in foremilk. **Journal Of Dairy Research**, [s.l.], v. 72, n. 04, p.406-414, 9 mai. 2005. Cambridge University Press (CUP).

RUTTEN, C. J. et al. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. **Journal Of Dairy Science**, [s.l.], v. 96, n. 4, p.1928-1952, abr. 2013. American Dairy Science Association.

ZANINELLI, M. et al. First Evaluation of Infrared Thermography as a Tool for the Monitoring of Udder Health Status in Farms of Dairy Cows. **Sensors**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.862-874, 14 mar. 2018.

II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E ENGENHARIA NA PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL
e
VI SIMPÓSIO NACIONAL DE CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA ISBN: 978-85-66836-24-0
Lavras-MG 5 a 7 de junho de 2019

LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DA MADEIRA DE *EUCALYPTUS* SPP. PARA FINS APLICADOS EM CONSTRUÇÕES RURAIS

Maria Carolina Costa Almeida Zeferino[1], Marcos de Paula Oliveira[1], Lucas Nogueira Neves[2] e Luciano Junqueira Costa[1], Fabiana Carvalho[1].

[1]Universidade Federal de Viçosa (UFV). modepaula@gmail.com
[2]Univiçosa

RESUMO - O uso da madeira em edificações pode se tornar alternativa viável para reduzir o alto déficit habitacional que o país tem enfrentado ao longo das últimas décadas. Para elaborar um projeto para edificação em madeira, é fundamental conhecer as propriedades físicas e mecânicas das espécies a serem utilizadas para determinar onde tais espécies serão melhor dispostas na construção. No entanto, a falta de um folhetim técnico com o resumo dessas propriedades, dificulta a utização deste material. Diante do exposto, o principal objetivo do trabalho foi alocar as espécies estudadas de *Eucalyptus* adequadamento no sistema construtivo, com base nas suas respectivas resistências. Para o desenvolvimento do trabalho foi feita uma revisão de literatura, onde foram selecionadas as espécies do gênero *Eucalyptus*, pela facilidade de adaptação que estas apresentam às diferentes condições edafoclimáticas notadas no Brasil; além deste ser o gênero mais cultivado no país. O documento de referência em termos de classificação de resistência e de propriedades da madeira usado para confecção do presente estudo foi a norma NBR7190:1997 – Projeto em Estrutura de Madeira, que estabelece parâmetros avaliativos para o processo de projeto. Com base na revisão, foi elaborada uma tabela com as principais espécies de Eucalipto empregadas na construção, alocando-as num sistema construtivo de acordo com suas classes de resistência, a fim de garantir a estabilidade e a segurança das partes que o compõem, permitindo o uso responsivo da madeira numa edificação. Dentre as espécies estudadas, observou-se que 50% pertencem à classe de resistência C30, 39% à C40 e 11% à classe C20, a de menor resistência.
Palavras-chave: construção civil, projetos estruturais com madeira, propriedades da madeira.

INTRODUÇÃO

Segundo Augustin (2008) "no mundo todo", a implantação de edificações de madeira está em expansão. Na América do Norte, após a chegada dos colonos, procedimentos já adotados por europeus, especialmente por escandinavos, foram empregados nos Estados Unidos da América e no Canadá (VILELA, 2013). Nos Estados Unidos da América, cerca

de 74% das habitações são feitas em madeira. O Canadá, por sua vez, apresenta dados que corroboram ainda mais a eficiência do material: são 94% das moradias construídas com esse recurso (BORGES, 2002).

No entanto, segundo MELLO (2007), no Brasil as técnicas construtivas em madeira pouco evoluíram. O autor ainda cita que as construções em madeira no país estão associadas a moradias provisórias e de baixa durabilidade, por exemplo quando em contato com fogo. Outro agravante foi a obsoleta indústria madeireira no Brasil. As serrarias eram caracterizadas pelo uso desleixado de material e pelo comportamento amador na atividade, desconhecendo critérios técnicos e normatizações, utilizando instrumentos ultrapassados e empregando mão-de-obra pouco desqualificada em condições de trabalho insalubres (MELLO, 2007).

Quanto à insegurança dos brasileiros em relação ao suposto inferior desempenho do material quando exposto ao fogo, ao contrário do senso comum, a madeira pode apresentar melhores resultados que outros materiais estruturais, como o aço e o concreto, se essa for devidamente dimensionada (MELLO, 2007). De acordo com Calil (2003), em uma situação de incêndio a camada exterior da madeira exposta ao fogo se carboniza, formando um envoltório que atua como isolante térmico e protege a estrutura contra danos iminentes. Os empreendimentos em madeira são também segurados. Seguradoras nacionais como o Banco do Brasil Seguros, cobrem integralmente as residências em madeira com valores semelhantes ao de uma residência convencional em alvenaria. (BB Seguros, 2017)

A utilização da madeira na construção civil consiste, atualmente, em uma forma de atender as exigências de habitação da sociedade e, comparado a outros materiais, reduzir os impactos ambientais causados pela geração de resíduos. Além disso, o tempo de construção é mais rápido, devido ao alto grau de pré-fabricação dos elementos na fábrica (AUGUSTIN, 2008).

De posse das informações mencionadas e da inexistência de uma única literatura que reúna as principais propriedades mecânicas da madeira de diferentes espécies do gênero Eucalyptus spp., tornou-se viável elaborar um material que catalogasse as principais espécies e suas respectivas características e possibilidades de uso na construção civil.

O presente trabalho tem como objetivo, elaborar um levantamento bibliográfico das propriedades mecânicas da madeira das diferentes espécies do gênero Eucalyptus spp. mais cultivadas no Brasil e as possibilidades de uso na construção civil/rural.

As espécies selecionadas foram alocadas, de acordo com suas respectivas propriedades mecânicas, nos diferentes elementos/componentes de um sistema construtivo, de modo que tais características de cada espécie sejam melhor aproveitadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi baseado e consolidado por meio da exploração, compreensão e integração de conhecimentos e pesquisas disponíveis na literatura já publicada. A busca por artigos e documentos que embasassem tal trabalho teve como foco os conceitos de edificações em madeira, habitações, construções e a evolução e diversificação dos usos da madeira.

Tomou-se como ponto de partida as informações contidas nos estudos já desenvolvidos sobre a temática. Assim, a etapa de revisão bibliográfica foi executada por pesquisa nas dissertações, livros, teses, artigos científicos, manuais, normas e correlatos.

A elaboração do referencial teórico do atual estudo destinou-se à aquisição de informações tecnológicas e conhecimentos científicos a respeito das madeiras do gênero Eucalyptus spp. e critérios e condições para utilizá-las e alocá-las num sistema construtivo.

A escolha pelo referido gênero deu-se, principalmente, por este ser constituído por espécies facilmente adaptáveis às diferentes condições climáticas observadas no Brasil, e pelo fato de o eucalipto ser cultivado, atualmente, em quase todas as regiões, tornando-se o gênero mais usado em plantios de reflorestamentos no país. Soma-se ainda o fato de que a madeira do gênero Eucalyptus é usada para suprir a maior parte das indústrias do setor florestal brasileiro.

Após fazer o levantamento bibliográfico das características mecânicas das madeiras do gênero Eucalyptus, utilizou-se como suporte para informações sobre construções de madeiras dicotiledôneas, a norma NBR 7190 – Projeto de Estruturas de Madeiras (ABNT, 1997). Na

referida norma, estão estabelecidas classes de resistência de madeira, levando em conta as propriedades físicas e mecânicas.

Com base no conhecimento acerca das propriedades das madeiras foi possível o delineamento de requisitos e critérios para a alocação do material em um sistema construtivo, onde as propriedades mecânicas das mesmas fossem melhor aproveitadas, visando sempre à qualidade, durabilidade e estabilidade dimensional das peças.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compreensão prévia das partes do sistema isoladamente permite interpretar e, em seguida agir de modo sistêmico em todos os elementos na concepção do projeto como um todo, de forma global, uma vez que tais elementos possuem a função de integrar-se entre si, garantindo as condições estáticas de segurança.

De posse das informações obtidas e do conhecimento das principais propriedades mecânicas das espécies de *Eucalyptus* selecionadas, tornou-se possível gerar uma tabela (Tabela 1) para consulta das espécies do referido gênero com a classificação das principais espécies do gênero *Eucalyptus* em classes de resistência.

Tais valores mostrados na tabela, foram retirados do IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicos do Estado de São Paulo, IPEF- Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, NBR:7190 (ABNT, 1997).

Tabela 1. Classificação das madeiras de Eucalipto na construção, de acordo com suas respectivas resistências (fc0:resistência a compressão paralela às fibras; fc0k: resistência característica à compressão paralela às fibras; fvk: resistência ao cisalhamento, fvk: resistência característica ao cisalhamento; fm: resistência à flexão; MOE: Módulo de Elasticidade e MOR: Módulo de Ruptura

Eucalyptus spp.	Propriedade Física	Propriedades Mecânicas							Classificação
Espécie (Nome Científico)	**Densidade Aparente (Kg/m³)**	**f_{c0} (MPa)**	**f_{c0k} (MPa)**	**f_v (MPa)**	**f_{v0k} (MPa)**	**f_m (MPa)**	**MOE**	**MOR**	**Classe de Resistência**
Eucalyptus camaldulensis	899	48	33.6	9	6.93		13286		C30
Eucalyptus Alba	705	47.3	33.11	9.5	7.315		13409		C30
Eucalyptus citriodora	999	62	43.4	10.7	8.239	375.1	18421	205.1	C40
Eucalyptus cloeziana	822	51.8	36.26	10.5	8.085		13963	130.6	C30
Eucalyptus dunni	690	48.9	34.23	9.8	7.546		18029	123.4	C20
Eucalyptus grandis	640	40.3	28.21	7	5.39	233.6	12813	117.7	C20
Eucalyptus maculata	931	63.5	44.45	10.6	8.162		18099	129	C40
Eucalyptus maidene	924	48.3	33.81	10.3	7.931		14431		C30
Eucalyptus microcorys	929	54.9	38.43	10.3	7.931		16782		C30
Eucalyptus paniculata	1087	72.7	50.89	12.4	9.548		19881		C40
Eucalyptus propinqua	952	51.6	36.12	9.7	7.469		15561		C30
Eucalyptus punctata	948	78.5	54.95	12.9	9.933		19360		C40
Eucalyptus saligna	731	46.8	32.76	9.7	7.469	313.94	14933	101.6	C30
Eucalyptus tereticornis	899	57.7	40.39	8.2	6.314		17198		C40
Eucalyptus urophylla	739	46	32.2	9.7	7.469	326.1	13166	150.7	C30
Eucalyptus resinífera	740	55.87	39.109	8.3	6.391			149	C30
Eucalyptus botryoides	889	70	49	16.16	12.443		15600	125.1	C40
E. grandis x *E. urophylla* (híbrido)	545	67.3	47.11				12628	102.3	C40

Com base nas características mecânicas das espécies (Tabela 1), obtidas no levantamento bibliográfico feito, juntamente às classificações de resistências da NBR-7190 e análise dos componentes de um sistema construtivo, possibilitou-se a alocação das espécies nos respectivos elementos da construção (Tabela 2), de forma que tais características sejam adequadas ao determinado uso, respeitando os esforços solicitantes que cada componente sofrerá e visando a durabilidade e estabilidade dimensional das peças.

Espécie	Uso da madeira na construção civil						Usos finais
	Pesada			Leve			
	Externa	Interna	Externa	Interna			
				Decorativa	Estrutrural	Esquadrias	
Eucalyptus camaldulensis		x	x	x	x	x	ripa; rodaforro; forro
Eucalyptus alba		x	x	x	x	x	ripa; rodaforro; forro
Eucalyptus citriodora	x	x	x	x	x	x	Caibro; 1/2 tábua; rodapé; marco; esquadrias; corrimão
Eucalyptus cloeziana		x	x	x	x	x	ripa; rodaforro; forro
Eucalyptus dunni				x			fins não estruturais
Eucalyptus grandis				x			fins não estruturais
Eucalyptus maculata	x	x	x	x	x	x	Caibro; 1/2 tábua; rodapé; marco; esquadrias; corrimão
Eucalyptus maidene		x	x	x	x	x	ripa; rodaforro; forro
Eucalyptus microcorys		x	x	x	x	x	ripa; rodaforro; forro
Eucalyptus paniculata	x	x	x	x	x	x	Caibro; 1/2 tábua; rodapé; marco; esquadrias; corrimão
Eucalyptus propinqua		x	x	x	x	x	ripa; rodaforro; forro
Eucalyptus punctata	x	x	x	x	x	x	Caibro; 1/2 tábua; rodapé; marco; esquadrias; corrimão
Eucalyptus saligna		x	x	x	x	x	ripa; rodaforro; forro
Eucalyptus tereticornis	x	x	x	x	x	x	Caibro; 1/2 tábua; rodapé; marco; esquadrias; corrimão
Eucalyptus urophylla		x	x	x	x	x	ripa; rodaforro; forro
Eucalyptus resinifera		x	x	x	x	x	ripa; rodaforro; forro
Eucalyptus botryoides	x	x	x	x	x	x	Caibro; 1/2 tábua; rodapé; marco; esquadrias; corrimão
E. grandis x *E. urophylla* (híbrido)	x	x	x	x	x	x	Caibro; 1/2 tábua; rodapé; marco; esquadrias; corrimão

A tabela acima foi construída com base nas informações da norma NBR:7190 (ABNT, 1997).

Na figura abaixo (Figura 3) está representada a distribuição das espécies estudadas, de acordo com as classes de resistência estabelecidas pela norma adotada.

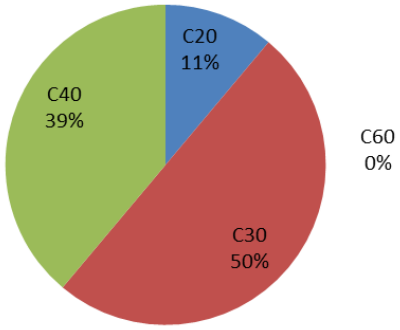


Figura 3. Distribuição das espécies estudadas, por classe de resistência.

Fonte: Autor.

Observa-se que 50% das espécies estudadas pertencem à classe C30, enquanto a classe de menor resistência, a C20, representa apenas 11% das espécies selecionadas.

Na figura abaixo (Figura 4), as espécies foram agrupadas de acordo com seus respectivos usos no sistema construtivo.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

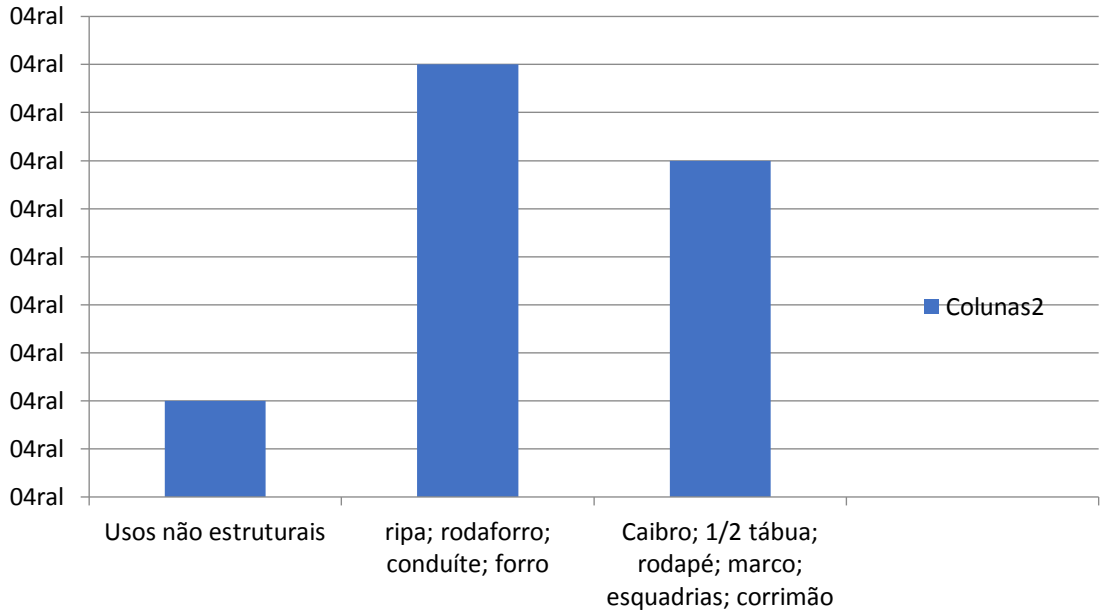


Figura 4. Número de espécies destinadas para cada uso final na construção.
Fonte: Autor.

De acordo com os resultados observa-se que apenas as espécies das classes de resistência C40 devem ser indicadas para a confecção de caibros, 1/2 tábua, rodapés, marcos, esquadrias e corrimões, no caso, seriam as espécies *E. citriodora*, *E. maculata*, *E. paniculata*, *E. punctata*, *E. tereticornis*, *E. botryoides* e o híbrido *E. urophylla* x *E. grandis*.

Já as espécies da classe C30, são melhor aproveitadas quando destinadas à confecção de forros, ripas e roda-forros. Tais espécies são: *E. camaldulensis*, *E. alba*, *E. cloeziana*, *E. maidene*, *E.microcorys*, *E. propinqua*, *E. saligna*, *E. urophylla* e *E. resinífera*.

As espécies *E. dunni* e *E. grandis*, por pertencerem à classe de resistência C20, não devem ser indicadas para fins estruturais. No entanto, estas podem ser usadas, de forma temporária, na implantação da obra, na forma de escoras, moirões e para fins decorativos livres de intempéries na construção.

CONCLUSÃO

A análise dos elementos constituintes de um sistema construtivo e o conhecimento das propriedades mecânicas das madeiras de *Eucalyptus* spp. é de suma importância no uso responsivo da madeira na construção e para garantia de segurança da edificação.

Dentre as espécies estudadas, observou-se a possibilidade de uso para fins estruturais em peças as espécies *E. citriodora, E. maculata, E. paniculata, E. punctata, E. tereticornis, E. botryoides, o híbrido E. urophylla x E. grandis, E. camaldulensis, E. alba, E. cloeziana, E. maidene, E.microcorys, E. propinqua, E. saligna, E. urophylla* e *E. resinífera*, em função das suas classes de resistência (C30 e C40), no entanto, as espécies da classe C20 devem ser utilizadas apenas para fins não estruturais e decorativos devido ao baixo valor de sua resistência. É de suma importância garantir a estabilidade dimensional das peças de madeira, e fazer uso de técnicas adequadas para a preservação das mesmas, de acordo com seus usos finais na construção, tendo em vista a probabilidade deste material ficar sujeito aos imtempéries, à deterioração por agentes biológicos e ataques de xilófagos, devido às condições adversas à sua instalação.

É importante o conhecimento das classes de resistência de cada componente de madeira a ser utilizado na construção, para destiná-lo ao seu uso final adequado para incentivar e difundir o uso da madeira na construção civil.

Faz-se necessária a contribuição por meio de pesquisas voltadas para proteção e preservação contra manifestações patológicas nas estruturas quando expostas a condições higrotérmicas, para assim, modificar o pensamento da sociedade quanto a suposta baixa resistência e fragilidade de madeira que perdura no país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUGUSTIN, M. (Org.). **Timber structures – Handbook 1 of Educational materials for designing and testing of timber structures: TEMTIS.** Leonardo da Vinci Pilot Project. Ostrava, Czech Republic, 2008.

BB SEGUROS. BB Seguro Residencial Estilo. **BB seguros**, 2017. Disponivel em: <https://www.bbseguros.com.br/seguradora/para-voce/seguro-residencial/seguro-residencial-estilo/>. Acesso em: 5 Junho 2017.

BORGES, A. Retorno à cena civil. **Jornal Gazeta Mercantil**, São Paulo, 2002.

CALIL JR, C.; LAHR, F. A. R.; DIAS, A. A. **Dimensionamento de Elementos Estruturais de Madeira**. Barueri, SP: Manole, 2003.

MELLO, R. L. **Projetar em madeira: uma nova abordagem**. Tese (Mestrado em Arquitetura), Brasília, Julho 2007. 184.

VILELA, M. I. M. **A madeira na construção de habitação coletiva**. Faculdade de Comunicação, Artes, Arquitetura e Tecnologias da Informação. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Porto, 2013. p194.

CARACTERIZAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS REFRATÁRIOS PARA FORNOS DE CARVÃO VEGETAL

Pedro Henrique Lage Pena[1], Marcos de Paula Oliveira[1], Luciano Junqueira Costa[1], Larissa Carvalho Santos[1] e Lucas Nogueira Neves[2]

[1]Universidade Federal de Viçosa (UFV). modepaula@gmail.com
[2]Univiçosa

RESUMO - Levando em consideração a competitividade empresarial é comum a busca por uma produção de Carvão Vegetal com alto rendimento e baixo custo, tonando-se fundamental o conhecimento da estrutura e funcionamento dos fornos para melhorias do processo. O uso de tijolos refratários em fornos incineradores tem sido constante pois apresentam resistência ao impacto e altas temperaturas, desse modo, a caracterização das propriedades físicas, geométricas, químicas e mecânicas, e a realização da análise visual é relevante para determinar o melhor material para a construção dos fornos de Carvão Vegetal. No que se refere às características visuais, a presença ou não de defeitos e imperfeições sistemáticas foram contabilizadas; às características geométricas, foram observadas a forma e as dimensões de fabricação; às propriedades físicas, avaliou-se a massa seca, massa úmida e o índice de absorção de água; à composição química do material, calculou-se a porcentagem dos compostos refratários que compõem a argila utilizada na produção dos tijolos; às características mecânicas, observou-se a resistência à compressão uniaxial individual e a resistência ao impacto em diferentes ciclos de variação térmica. Os resultados obtidos foram a não apresentação de informações sobre as dimensões do segundo lote, a não apresentação de defeitos sistemáticos de ambos os lotes, a presença de uma valha no cozimento do segundo lote, a constatação satisfatória dos índices de absorção de água nos dois lotes. Além disso, notou-se uma deficiência de Dióxido de Silício nas amostras e, observou-se que o segundo lote apresenta maior resistência mecânica que acresce com o aumento da temperatura, podendo ser relacionado este último, com a continuidade do processo de cozimento. Assim, recomenda-se o segundo lote em função de suas propriedades, embora os tijolos não atendam completamente as premissas normativas.
Palavras Chaves: construções rurais, fornos de carvão; tijolo refratário; propriedades mecânicas.

INTRODUÇÃO

A geografia brasileira associada com sua grande extensão e intensa insolação trazem vantagens ao país em termos de utilização de fontes de energia renováveis, como hidroelétrica, solar, eólica e também a produção de carvão vegetal proveniente de reflorestamentos sustentáveis (DUBOC, 2007).

O principal destino do carvão no Brasil é o setor de ferro-gusa e aço, que consomem 72% do estoque nacional, seguido da indústria química, alimentícia e cerâmica (EPE, 2011).

a preocupação com a competitividade impulsiona a implementação de novas tecnologias para que a produção de Carvão Vegetal torne-se de alto rendimento e principalmente de baixo custo, sendo o último, um fator decisivo na busca de fornos que tenham grande durabilidade e exijam baixa manutenção (PEREIRA et al., 2012).

Portanto, a melhor compreensão sobre a estrutura dos fornos é decisiva para a otimização do processo.

O uso de blocos cerâmicos refratários na estrutura da parede dos fornos apresentam-se ideal para processos de manufaturas que utilizam altas temperaturas, o que justifica seu emprego na construção de fornos de carvão vegetal, sendo capazes de resistir ao impacto e principalmente resistentes a altas temperaturas (CAMPOS et al, 2016).

O problema encontrado na utilização dos blocos cerâmicos refratários nos fornos se dá pela suposta redução de resistência mecânica ao impacto em função dos repetidos ciclos de variação de temperatura e a movimentação de maquinários nas operações de carregamento e descarregamento dos fornos. Esse impacto é gerado no momento em que peças de madeira são lançadas no interior dos fornos de carvão, atingindo a estrutura.

Portanto, torna-se essencial a caracterização de blocos cerâmicos refratários que virão a ser utilizados na construção de fornos de Carvão Vegetal de alta tecnologia, para projetos que visam melhorar o isolamento térmico e a durabilidade dos fornos.

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar as propriedades Físicas, Químicas e Mecânicas, bem como realizar análise visual de blocos cerâmicos refratários, a fim de escolha do melhor material para construção de fornos de Carvão Vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

O conjunto de ensaios foi realizado no Laboratório de Propriedades da Madeira (LPM) e no Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMC) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), com exceção dos ensaios de caracterização química, que foi desenvolvido no Núcleo de Microscopia e Microanálise da mesma instituição de ensino.

As amostras utilizadas pertencem a dois lotes de blocos cerâmicos refratários, 150 blocos vazados e 96 blocos maciços.

Para caracterização geométrica, foi aferido a altura (H), largura (L) e comprimento (C) dos blocos. A relação do desvio em relação ao esquadro foi obtida entre uma das faces destinadas ao assentamento e a maior face destinada ao revestimento do bloco. Determinou-se a planeza de uma das faces destinadas ao suposto revestimento. Para

 ISBN: 978-85-66836-24-0

realização desses procedimentos, foram utilizados um paquímetro, uma régua e um esquadro.

A caracterização física se deu na determinação da massa seca, sendo os corpos de provas pesados antes e depois de uma hora de estufa, a 100 ±5ºC.

A massa úmida foi obtida pela pesagem após 24 horas de imersão desses mesmos blocos em água. Em ambos processos de pesagem foi necessária a utilização de uma balança e uma estufa. O índice de absorção d´água (AA) de cada corpo-de-prova de ambos os lotes foi determinado pela equação:

$$AA(\%) = \frac{m_u - m_s}{m_s} X100 \ .$$

Para caracterização química, foi calculado a % de óxido de Alumínio, Silício e Magnésio, nesse procedimento foi adotado os padrões do Núcleo de Microscopia e Microanálise da Universidade Federal de Viçosa. A determinação foi realizada por meio do Evaporador de Carbono e do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

De acordo com a caracterização mecânica, foram realizados o teste de resistência a compressão uniaxial e o teste de resistência ao impacto em 3 diferentes cenários. O primeiro cenário as amostras de cada lote foram ensaiadas sem sofrer alguma variação térmica, o segundo cenário as amostras de cada lote foram ensaiadas após o período de 5 horas a 500 ºC no forno mufla e o terceiro cenário cada lote foi ensaiado após dois períodos de 5 horas expostas à 500 ºC no forno mufla. Cada período foi intervalado de 12 horas.

Para caracterização mecânica foram utilizados serra de blocos, máquina universal de ensaios e o testado de impacto por queda. Foram calculadas as médias das energias nos três cenários para os dois lotes de blocos cerâmicos. Por fim, foram analisadas as variações existentes entre os três cenários ensaiados.

Com base nas distâncias necessárias para que a massa de 10 kg pudesse romper as amostras de ambos os lotes nos três cenários criados, foram calculadas as respectivas energias de rompimento pela equação:

$$Energia(J) = mxgxh.$$

Os blocos maciços, por possuírem comprimento superior ao máximo suportável pela máquina universal de ensaios, foram divididos em dois por meio de uma serra de blocos. As duas partes idênticas obtidas foram renomeadas, com o propósito de se identificar a amostra original a qual pertenciam. Em seguida, as amostras de cada lote foram ensaiadas à compressão uniaxial na máquina universal de ensaios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras dos lotes (L1 e L2) não apresentaram, de maneira geral, defeitos externos sistemáticos, tais como quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeçam o seu emprego. Entretanto, ambos os lotes não apresentam a identificação obrigatória por norma, contendo o nome do fabricante e as dimensões do bloco gravadas em uma de suas faces externas.

Uma característica exclusiva do segundo lote, de tijolos maciços, foi a forte alteração de coloração existente entre as porções internas e externas das amostras. O primeiro lote não apresentou diferenças visuais significativas entre as porções internas e externas das amostras rompidas. Entretanto, uma vez serrados em duas partes os corpos de prova do segundo lote apresentaram uma coloração fortemente acinzentada em seu interior, enquanto no exterior a coloração era avermelhada.

Segundo Batista et al. (2009) uma grande variação da coloração pode indicar um rápido aquecimento ou desaquecimento no processo de queima dos blocos cerâmicos, contribuindo para uma alteração da resistência esperada. Em blocos maciços de grandes dimensões, como é o caso dos blocos pertencentes ao segundo lote, à queima deve ser lenta e gradual, para se assegurar a homogeneidade dos produtos.

Com base nas avaliações das características geométricas realizadas pelos quatro ensaios (a – medidas das faces - dimensões efetivas; b – espessura das paredes externas dos blocos; c – desvio em relação ao esquadro e d – planeza das faces) foram obtidos os seguintes resultados:

Os resultados das medições das faces (largura, altura e comprimento) dos lotes 01 e 02, respectivamente, estão disponibilizados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados médio das medições da largura, altura e comprimento do lote 01 e lote 02

Corpo-de-prova	Largura - L (mm)	Altura - H (mm)	Comprimento - C (mm)
L01	105,05	221,40	277,45
L02	71,90	223,90	461,50

* Média de 20 corpos de prova

Segundo projeto fornecido pela fabricante do primeiro lote de blocos (L1) a largura (L) dos blocos é de 114,3 mm, a altura (H) é de 236,5 mm e o comprimento (C) é de 292,1 mm. Os valores individuais das três grandezas (L, H e C) de todos os corpos-de-prova não atendem a máxima tolerância prescrita por norma, que é de ± 5 mm. As mesmas grandezas, largura (L), altura (H) e comprimento (C), têm suas médias ultrapassando a máxima tolerância prescrita por norma, que é de ± 3 mm (item 5.1 da NBR 15270-1:2005). Tais fatos são suficientes para rejeição do lote 1.

O segundo lote não possui a gravação de suas dimensões em uma das faces e não acompanha projeto dimensional, dessa maneira não foi possível comparar as dimensões individuais obtidas com as praticadas pela fabricante.

Os resultados das medições das espessuras da menor parede externa do lote 01 é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados das espessuras da menor parede externa do primeiro lote.

Corpo-de-prova	Espessura (mm)
L01	13,80

* Média de 20 corpos de prova

As paredes possuem mais do que 6 mm, conforme exigido pelo item 5.2 da NBR 15270-1:2005. O segundo lote não foi avaliado nesse quesito por ser constituído de blocos maciços, sendo assim, não apresenta paredes ou septos.

Os resultados médios das medições dos desvios em relação ao esquadro dos lotes 01 e 02, foram disponibilizados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados dos desvios em relação ao esquadro do primeiro lote

Corpo-de-prova	Desvio em relação ao esquadro - D (mm)
L01	3,0
L02	3,0

* Média de 20 corpos de prova

O primeiro lote de blocos atende as exigências da norma na avaliação do desvio em relação ao esquadro (D). Segundo item 8.2.2 da NBR 15270-1:2005 o máximo desvio em relação ao esquadro deve ser de 3 mm para onze dos treze corpos-de-prova. O segundo lote de blocos atende as exigências da norma na avaliação do desvio em relação ao esquadro (D). Segundo item 8.2.2 da NBR 15270-1:2005 o máximo desvio em relação ao esquadro deve ser de 3 mm para onze dos treze corpos-de-prova.

Os resultados médios das medições das planezas das faces dos lote L01 e L02 foram disponibilizados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados das planezas das faces do primeiro lote

Corpo-de-prova	Planeza das faces - F (mm)
L01	2,0
L02	2,5

* Média de 20 corpos de prova

O primeiro lote de blocos é aceito no que diz respeito à planeza das faces (F), pois por amostragem simples tem apenas dois corpos-de-prova com F superior a 3 mm, máximo prescrito por norma (item 5.4 e 8.2.3 da 15270-1:2005). O segundo lote de blocos é aceito no que diz respeito a planeza das faces (F), pois por amostragem simples não tem nenhum dos corpos-de-prova com F superior a 3 mm, máximo prescrito por norma (item 5.4 e 8.2.3 da 15270-1:2005).

Os dados obtidos da massa seca, massa úmida e índice de absorção de água dos lotes 01 e 02 foram apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Determinação da massa seca, massa úmida e índice de absorção de água dos lotes 01 e 02

Corpo de prova	Massa seca[1] (g)	Massa seca[2] (g)	Δ em %	Massa úmida[3] (g)	Índice de absorção de água (AA) %
L01	7159	7150	0,13	8607	20,37
L02	13762	13751	0,08	16390	19,20

* Média de 20 corpos de prova
[1] Refere-se a massa seca obtida após a primeira hora de secagem.
[2] Refere-se a massa seca obtida após a primeira hora de secagem.
[3] Refere-se a massa úmida após 24 horas de imersão em água.
Δ Refere-se a diferença entre as duas pesagens consecutivas (1 e 2) em (%).

A massa seca de cada corpo-de-prova foi obtida depois de constatada que a diferença entre duas pesagens era inferior a 0,25%. Cada pesagem foi intervalada de 1 h, sendo que nesse período os corpos-de-prova estavam em processo de secagem na estufa

a 100 ±5ºC. A massa seca de cada corpo-de-prova foi obtida depois de constatada que a diferença entre duas pesagens era inferior a 0,25%. Cada pesagem foi intervalada de 1 h, sendo que nesse período os corpos-de-prova estavam em processo de secagem na estufa a 100 ±5ºC. Segundo item 5.2 da NBR 15270-1:2005 o índice de absorção d´água não deve ser inferior a 8% nem superior a 22%. Dessa maneira, os lotes 01 e 02 cumprem essa exigência.

Os resultados obtidos da microscopia eletrônica de varredura para a avaliação dos lotes 01 e 02, foram apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Cálculo do número de mols de cada elemento no composto, da massa molar e da porcentagem de cada composto analisado das amostras dos lotes 01 e 02

	Elemento	**Qtde.**	**Composto**	**Nº mol**	**Elemento**	**Qtde.**	**Massa molar**	**%**
L01	Al	2	Al_2O_3	0,002487	O	3	101,9622	25,36
	Si	1	SiO_2	0,006813	O	2	60,0848	40,93
	Fe	2	Fe_2O_3	0,000232	O	3	159,6922	3,71
	Mg	1	MgO	0,000141	O	1	40,3044	0,57
L02	Al	2	Al_2O_3	0,0030648	O	3	101,9622	31,25
	Si	1	SiO_2	0,0076358	O	2	60,0848	45,88
	Fe	2	Fe_2O_3	0,0003648	O	3	159,6922	5,83
	Mg	1	MgO	0,0002896	O	1	40,3044	1,17

Para o primeiro lote, a análise resultou em 25,36% de Alumina ou Óxido de Alumínio (Al_2O_3), 40,93% de Dióxido de Silício (SiO_2) e 0,57% de Óxido de Magnésio (MgO). De acordo com a tabela 17, a argila constituinte do primeiro lote de tijolos não está classificada dentre as argilas refratárias comuns. O teor de Óxido de Alumínio presente nas amostras do primeiro lote é condizente com a classificação de argilas refratárias sílico-aluminosas, todavia, há uma deficiência no teor de Dióxido de Silício, que é de 40,93%, quando deveria estar entre 50 e 70%.

Para o segundo lote, a análise resultou em 31,25% de Alumina ou Óxido de Alumínio (Al_2O_3), 45,88% de Dióxido de Silício (SiO_2) e 1,17% de Óxido de Magnésio (MgO). De acordo com a tabela 17, a argila constituinte do segundo lote de tijolos não está classificada dentre as argilas refratárias comuns. O teor de Óxido de Alumínio presente nas amostras do segundo lote é condizente com a classificação de argilas refratárias sílico-aluminosas, todavia, há uma deficiência no teor de Dióxido de Silício, que é de 45,88%, quando deveria estar entre 50 e 70%.

Os resultados obtidos com as análises mecânicas realizadas no Laboratório de Engenharia Civil (LEC) da Universidade Federal de Viçosa estão apresentados a seguir.

Tabela 7. Valor médio da resistência à compressão uniaxial (L1 e L2)

Corpo de prova	Massa (Kg)	Peso (KN)	Tensão (MPa)
L01	3716,7	36,5	1,27
L02	15734	154,352	4,92

* Média de 20 corpos de prova

A tensão média encontrada para as 20 amostras representantes do primeiro lote é 1,27 MPa. Enquanto a tensão média encontrada para as vinte amostras representantes do segundo lote é 4,92 MPa.

Os valores médios do ensaio de resistência ao impacto são apresentados nas tabelas 8, 9 e 10.

Tabela 8. Cenário 1 - Amostras ensaiadas sem variação térmica (L01 e L02)

Corpo de prova	Massa (K)	Altura (m)	Energia (J)
L01	10	0,15	14,55
L02	10	0,25	25,61

* Média de 20 corpos de prova

Tabela 9. Cenário 2 - Amostras com uma variação térmica de 500 ºC (L1)

Corpo de prova	Massa (K)	Altura (m)	Energia (J)
L01	10	0,15	21,26
L02	10	0,25	22,73

* Média de 20 corpos de prova

Tabela 10. Cenário 3 - Amostras com duas variações térmicas de 500 ºC (L1)

Corpo de prova	Massa (K)	Altura (m)	Energia (J)
L01	10	0,24	23,87
L02	10	0,34	32,54

* Média de 20 corpos de prova

Comparando os cenários analisados para o primeiro lote, os resultados obtidos tiveram as seguintes variações.

- Cenário 1 (sem variação térmica) / Cenário 2 (uma variação térmica): acréscimo de 46,07% da energia resistente nas amostras do cenário 2.
- Cenário 1 (sem variação térmica) / Cenário 3 (duas variações térmicas): acréscimo de 64,04% da energia resistente nas amostras do cenário 3.

- Cenário 2 (uma variação térmica) / Cenário 3 (duas variações térmicas): acréscimo de 12,31% da energia resistente nas amostras do cenário 3.

Comparando os cenários analisados para o segundo lote, os resultados obtidos tiveram as seguintes variações:

- Cenário 1 (sem variação térmica) / Cenário 2 (uma variação térmica): redução de 10,90% da energia resistente nas amostras do cenário 2.
- Cenário 1 (sem variação térmica) / Cenário 3 (duas variações térmicas): acréscimo de 27,56% da energia resistente das amostras do cenário 3.
- Cenário 2 (uma variação térmica) / Cenário 3 (duas variações térmicas): acréscimo de 43,17% da energia resistente das amostras do cenário 3.

CONCLUSÃO

Os blocos não apresentaram defeitos sistemáticos; ausência de informações sobre as dimensões do segundo lote, dificultando sua análise; variação de coloração apresentada pelo segundo lote comprovando uma falha no processo de cozimento. O desvio das faces e a planeza se apresentaram conforme as especificadas pela norma.

Em relação à caracterização física concluiu-se que o índice de absorção de água atendeu as premissas da normativa em ambos os lotes. Além disso, observou-se uma deficiência de Dióxido de Silício nas amostras, isso significa que elas não são classificadas como refratárias, esse fato se deve ao tipo de argila utilizada.

O segundo lote apresentou maior resistência mecânica à compressão uniaxial e maior energia necessária para ruptura por impacto nos três cenários. Constatou-se o aumento da resistência com a variação térmica, que pode estar relacionado com a continuidade do processo de cozimento e com a redução da porosidade. Embora os tijolos não atendam totalmente as especificações normativas, recomenda-se o segundo lote em razão de suas propriedades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 15270-1: **Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos**, Rio de Janeiro, RJ (2005).

Associação Brasileira de Normas Técnicas - **ABNT NBR 15270-2: Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos**, Rio de Janeiro, RJ (2005). [Links]

Associação Brasileira de Normas Técnicas - **ABNT NBR 15270-3: Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de ensaio**, Rio de Janeiro, RJ (2005).

BATISTA, V. R.; NASCIMENTO, J. J. S.; LIMA, A. G. B. D. **Secagem e retração volumétrica de tijolos cerâmicos maciços e vazados: uma investigação teórica e experimental**. Revista Matéria, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 5, 2009. ISSN 1517-7076.

CAMPOS, A.; SILVA, F.; HENRIQUE; LEONARD; **Refratários para Altos-Fornos.** Ouro Preto, 2012.

DUBOC, E., et al. Panorama Atual da Produção de Carvão Vegetal no Brasil e no Cerrado. **Embrapa - Documentos,** *197*, 37, 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. 2011. **Balanço Energético Nacional 2011: Ano Base 2010**. 266p. Rio de Janeiro, 2011.

PEREIRA, B.L.C, **Qualidade da Madeira de Eucalyptus para a produção de carvão vegetal**. 2012. 88f. Dissertação de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2012.

COMPORTAMENTO DE COELHOS E ENTALPIA EM UM GALPÃO CUNÍCULA EM DIFERENTES HORÁRIOS

Daniela Rodrigues da Silva [1], Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz [2], Maria Alice Junqueira Gouvêa Silva [3], Raquel Silva de Moura [4], Verónica González Cadavid [5]

[1]2º período de Zootecnia UFLA, Bolsista de Iniciação Científica CNPq rodriguesdaniela005@gmail.com
[2]Orientadora, Zootecnista, Profª D.Sc, DEG, UFLA patricia.ponciano@ufla.br,
[3]Zootecnista, Pós graduanda em Engenharia Agrícola, DEG, UFLA alicejunqueira.6@gmail.com,
[4]Médica Veterinária, Profª D.Sc, DZO, UFLA,
[5]Zootecnista, Profª D.Sc Universidad Nacional de Colombia, UNAL

Resumo: Em um ambiente de produção, os coelhos acabam sendo expostos a muitos fatores estressantes como, por exemplo, altas temperaturas, o que pode favorecer a ocorrência de comportamentos atípicos, podendo estes serem usados como indicadores de estresse térmico. Neste contexto, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de se avaliar as condições térmicas de um galpão cunícula e o comportamento de coelhos da raça Nova Zelândia durante três períodos do dia ao longo de sete dias da semana. O experimento foi realizado em maio do ano de 2016, em um galpão para coelhos do Departamento de Zootecnia da UFLA no município de Lavras, MG. Para caracterizar o ambiente térmico no interior do galpão foram realizadas medições de temperatura do bulbo seco (tbs, °C), umidade relativa (UR, %) e temperatura de globo negro (tgn, °C) e a velocidade do vento (V, m s^{-1}) na altura 1,0 m dentro do galpão, em três horários do dia, às 6, 12 e 18 horas. E posteriormente calculou-se a entalpia. As avaliações de comportamento foram realizadas em 26 animais e o monitoramento foi feito na forma de registro pontual, com duração de 2 min $gaiola^{-1}$ a uma distância de 1 m de cada gaiola. As avaliações foram feitas nos horários de 6, 12 e 18 horas durante sete dias seguidos. Posteriormente, realizou-se uma listagem das unidades comportamentais (etograma) dos coelhos, bem como a porcentagem do tempo que os coelhos passaram em cada comportamento para que fosse possível observar a condição de conforto ou desconforto do animal. Por meio das análises de comportamento constatou-se que durante as 6h os coelhos permaneceram a maior parte do tempo deitados, eles exploram pouco e fazem a ingestão de poucos alimentos e água. Às 12h, horário que apresenta maiores valores de entalpia, há uma ingestão de alimentos significativa e uma menor exploração da gaiola. Às 18h comparados com os demais horários é quando os coelhos ingerem alimentos e água por mais tempo e exploram mais a sua gaiola.
Palavras-chave: agrupamento hierárquico, conforto térmico, cunicultura.

INTRODUÇÃO

Conceitos de conforto e bem-estar dos animais que objetivam a redução do estresse dos animais estão cada vez mais presentes como exigências das legislações atuais, bem como do mercado consumidor, tanto para o produtor, como para a indústria (Scapinello

 ISBN: 978-85-66836-24-0

et al., 2012). Dentre os valores que podem influenciar as condições térmicas no interior do galpão, pode-se destacar a temperatura do ar, umidade relativa, ventilação e a radiação. E estes fatores apresentam grande influência no conforto e bem-estar dos animais.

Conforme destacado por Scapinello et al. (2012) o Brasil com sua grande extensão, perfil climático e potencial de produção de matérias primas para a alimentação animal, apresenta condições extremamente favoráveis para o desenvolvimento da cunicultura, mas, devido à ausência de políticas de apoio, falta de assistência técnica e infraestrutura e a incipiência de um trabalho de promoção e marketing, há limitação de avanços no setor, colocando a atividade como alternativa emergente. Pode-se destacar a criação e produção de coelhos como uma atividade de alta facilidade, por seus baixos custos e pouca demanda de esforços. A interação entre fatores genéticos, nutricionais, principalmente ambientais é fundamental na determinação de uma eficiente produção de coelhos.

Nos últimos anos, a análise do bem-estar na criação de coelhos tem merecido atenção e muitas pesquisas visam avaliar alternativas nos sistemas de alojamento e maneiras de melhor sua produtividade (HOY, 2006; VERGA et al.,2007). Uma dessas maneiras para se aumentar a produtividade é ajustar o ambiente de criação as condições térmicas adequadas. Uma das formas de se avaliar as condições térmicas no interior do galpão é por meio da entalpia (H), que é uma propriedade termodinâmica que pode ser usada na avaliação do ambiente térmico para animais, pois considera as variáveis meteorológicas que mais influenciam no conforto térmico animal, a temperatura e a umidade relativa do ar (RODRIGUES et al., 2010).

No entanto, somete a avaliação do ambiente térmico em que o animal está sendo criado não é suficiente para se conhecer as necessidades reais para o bem-estar para o animal pois o ambiente influencia diretamente na sua expressão comportamental e nas respostas fisiológicas e produtivas (NAZARENO et al., 2011). A avaliação do comportamento animal é uma tarefa importante para se compreender as interações complexas entre os indivíduos e seu ambiente (CORDEIRO et al., 2011).

Neste contexto, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de se avaliar o comportamento de coelhos da raça Nova Zelândia durante três períodos do dia ao longo de sete dias da semana.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em maio de 2016, no município de Lavras, MG com latitude 21° 14' S, longitude 45° 00' W Gr e 918 m de altitude e, com classificação climática de Köppen de Cwa, Utilizou-se um galpão no setor de Cunicultura do Departamento de Zootecnia da UFLA, orientado na direção Leste-Oeste, com 6,20 m de largura, 9,60 m de comprimento, pé-direito de 3,40 m, beiral de 1,15 m, cobertura de telhas coloniais de barro, com inclinação de 30º.

Utilizou-se 26 coelhos da raça Nova Zelândia machos e fêmeas, com idade de 58 dias de vida alojados ao acaso em 13 gaiolas de arame galvanizado com dois coelhos cada.

As avaliações de comportamento foram realizadas nos 26 animais e o monitoramento foi feito na forma de registro pontual, com duração de 2 min gaiola-1 a uma distância de 1 m de cada gaiola. As avaliações foram feitas nos horários de 6, 12 e 18 horas durante sete dias consecutivos. Posteriormente, realizou-se uma listagem das unidades comportamentais (etograma) dos coelhos, bem como quantos minutos cada coelho passou neste comportamento para que fosse possível observar a condição de conforto ou desconforto do animal.

Os comportamentos observados foram: 1) comportamento exploratório (cheirar o ambiente ao redor, morder), 2) ingestão de alimentos ou água, 3) comportamento deitado, 4) comportamentos estereotipados (morder ou lamber as barras das gaiolas cavar o piso da gaiola com frequência e insistência) e 5) lúdico (salto, pulos, realizar cuidados corporais, como limpar as orelhas).

Os comportamentos dos coelhos foram analisados utilizando o agrupamento hierárquico aglomerativo, ou clustering, que é a denominação atribuída para o grupo de técnicas computacionais cujo propósito consiste em separar objetos em grupos, baseando-se nas características que estes objetos possuem. A ideia básica consiste em colocar em um mesmo grupo objetos que sejam similares de acordo com algum critério pré-determinado (LINDEN, 2009). Dentro de cada cluster, os objetos são semelhantes entre si, enquanto os objetos localizados em outros clusters são diferentes uns dos outros (DOMINICK et al., 2012). Portanto, utilizou-se esta metodologia para separar os tratamentos em que os coelhos apresentaram comportamentos semelhantes.

Para caracterizar o ambiente térmico no interior do galpão foram realizadas medições de temperatura do bulbo seco (tbs, oC), umidade relativa (UR, %) e temperatura

de globo negro (tgn, °C) e a velocidade do vento (V, m s-1) na altura 1,0 m dentro do galpão, em três horários do dia, às 6, 12 e 18 horas.

Dentro de cada galpão, posicionaram-se os sensores formando uma malha de 1,0 x 1,0 m, totalizando 48 pontos de coleta de dados em cada galpão.

Posteriormente, calculou-se a H por meio da equação desenvolvida por Albright (1990) para a caracterização do ambiente térmico no interior dos galpões.

$$H = 1{,}006 * tbs + W * (2501 + 1{,}805 * tbs) \quad (1)$$

em que,

H é a entalpia, em kJ.kg-1 ar seco;

W é a razão de mistura, em kJ.kg-1 ar seco;

tbs é a temperatura do bulbo seco, em °C.

Para investigar o comportamento dos coelhos e agrupá-los conforme sua similaridade os dados foram submetidos a análises multivariadas de agrupamento (R Core Team, 2018). A estimativa do ajuste de correlação do coeficiente cofenético entre a matriz de dissimilaridade e o dendograma foi realizada no mesmo *software*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante os sete dias experimentais observou-se que o horário das 6h da manhã sempre apresentou as condições ambientais mais amenas, com os menores valores de H ao longo dos sete dias observados. Por outro lado, os horários de 12 e 18h, sempre apresentaram valores de entalpia mais elevados (FIGURA 1). De acordo com Jaruche et al. (2012) a tbs de conforto para coelhos com idade adulta varia de 15 a 25 °C e a UR é de 60 a 70 %, segundo Ferreira et al. (2012). Ao se utilizar os valores de tbs e UR ideais propostos por estes autores na equação proposta por Albright (1990) para se calcular a H, o valor ideal de H para produção de coelhos seria de 31,1 a 62,6 kJ kg-1 ar seco, que estão indicadas nas figuras por meio de linhas tracejadas.

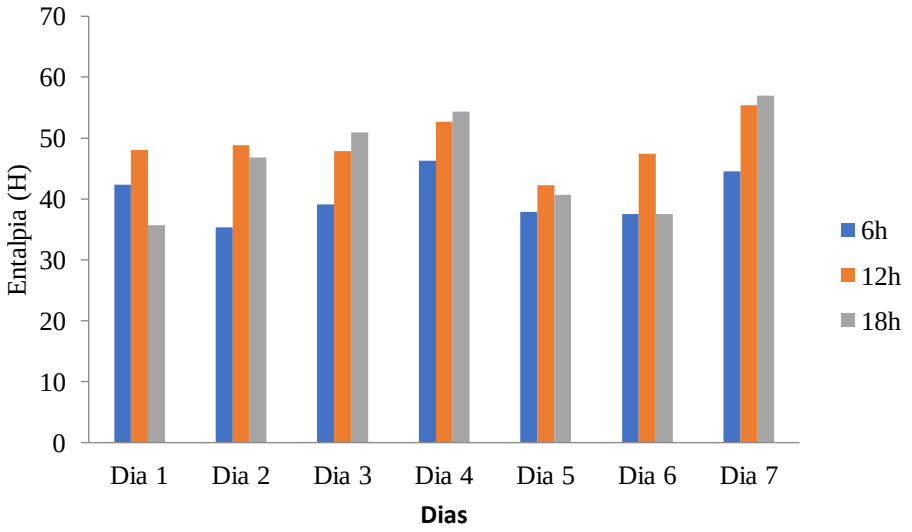


Figura 1. Valores de entalpia (H) ao longo dos três períodos do dia (6h,12h e 18h) durante os sete dias experimentais.

Durante todos os horários de todos os dias analisados, os valores de entalpia estiveram dentro do considerado como confortável para o ambiente de coelhos.

Para se avaliar o comportamento dos coelhos durante o período experimental, utilizou-se o método de agrupamento de dados na forma de dendograma (árvore), no qual o nível de similaridade é indicado na escala vertical, e no eixo horizontal são relatados os elementos amostrais na ordem conveniente ao agrupamento.

Destaca-se, então que ao longo dos sete dias avaliados o comportamento mais frequente dos coelhos foi o de permanecerem deitados ou sentados, que os animais passaram a maior parte do seu tempo. Este comportamento foi observado em 75,56% do tempo observado durante o período experimental (FIGURA 2). Destaca-se também, que ao longo da semana analisada os comportamentos lúdico e exploratório apresentaram as menores frequências de ocorrência, somente cerca de 2% do tempo em ambos os comportamentos, indicando que os coelhos passaram a menor quantidade de tempo nestes comportamentos em relação aos demais comportamentos analisados. Neste caso, o coeficiente de correlação cofenético foi de r = 0.99

 ISBN: 978-85-66836-24-0

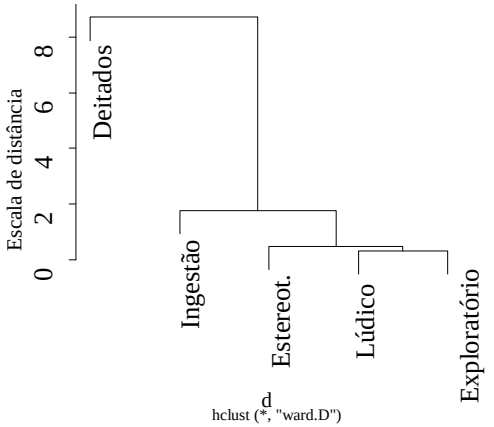


Figura 2. Dendograma dos comportamentos ao longo dos sete dias experimentais observados.

Ao compararmos os comportamentos dos coelhos durante os três períodos observados (6h, 12h e 18h) observa-se que apesar da variação das condições térmicas no interior do galpão terem variado ao longo dos dias, os comportamentos dos coelhos foram muito semelhantes (FIGURA 3). Para estas análises os coeficientes de correlação cofenético foram de r = 0.99, 0.99 e 0.98, respectivamente.

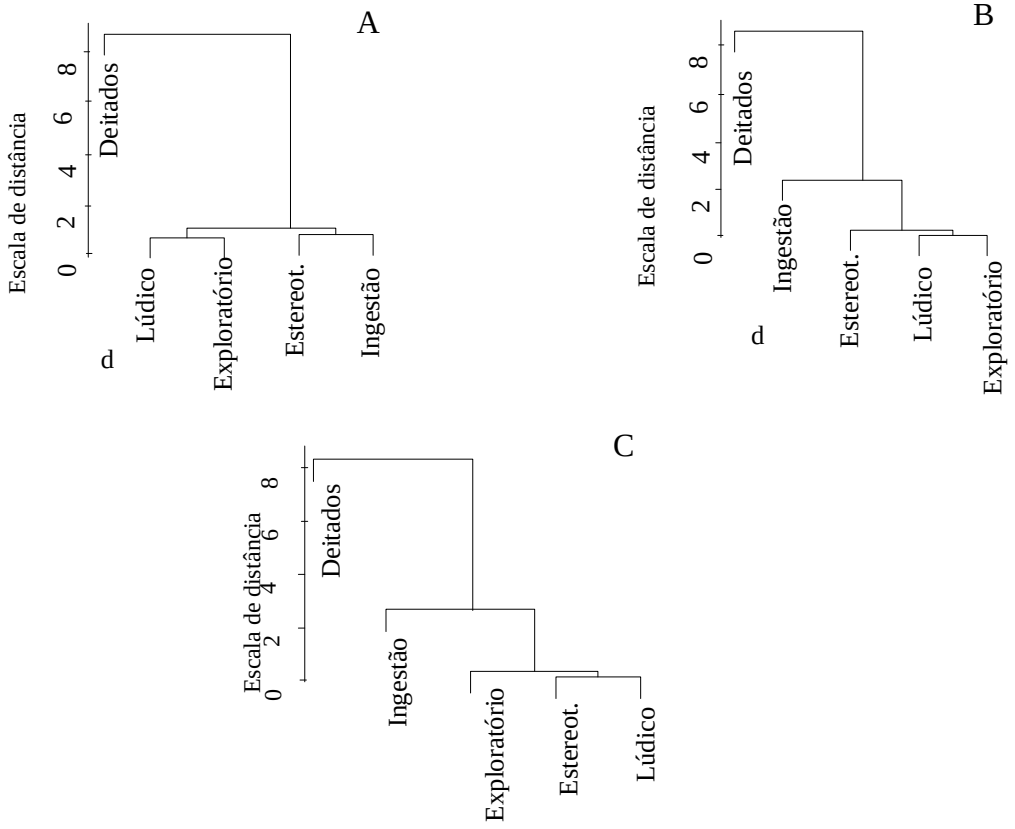


Figura 3. Dendogramas dos comportamentos: Deitados, lúdico, exploratório, estereotipado e ingestão às 6h (A), 12h (B) e 18h (C).

No horário das 6h, com valores de H mais baixos os animais permaneceram comportamentos mais tranquilos, passando a maior parte do tempo deitados.

Durante os horários de 12h nota-se que os valores de H foram mais altos em grande parte dos dias analisados, o que pode influenciar uma maior frequência de comportamentos como deitados (cerca de 70% do tempo), maior ocorrência de ingestão de alimentos e água (cerca de 19% do tempo) e os comportamentos estereotipado 9% do tempo. Neste momento alguns animais morderam ou roeram as suas gaiolas, o que pode ou não ser por conta do estresse por calor. Os comportamentos lúdico e exploratório preencheram o restante do tempo, com valores bem inferiores aos demais. Pode-se afirmar que os coelhos são mais sensíveis ao calor do que ao frio e as variações bruscas de temperatura são mais nocivas do que uma mudança gradual na temperatura fora da zona de conforto (FERREIRA et al., 2012).

No horário das 18h, os valores de H também estavam elevados em muitos dias analisados e o principal comportamento também foi o de os coelhos ficarem deitados (78% do tempo) e alimentando-se ou bebendo água (20% do tempo). Porém, o tempo gasto nos demais comportamentos não foram significativos.

CONCLUSÃO

Por meio das análises de comportamento constatou-se que durante as 6h os coelhos permanecem por muito tempo deitados, exploram pouco e ingeriram poucos alimentos e água. Às 12h, em condições de altos valores de entalpia, há uma ingestão de alimentos significativa e uma menor exploração da gaiola E às 18h comparados com os demais horários é quando eles ingerem mais e exploram mais a sua gaiola.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, ao CNPq, à CAPES, à Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Engenharia, e ao Departamento de Zootecnia pelo apoio à pesquisa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALBRIGHT, L. D. Environment control for animals and plants. American Society of Agricultural Engineers Michigan. 1.ed. St Joseph: Michigan, 1990. 453p.

CORDEIRO, M. B.; TINOCO, I. F. F.; FILHO, R. M. de M.; SOUSA, F. C. de. Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 31, n. 3, jun. 2011.

DOMINICK, D.; JUAHIR, H.; LATIF, M.T.; ZAIN, S.M.; ARIS, A. Z.. Spatial assessment of air quality patterns in Malaysia using multivariate analysis. Atmospheric Environment. v. 60, p. 172–181, Dec. 2012.

FERREIRA, W. M.; MACHADO, L. C.; JARUCHE, Y. DE G.; CARVALHO, G. G.; OLIVEIRA, C.E.A.; SOUZA, J. D'A.S.; CARÍSSIMO, A. P. G. Manual prático de cunicultura. Bambuí. Ed. do autor, p.75, 2012.

HOY S. Housing of rabbits in conformity with animal welfare and protection crtiteria. IN: MAERTENS, L; COUDERT, P. Recent advances in rabbit sciences. Melle: COST e ILVO, 2006. Cap.2, p.69-130.

JARUCHE, Y. G.; FILHO, D. E. F.; DIAS, A. N.; FERNANDES, D. P.; RIBEIRO, H. O. C.; SIQUEIRA, A. A.; SIMA, P. S.; ORNELAS, O. T. C.; CRUZ, L. J.; CAIXETA, V.; BARBOSA, P. M. Efeito da densidade de alojamento sobre a homeostase térmica em coelhas em crescimento mantidas em diferentes temperaturas. Revista Brasileira de Cunicultura, v. 1, p. 1-42, 2012.

LEBAS, F. et. al. El conejo: cria y patologia. Roma: FAO, 1996. 225p.

LINDEN, R. Técnicas de agrupamento. Revista de Sistema de Informação da FSMA. N. 4 (2009) pp.18-36.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; VIGODERIS, R. B.; PEDROSA, E. M. R.. Bem-estar na produção de frango de corte em diferentes sistemas de criação. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 13-22, fev. 2011.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2018.

RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; NASCIMENTO, S. T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. International Journal Biometeorology, v. 55, p. 455-459, 2010. https://doi.org/10.1007/s00484-010-0344-y

SCAPINELLO C., ARAUJO I. G., JARUCHE Y. G., PONCIANO NETO B. Sistemas de Criação de coelhos. In: Seminário Nacional de Ciência e Tecnologia em Cunicultura, 4. 2012, Botucatu. Anais... CD ROM.

VERGA, M. et al. Effects of husbandry and management systems on physiology and behavior of famed and laboratory rabbits. Hormones and Behavior, v.52, p.122-129, 2007.
VERGA M., LUZI F., CARENZI C. 2007. Effects of husbandry systems on physiology and behaviour of farmed and laboratory rabbits. Horm. Behav., 52, 122-129.

YANAGI JR, T.; AMARAL, A. G. do.; TEIXEIRA, V. H.; LIMA, R. R. de. Caracterização espacial do ambiente termoacústico e de iluminância em galpão comercial para criação de frangos de corte. Engenharia Agrícola, v. 31, n. 1, p. 1-12, 2011. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000100001

 ISBN: 978-85-66836-24-0

AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E FISIOLÓGICAS DE POEDEIRAS HY-LINE BROWN COM E SEM ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL

Ana Paula Ribeiro[1]; Leonardo França da Silva[2]; Irene Menegali[3]; Fabiana Ferreira[3]; Isabel Rodrigues Marinho Maia[4]

[1] Engenheira Agrícola egressa da Universidade Federal de Minas Gerais. paularster@hotmail.com
[2] Mestrando em Agronomia-UNESP, Botucatu-SP. franca.leonardo@yahoo.com.br
[3] Professor da Universidade Federal de Minas Gerais , Instituto De Ciências Agrárias, Montes Claros, MG. imenegali@yahoo.com.br, ferreira_fabiana@outlook.com
[4]Estudante do curso de Zootecnia na Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto De Ciências Agrárias, Montes Claros, MG. belmaia124@gmail.com

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho avaliar o sistema de criação de aves poedeiras em gaiolas com e sem enriquecimento ambiental, para inferir sobre a influência destes sistemas sobre a produção e qualidade dos ovos. Foi avaliado as variáveis térmicas de temperatura do ar e umidade relativa do ar. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com dois tratamentos (gaiolas convencionais com enriquecimento e gaiolas convencionais sem enriquecimento) e 18 repetições por tratamento, duas aves por repetição, durante 28 dias. Os dados coletados no experimento foram analisados com auxílio do programa para análises estatística e genéticas - SAEG, por meio de análise de variância e submetidos a teste Fisher a 5% probabilidade para detectar diferença significativa existente entre os tratamentos avaliados para variáveis ambientais e fisiológicas mensuradas. Para análise do comportamento das aves, os dados foram analisados por meio do Teste de χ^2. De acordo com as temperaturas aferidas nos sensores, houve uma diferença evidente entre os horários de coleta dos dados. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre as características de peso dos ovos, altura de albúmen, índice de gema, espessura de casca e Unidade Haugh. Não foi observado efeito dos blocos laterais na temperatura retal, porém houve um efeito significativo para blocos sobre as variáveis temperatura média da pele e temperatura média corporal.
Palavras-chave: ambiente térmico, avicultura de postura, bem-estar, enriquecimento ambiental.

INTRODUÇÃO

Atualmente a preocupação com a alimentação e estilo saudável de vida vem aumentando cada dia mais entre a população. A origem dos alimentos e como estes são produzidos, sejam eles de origem vegetal ou animal, tem sido questionado pelos consumidores. Em relação aos alimentos de origem animal, envolve não somente a proveniência do produto final, mas também a forma de criação e os métodos utilizados para a produção destes produtos, principalmente em produções de grande porte.

O bem-estar animal dentro deste contexto é uma preocupação que acomete grande parte dos consumidores em geral. Diante disso, produtores buscam novas formas para um melhor desempenho produtivo dos animais, com o intuito de amenizar o estresse, proporcionando melhores condições de conforto e de desenvolvimento dos mesmos.

Para Azevedo *et al.*, (2016), essa preocupação com conforto e bem-estar animal na avicultura de postura vem crescendo no país, pois a produção avícola em escala industrial define sistemas de criação nos quais as aves são alojadas em gaiolas durante quase toda vida ou dependendo do sistema adotado todo o seu ciclo produtivo, principalmente na fase de produção de ovos.

Segundo o Relatório Anual da Associação Brasileira de Proteína Animal, ABPA (2017) 99,57% de toda a produção brasileira de ovos em 2016, que foi pouco menor quer 39,2 bilhões de unidades teve como finalidade o abastecimento interno do país, tendo um consumo de ovos no brasil de 190 unidades per capita.

De acordo com Gomes (2018) esse valor total de produção foi de quase 40% superior ao ano de 2010 e com perspectiva de aumento para o ano de 2018. Ainda de acordo com a ABPA (2017) o estado de Minas Gerais possui o segundo maior alojamento de pintainhas com 11,31%, ficando atrás apenas do estado de São Paulo com 33,09%. Com relação a exportação Minas Gerais tem o maior percentual, com 40,09%, de sua produção para o abastecimento de outros países. Quanto à exportação, 84% são de ovos in natura tendo como maior importador os Emirados Árabes unidos.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o sistema de criação de aves poedeiras em gaiolas, adotando-se tratamentos com e sem enriquecimento ambiental, para inferir sobre a influência destes sistemas sobre a produção e qualidade dos ovos. Avaliando também as variáveis térmicas de temperatura do ar e umidade relativa do ar, bem como o índice de conforto térmico nas condições de bem-estar animal durante a fase produtiva de galinhas poedeiras semi-pesadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no galpão para aves poedeiras, da Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro (FEHAN), no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais. O galpão utilizado possui as seguintes dimensões: 20,2 m de comprimento por 5,5 m de largura, pé direito de 3,56 m, com quatro

fileiras de gaiolas metálicas, dispostas em esquema convencional. Cada gaiola com dimensões 40 cm de profundidade, 38 cm de altura e 50 cm de comprimento.

As aves da linhagem Hy-line brown iniciaram o experimento com 58 semanas de idade, e receberam a mesma dieta durante todo o período experimental, e foto período de 16 horas de luz. As gaiolas dispunham de bebedouro tipo nipple e comedouro tipo calha em chapa galvanizada.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com dois tratamentos (gaiolas convencionais com enriquecimento e gaiolas convencionais sem enriquecimento) e 18 repetições por tratamento, duas aves por repetição, durante 28 dias.

Os tipos de enriquecimentos utilizados foram chocalhos metálicos, chocalhos de PVC e poleiros, inseridos nas gaiolas que compunham o tratamento com enriquecimento. O comportamento das aves com relação a interação com os enriquecimentos ou não, foram observados durante um minuto cada e avaliados diariamente.

Uma das formas de mensurar fator de estresse é em função de índices como o de Temperatura e Umidade (ITU), Menegali (2009). Sendo assim, as variáveis ambientais como temperatura e umidade foram mensuradas em três períodos (10; 15 e 18:30h) diariamente, por meio de sensores conectados a minidatalogger localizado no interior da instalação, a altura das aves, e fora da instalação representando o microclima do local.

Ao final de cada semana, foram mensuradas variáveis fisiológicas como temperatura média de pele (TMP) e temperatura média corporal (TMC); qualidade interna e externa dos ovos (altura de albúmen, altura de gema, diâmetro de gema, unidade Haugh, gravidade especifica e espessura da casca), em cada tratamento.

Os dados coletados no experimento foram analisados com auxílio do programa para análises estatística e genéticas - SAEG (SAEG, 2009), por meio de análise de variância e submetidos ao teste Fisher a 5% probabilidade e teste de Tukey a 5% probabilidade para detectar diferença significativa existente entre os tratamentos avaliados para variáveis ambientais e fisiológicas mensuradas.

Para análise do comportamento das aves, os dados foram analisados por meio do Teste de χ^2, considerando-se a relação entre a interação da ave com o enriquecimento ou não.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as observações realizadas e tabuladas, analisou-se o comportamento das poedeiras que foram comparadas por meio do Teste de χ^2 (TABELA 1), para interação das aves com os enriquecimentos ambientais durantes os 28 dias de experimento.

Tabela 1. Interação das aves em relação aos enriquecimentos durante os horários analisados diariamente (10; 15 e 18:30h) durante o período experimental.

		10:00 h	15:00 h	18:30 h	Total
Não interagiu	n	98	101	94	293
	N	97,67	97,67	97,67	-
	%	60,5	62,3	58	60,29
Interagiu	n	64	61	68	193
	N	64,33	64,33	64,33	-
	%	39,5	37,7	42	39,71
Total	n	162	162	162	486
	%	33,3	33,3	33,3	100

n – frequência observada; N – frequência esperada χ^2; % - porcentagem em relação ao total observado
Fonte: Do autor, 2018.

Mediante os resultados gerado pelo teste, não houve efeito significativo χ^2 entre os valores observados e esperados dentro dos horários considerados, ao contrário do que Abreu *et al.* (2006) observaram em de suas pesquisas entre tipos de enriquecimento e comportamento no trabalho sobre enriquecimento ambiental de gaiolas como estratégia prática para incrementar o bem-estar e a produção de ovos de poedeiras pesadas.

Alguns aspectos podem ter interferido, como temperatura do ar e umidade do ar, nos resultados como Pereira *et al.* (2013), verificou em seu trabalho sobre comportamento de poedeiras criadas em diferentes densidades e tamanhos de grupo em ambiente enriquecido, também utilizando o teste χ^2 para os comportamentos de empoleirar, verificou-se baixa ocorrência do comportamento de empoleirar nos horários durante os períodos de observação.

O fato dos enriquecimentos ambientais, objetos inseridos nas gaiolas das aves, serem desconhecidos por elas, ainda que seja um comportamento natural como o de empoleirar, pode ter sido uma influência sobre o seu uso, já que não houve um período de adaptação para as mesmas antes das observações para o experimento.

Pode-se inferir também ao comportamento predominante de não interagir com os enriquecimentos dispostos nas gaiolas, em todos os horários avaliados por estar associado a época do ano, onde as temperaturas médias encontraram-se elevadas e baixa umidade relativa do ar, como pode ser observado na Tabela - 2 contendo as médias internas da instalação de temperatura e umidade, temperatura externa e umidade externa da instalação, de acordo com os horários de avaliação do comportamento das aves durante o experimento (10, 15 e 18:30 h).

Tabela 2. Médias das variáveis de acordo com os horários de avaliação do comportamento das aves durante o experimento

VARIÁVEIS AMBIENTAIS	10:00 h	15:00 h	18:30 h
Temperatura do ar interna	24,325a	27,427a	26,098b
Umidade do ar interna	82,122a	79,044ab	73,881b
Temperatura do ar externa	25,425a	28,529b	26,625b
Umidade do ar externa	76,296a	65,051ab	69,751b

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey a 5% probabilidade
Fonte: Do autor, 2018.

De acordo com as temperaturas aferidas nos sensores, houve uma diferença evidente entre os horários de coleta dos dados. Para Barbosa Filho (2004), diversos trabalhos já publicados afirmam que existe uma faixa adequada de temperatura para o conforto térmico das aves poedeiras, e a interação de variáveis como umidade relativa do ar.

Essas condições climáticas, temperatura e umidade, podem comumente desencadear nas aves o aumento de frequência respiratória e a redução em sua movimentação dentro da gaiola. Também podem interferir na qualidade dos ovos produzido quando as aves estão sob estresse por calor, com queda na produção de ovos e a ocorrência de ovos com casca mole (BARBOSA FILHO, 2004).

Carvalho e Fernandes (2013) afirmam que em temperaturas acima de 26º C, ou seja, superior ao nível de conforto térmico percebe-se queda na qualidade da casca. Quando as temperaturas estão acima dos níveis favoráveis as condições de bem-estar, as aves começam um processo de tentativa termo regulatório, ou seja, tentativa de perda de calor, descrito pela hiperventilação e evaporação de água pelos pulmões, levando a alteração no equilíbrio ácido-básico das aves, causando assim danos na formação dos ovos.

Associada diretamente ao bem-estar das aves, tanto por estresse do ambiente de alojamento quanto a fatores ambientais, temperatura do ar e umidade relativa do ar, foram analisados durante o experimento para inferir sobre a qualidade dos ovos.

Os dados foram coletados durante as 4 semanas experimentais, sendo esta avaliação realizada 1 vez por semana, efetuou-se a média dessas semanas, de cada variável, e utilizou-se o teste de Fisher a 5% probabilidade, para as comparações entre os tratamentos com enriquecimento e sem enriquecimento.

Avaliou-se peso do ovo (PO), gravidade específica (GE), altura de albúmen (AA), índice de gema (IG), espessura da casca (ESP), unidade Haugh (UH), de acordo com os tratamentos empregados Tabela 3.

Tabela 3. Médias das variáveis para qualidade dos ovos

TRATAMENTO	PO	GE	AA	IG	ESP	UH
Sem enriquecimento	61,021a	1,091b	9,143a	0,467a	0,601a	95,009a
Com enriquecimento	60,651a	1,094a	9,406a	0,469a	0,601a	96,345a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Fisher a 5% probabilidade
Fonte: Do autor, 2018.

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre as características de peso dos ovos, altura de albúmen, índice de gema, espessura de casca e Unidade Haugh. Entretanto, para gravidade específica dos ovos foi observado diferença significativa pelo teste Fisher 5% probabilidade, onde os ovos produzidos pelas aves submetidas ao tratamento com enriquecimento apresentaram melhor gravidade específica.

Em suas pesquisas sobre a comparação de métodos de determinação de gravidade específica, os autores Freitas *et al.* (2004) citam que a gravidade especifica está ligada diretamente ao percentual da casca, sendo capaz de ser empregada como método indireto na determinação da qualidade da casca. Os autores ainda afirmam que a cada acréscimo de 0,001 na GE, a porcentagem de ovos quebrados decresceu em 1,266%.

A mensuração das temperaturas corporais nas aves, é uma das características que auxiliam nos parâmetros de bem-estar e estresse das poedeiras. O local de instalação do galpão com relação ao posicionamento do sol, exerce grande influência sobre as temperaturas no interior no galpão, já que pode haver oscilações de temperaturas devido a variação de incidência solar nas laterais da estrutura.

Para Cordeiro *et al.* (2014) os fatores climáticos são extremamente importantes por influenciar diretamente o conforto e bem-estar das aves, e tendo ligação direta a produção avícola, alterando o seu desempenho máximo.

Com relação ao efeito de bloco (laterais do galpão onde encontravam-se as gaiolas), este tornou-se indispensável na avaliação para as questões de temperatura corporal das aves, uma vez que esta pode influenciar diretamente no comportamento, desempenho e produção de ovos (TABELA 4).

Tabela 4. Temperatura retal (TR), temperatura média corporal (TMC) e temperatura média da pele (TMP) das aves sob influência dos blocos.

TRATAMENTO	TR	TMP	TMC
Lateral esquerda galpão	41,157a	31,988a	38,406a
Lateral direita galpão	41,098a	31,705b	38,280b

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Fisher a 5% probabilidade
Fonte: Do autor.

Não foi observado efeito dos blocos laterais na temperatura retal, porém houve um efeito significativo para blocos sobre as variáveis temperatura média da pele e temperatura média corporal. Esta diferença pode ser atribuída as condições de incidência solar direta nas aves durante determinados períodos do dia em uma das laterais do galpão.

Uma das formas da ave perder calor e por meio da evaporação (calor latente), que é realizada pela pele ou aparelho respiratório. Isto ocorre sobre influência da temperatura ambiente e umidade relativa do ar.

CONCLUSÃO

Conclui-se que não houve uma interação significativa com os enriquecimentos ambientais durante o período de experimento, podendo este ser tido interferência da temperatura e umidade relativa do ar.

Em relação a qualidade dos ovos, pode-se concluir que houve interferência do tipo de tratamento com enriquecimento, melhorando a qualidade do ovo sob o quesito gravidade especifica. Nas temperaturas corporais, existiu uma diferença entre os blocos em relação a posição do galpão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal, Relatório Anual, 2017. Disponível em: < http://abpabr.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2018.

ABREU, V.M.N. ABREU, P.G.; COLDEBELLA, A.; GOMES, R.C.C.; AMARAL, A.G.; MORAES, S.P. Enriquecimento Ambiental de Gaiolas como Estratégia Prática para Incrementar o Bem-Estar e a Produção de Ovos de Poedeiras Pesadas. 1. ed. Concórdia, SC: EMBRAPA, 2006. 447 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/443339/1/publicacaoz6b4l9o.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2018.

AZEVEDO, G.S.; SOUZA, J.P.L.; CARDOSO, J.A.; ARAÚJO, P.H.H.; NETA, E.R.S.; NOVAS, M.P.V. Produção de aves em sistema orgânico, PUBVET v.10, n.4, p.327-333, abr., 2016. Disponível em: < http://www.pubvet.com.br/artigo/2641/produccedilatildeo-de-aves-em-sistema-orgacircniconbsp>. Acesso em: 15 nov. 2016.

BARBOSA FILHO, J.A.D. Avaliação do Bem-Estar de Aves Poedeiras em Diferentes Sistemas de produção e condições Ambientais, utilizando Análise de Imagens. 2004. 110 p. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em: <http://www.neambe.ufc.br/arquivos_publicao/20111107113156.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2018.

BARBOSA, O.; SILVA, R. Índice de Conforto Térmico para Ovinos, B. Indústr. Anim., N. Odessa, v.52, n.1. p.29-35, 1995. Acesso em: 28 nov. 2017.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; GONZALEZ, M.M.; BARBOSA, N.A.A.B. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-GO, v. 39, n. 5, p. 509-512, maio. 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v39n5/a14v39n5.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2018.

GOMES, M. Brasil bate recorde em produção de ovos e fica em sétimo no ranking mundial. Correio Braziliense, Brasília-GO, 13 nov. 2017. Economia. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/11/13/internas_economia,640566/brasil-bate-recorde-em-producao-de-ovos-e-fica-em-setimo-no-ranking-mu.shtml>. Acesso em: 28 mai. 2018.

MENEGALI, I. Avaliação de diferentes sistemas de ventilação mínima sobre a qualidade do ar e do desempenho de frangos de corte. 2009. 127f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

PEREIRA, DF.; BATISTA, E.S.; SANCHES, F.T.; GABRIEL FILHO, L.R.A.; BUENO, L.G.F. Comportamento de poedeiras criadas a diferentes densidades e tamanhos de grupo em ambiente enriquecido. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-GO, v. 48, n. 6, p. 682-688, jun. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000600014 >. Acesso em: 07 jun. 2018.

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DO SETOR DE GESTAÇÃO SUINÍCOLA DA FAZENDA EXPERIMENTAL VISANDO MELHORIAS NOS ÍNDICES DE CONFORTO

Laila Tupinambá Mota[1], Leonardo França da Silva[2], Irene Menegali[3], Bruno Alexander Nunes Silva[3]

[1]Engenheira Agrícola egressa da Universidade Federal de Minas Gerais. laila_tupi@hotmail.com. [2]Mestrando em Agronomia-UNESP, Botucatu-SP. franca.leonardo@yahoo.com.br [3]Professor da Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG. imenegali@yahoo.com.br, brunosilva@ufmg.br.

RESUMO - A suinocultura é hoje uma das formas de criação mais intensivas, onde se leva em consideração principalmente o desempenho econômico e produtivo. Com base nesses fatores objetivou-se com o presente trabalho diagnosticar a atual situação do setor de gestação da granja suinícola da FEHAN e posteriormente propor soluções visando melhorar as condições de desenvolvimento e índices produtivos dos suínos. A elaboração do trabalho consistiu em diagnóstico e investigação dos problemas atuais existentes, com sugestão de alterações em relação à estrutura, visando melhorar a concepção arquitetônica e, consequentemente, as condições térmicas e de qualidade do ar e assim, melhorar os índices de produção animal. Com base nas informações verificadas, possibilitou-se inferir que a atual situação do setor de gestação encontra-se inadequada e não atende as normativas para um bom desenvolvimento animal, e dessa forma a reforma e ampliação em relação ao dimensionamento, posicionamento e orientação da estrutura proporcionam adequações que irão permitir melhorar as condições de vida dos leitões. No entanto, devido a diversas limitações e principalmente em relação a área disponível, impossibilitou-se garantir estruturas que atendam a todas as especificações a respeito do estado da arte para o setor suinícola, mas, contudo, dentro das possibilidades possíveis com as reformas propostas, garantir-se-á aos animais sanidade e conforto.
Palavras-chave: ambiência, bem estar animal, suinocultura.

INTRODUÇÃO

A suinocultura é atualmente uma das formas de criação mais intensivas dentro do setor agropecuário brasileiro. Onde se leva em consideração principalmente o desempenho econômico e produtivo. Alguns dos principais fatores que podem influenciar o bem-estar na criação de animais em sistemas intensivos de confinamento industrial, principalmente nas criações comerciais de aves e suínos, estão relacionados às práticas de manejo, ambiente e instalações (HOTZEl; MACHADO FILHO, 2004; BAPTISTA *et al*., 2011; ABPA, 2017).

 ISBN: 978-85-66836-24-0

Para os mesmos autores, nos últimos anos, com a possibilidade de alcançar mercados externos mais exigentes que leva em conta as questões relacionadas ética e bem-estar animal, tem havido avanços no tipo de produção adotada pelos suinocultores brasileiros.

É real que não existe uma única solução para a questão do bem-estar de animais, porque os problemas estão relacionados a um conjunto de fatores, dentre estes, a falta de estudos sobre a verificação de critérios a serem adotados no julgamento do bem-estar animal e de uma legislação mais rigorosa aplicada a este setor dificultam o acompanhamento e a punição dos responsáveis (.

Dentro deste contexto produtivo é importante enfatizar que para cada fase da vida dos leitões existe uma faixa de temperatura considerada confortável para os animais. Na fase inicial, os leitões precisam de uma temperatura entre 30 e 32º C a diminuição desta temperatura acarreta em uma diminuição do consumo de colostro, que é responsável pelo fornecimento de anticorpos. Desta forma, o leitão estará mais suscetível a doenças (PIFFER *et al*.,1998).

Em fase de crescimento, o aumento da temperatura causa um decréscimo no ganho de peso de suínos, o que não acontece apenas em função da diminuição da ingestão de ração (MANNO *et al.*, 2005).

Matrizes suínas possuem baixa adaptabilidade ao estresse por calor, sendo observado aumento da temperatura retal e frequência respiratória. Assim sendo, torna-se indispensável a adoção de medidas de controle da temperatura, principalmente em regiões de clima quente (MARTINS, T. D. D. *et al*., 2008).Em machos reprodutores, as altas temperaturas podem causar uma redução na eficiência reprodutiva, na quantidade e na qualidade do sêmen (DONIN *et al.*,2007).

Na fase de gestação (primeiros trinta dias) recomenda-se o alojamento individual, pois este período é considerado crítico para sobrevivência do embrião. Após este período as fêmeas podem ser alojadas em baias coletivas, mas, devem ser separadas por lotes e deve-se tomar cuidado no fornecimento de ração (SILVEIRA *et al*., 1998).

Com base nessas considerações, objetivou-se, com o presente trabalho diagnosticar a atual situação do setor de gestação da suinocultura da fazenda experimental, especificamente no setor gestação, a fim de propor soluções visando melhorarias das condições de desenvolvimento e índices produtivos dos leitões e consequentemente melhorias no bem-estar dos animais.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro (FEHAN), do Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais. A FEHAN está situada a uma altitude de 646 m, latitude Sul 16° 43' 41'' e longitude Oeste 43° 52' 54''. O clima de acordo com a classificação de Kopen é do tipo Aw – quente, com chuvas de verão e outono. A precipitação média anual para o período de 2008 a 2012 é de 996,34 mm.

A elaboração do trabalho foi realizada em duas etapas:

Fase 1. Investigação da real situação da instalação suinícola do setor de gestação existente atualmente na FEHAN. Diagnóstico dos principais problemas existentes no sistema de produção de suínos, em relação aos aspectos: Construtivos; arquitetônicos; Ambiente Térmico; Qualidade do ar; Manejo dos dejetos;

Fase 2. Propor alterações em relação a estrutura física, visando melhorar a concepção arquitetônica e, consequentemente, as condições térmicas e de ar interna e assim, melhorar as condições de bem-estar e índices de produção animal, nesse respectivo setor.

Coleta dos dados

As características relacionadas ao aspecto construtivo como, dimensões, materiais construtivos, posição geográfica da granja, fluxo de deslocamento dos animais em cada fase do processo produtivo, tempo de permanência em cada instalação, bem como fluxo de retirada e manejo dos resíduos gerados, a forma como são tratados e a destinação final, foram verificados por meio de medições das estruturas existentes, fotografias e entrevista com os trabalhadores envolvidos no processo de manejo.

Após a coleta desses dados foi feita uma análise dos mesmos comparando-os com dados de pesquisas já realizadas sobre cada aspecto proposto, com isso, foi feito um diagnóstico sobre a situação atual das instalações suinícolas enfatizando o setor de gestação, em termos de instalações físicas, propondo possíveis melhorias em função de um projeto ideal baseado na bibliografia existente sobre o assunto, na situação da região e no projeto já existente para a reforma da granja. Considerou-se para este estudo uma maior importância a trabalhos realizados durante os anos de 2003 a 2017.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao término da fase de aleitamento, as porcas eram encaminhadas para gaiolas individuais até o cio, cobertura e confirmação da prenhez (FIG. 1A). Quando confirmada a prenhez, as porcas eram então, levadas para uma baia de gestação coletiva.

Como existe apenas uma baia, a separação por lotes não era possível, o que seria ideal neste período. A baia possui uma estrutura coberta que não se mostrou ser suficiente quando estava sendo ocupada, fato identificado pela adaptação feita com sombrite, conforme (FIG. 1B). Discutir som brite



1A



1B

Figura 1. 1A: Gaiolas de gestação indivídual FEHAN. **1B:** Baia de gestação coletiva FEHAN.
Fonte: Arquivo particular Bruno Alexander, 2014.

Perini (2017) em seus estudos sobre comportamento e bem-estar de matrizes, enfatiza que manejo da gestação coletiva permite ao animal o animal expressar comportamentos específicos, como o maior contato social, uma maior exploração do ambiente, maior tempo de descanso, estes fatores fazem com que a matriz tenha maior dificuldade de adaptação ao ambiente de confinamento.

Contudo, apesar do alojamento coletivo permitir um que matriz expresse seu comportamento natural, uma dificuldade encontrada neste tipo confinamento, é o consumo individual de alimento, este quando não realizado de forma automatizada pode trazer variação na condição corporal e consequentemente problemas reprodutivos (BENCH *et al.*,2013; STEVENS *et al.,* 2015).

Devido a estes fatores para o período de gestação sugeriu-se que após o término da fase de aleitamento, as porcas sejam encaminhadas para gaiolas individuais, que continuarão no mesmo lugar onde funcionavam anteriormente (galpão da maternidade).

As reformas a serem realizadas neste setor (sala): instalação de portões, para que estas salas fiquem independente das demais salas do galpão, evitando assim o transito de

animais e deve ser realizada uma reforma para que a declividade do piso passe a ser de 2% facilitando o escoamento de dejetos.

Após confirmação do cio, cobertura e confirmação da prenhez, sugeriu-se que as porcas sejam encaminhadas para os piquetes de gestação, onde permanecerão até uma semana antes do parto, sendo que o tempo de gestação é de aproximadamente 114 dias.

Os piquetes garantem a fêmea gestante mais espaço e conforto atendendo as normativas internacionais de bem-estar e conforto. Além de permitir um fortalecimento da estrutura locomotora das fêmeas. O layout dos piquetes e sala de gestação encontra-se representados nas (Figura 3 e Figura. 4).

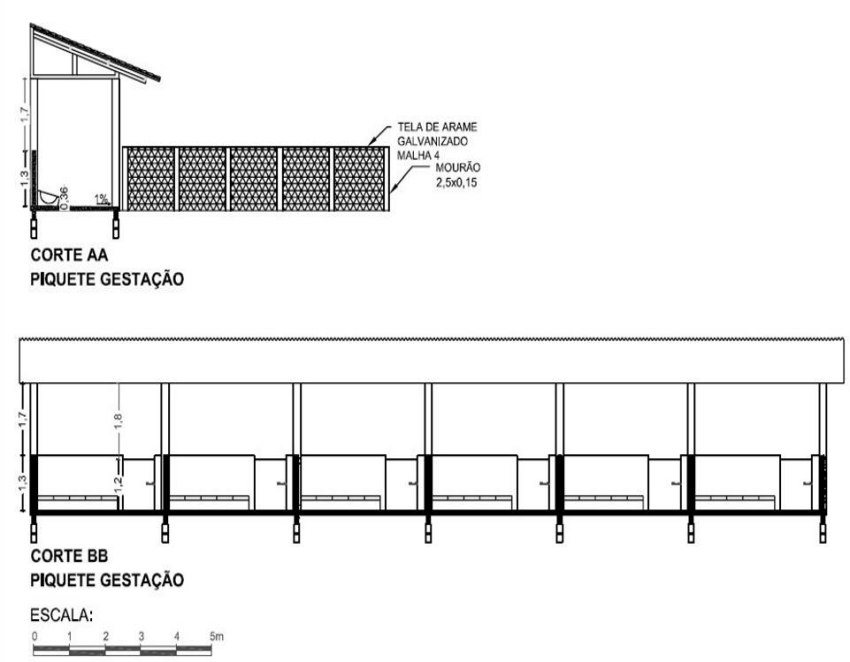


Figura 3 - O *layout* proposto para as novas instalações do setor de Gestação da granja Suinícola.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015

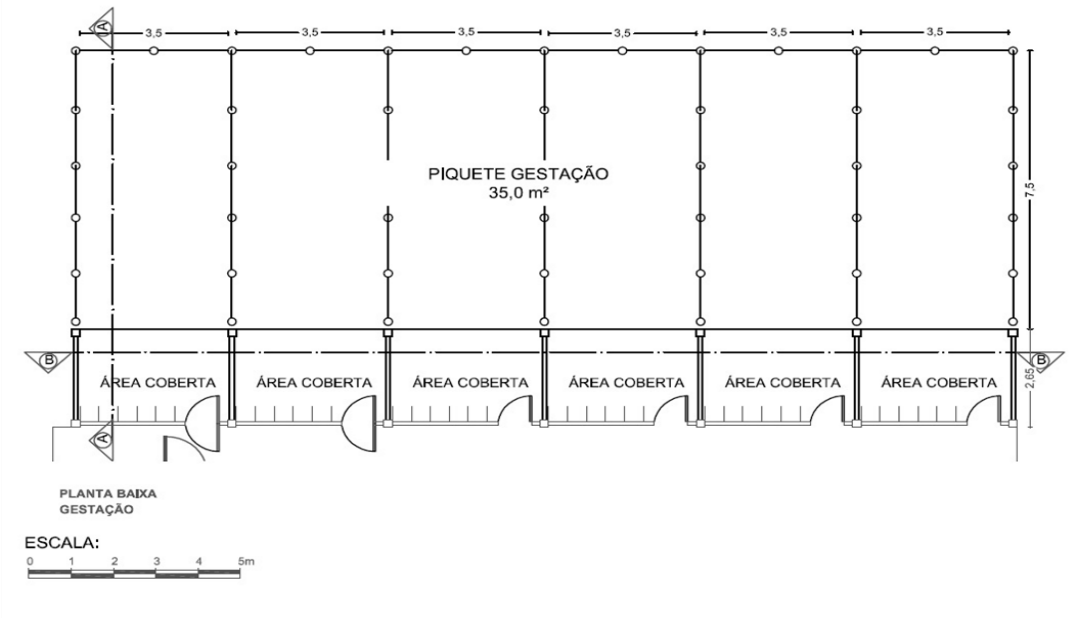


Figura 4 - O *layout* proposto para as novas instalações do setor de Gestação da granja Suinícola.
Fonte: Elaborado pelos autores, 2015

CONCLUSÃO

A partir das informações coletadas, infere-se que a atual situação do setor de gestação da Granja Suinícola da FEHAN é inadequada e não atende as normativas de bem-estar animal existentes na atualidade. Com isso, propôs-se adequações pertinentes à melhoria da estrutura em relação ao dimensionamento, posicionamento, orientação e materiais que contribuam em melhorar as condições de conforto térmico, bem-estar animal e consequentemente aumento nos índices produtivos.

No entanto, devido a diversas limitações e principalmente em relação a área disponível, impossibilitou-se garantir estrutura que atendam toda as especificações em relação ao estado da arte para o setor suinícola, mas, contudo, dentro das possibilidades possíveis com a reforma proposta, garante aos animais sanidade e conforto neste setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório Anual 2016. 2016. Disponível em: http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura. Acesso em: 3 out. 2017.

HOTZEL, M.J.; MACHADO FILHO, L.P. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. **Rev. etol**., São Paulo, v. 6, n.1, jun. 2004.

BAPTISTA, R.I.A.A.; BERTANI, G.R.; BARBOSA, C.N. Indicadores do bem-estar em suínos. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, outubro. 2011.

PIFFER, I.A.; PERDOMO C.C.; SOBESTIANSKY, J. Efeito dos fatores ambientais na ocorrência de doenças.In:SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A. C.. **Suinocultura intensiva: Produção, Manejo e Saúde do Rebanho**. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa- CNPSa. 1998. Capitulo 13, p. 255 – 274. 1998.

MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, W.P.; LIMA, K.R.S. & VAZ, R.G.M.V. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30 kg. **R. Bras. Zootec**., Viçosa, v.34, n.6, dez. 2005.

DONIN, D. S.; HEINEMANN, R.; MOREIRA,N.. Estresse térmico e suas consequências sobre as características do sêmen de machos suínos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.31, n.4, p.456-461, out./dez. 2007. Disponível em <www.cbra.org.br> Acesso em: 16 de nov. de 2018.

SILVEIRA, P. R. S.; BORTOLOZZO, F.; WENTZ, I.; SOBESTIANSKY, J. Manejo da fêmea reprodutora.In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S. da; SESTI, L. A. C.. **Suinocultura intensiva: Produção, Manejo e Saúde do Rebanho**. Brasilia: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa- CNPSa. 1998. Capitulo 8, p. 163 – 196. 1998.

BENCH, C. J.; RIOJA-LANG C. F., HAYNE, S. M.; H. W. GONYOU, S .M. Group gestation sow housing with individual feeding—II: How space allowance, group size and composition, and flooring affect sow welfare. Livestock Science v.152, p.218–227. 2013.

STEVENS, B., KARLEN, G.M., MORRISON, R., GONYOU, H.W., BUTLER, K.L., KERSWELL, K.J., HEMSWORTH, P.H. Effects of stage of gestation at mixing on aggression, injuries and stress in sows. Applied Animal Behaviour Science, 165 , pp. 40-46. 2015.

MEAN SURFACE TEMPERATURE OF JAPANESE QUAIL EXPOSED TO DIFFERENT LEVELS OF AIR VELOCITY AND TEMPERATURE AT START OF LAY

Tatiany Carvalho dos Santos[1], Richard Stephen Gates[2], Ilda de Fátima Ferreira Tinôco[1], Sérgio Zolnier[1], Letícia Cibelle da Silva Ramos Freias[1].

[1]Agricultural Engineering Department, Federal University of Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n Campus Universitário, Viçosa, MG, Brazil. taty17_carvalho@hotmail.com
[2]Agricultural and Biological Engineering Department - University of Illinois - Urbana-Champaign, Urbana, IL, USA. rsgates@illinois.edu

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effect of different air velocities and temperature at the feeder on mean surface temperature of Japanese quail during the initial stage of laying. The experiment was carried out at the Center for Research in Environment and Agroindustry Systems Engineering (AMBIAGRO), Department of Agricultural Engineering, Federal University of Viçosa, Viçosa/MG, Brazil. A total of 216 Japanese quail in the initial laying phase were placed in four environmental chambers with different temperatures and air velocity, where they were housed and distributed randomly in 2 galvanized wire cages, with 3 partitions each and 27 birds/cage, and a density of approximately 155.6 cm²/bird. The experimental design consisted of randomized blocks with replications of two treatments (air velocity at the feeder: 0, 1, 2, and 3 m/s and air temperature: 17, 23, 29 and 35°C). The mean surface temperature was analyzed by Two-Way ANOVA, with treatment means separated by the Tukey test ($P<0.05$). There was a significant positive correlation between air temperature and mean surface temperature (MST). Air velocity is important in removing heat from the surface of birds.
Keywords: cold stress, *Coturnix coturnix japonica*, heat stress, thermal sensation.

INTRODUCTION

Quail egg production is emerging as a promising poultry sector because this species presents rapid growth and development, early sexual maturity, high productivity, low feed intake, longevity in egg production with minimal capital and managemental requirements (Bagh et al., 2016; Sakamoto et al., 2018).

According to Sousa et al. (2013), the air temperature range which best characterizes the thermal comfort zone for adult quail is around 23°C and may extend up to 26°C. Under conditions of heat stress, the use of techniques that facilitate the dissipation of internal heat in the production facilities is necessary to provide comfort and welfare of the birds. While heat stress has been a rising concern for producers and scientists, cold stress has also caused economic loss worldwide (Nguyen et al., 2016). Cold stress in

homeothermic animals induces physiological responses that are a high priority and require a lot of energy to maintain body temperature (Aarif et al., 2013).

Temperature and air velocity in quail facilities are important factors to achieve maximum productive performance. According to Santos et al. (2017), effects of air velocity may alleviate heat stress in moderate to hot conditions but can exacerbate cold stress by excess convective cooling. The surface temperature is an important variable in welfare, serving as the physiological response of the bird to inadequate facilities conditions (Nascimento et al., 2011). According to Bonfim and Melo (2015), the physiological parameters of quail can be altered when exposed to different temperatures, outside of the thermoneutral condition. In thermal comfort conditions, the birds surface temperatures are associated with those of the facility surface temperature (Nascimento et al., 2014).

The objective of this study was to evaluate the effect of different air velocities and temperature at the feeder on mean surface temperature of Japanese quail during the initial stage of laying.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out in environmental chambers of the Center for Research in Environment and Agroindustry Systems Engineering (AMBIAGRO), Department of Agricultural Engineering, Federal University of Viçosa, Viçosa/MG, Brazil. A total of 216 Japanese quails in the initial stage of laying were randomly placed in four environmental chambers and allocated in two galvanized wire cages with dimensions of 1 × 0.42 × 0.42 m (length × width × height). The cage had partitions with 27 birds/cage. This arrangement provided an approximate density of 155.6 cm/bird.

The air velocity system was placed in each environmental chamber, establishing four treatments with mean velocities of 1.0 m/s (Chamber 1); 2.0 m/s (Chamber 2); 3.0 m/s (Chamber 3); and 0.0 m/s (Chamber 4 - Control) at the feeders. This was accomplished using a PVC pipe with dimensions of 1.0 m (L) x 0.10 m (W), with a slot cut in the central region to direct air onto the birds. Each air velocity system used 2 axial-flow fans with plastic propellers and diameters of 23 cm; each with a 50W Elgin micromotor and volumetric flow rate of 950 m^3/h.

Each temperature treatment was assigned to the four climatic chambers over time, as follows: 3 days of treatment (23, 17, 29, 35°C) and 2 days of acclimation at 23°C

(Sousa et al., 2013) between treatments. Temperature treatment order was randomized, with all chambers receiving the same temperature at the same time.

The mean surface temperature (**MST**) was recorded during three consecutive days for each treatments and combinations. MST was measured in 2 randomly birds/partition twice a day using a digital infrared thermometer (Model TI-860, Instrutherm, São Paulo SP, BR) with a measuring range between -30 and 270ºC, reading accuracy of 5%, resolution of 1°C, and fixed emissivity at 0.95. MST was. The MST was computed as proposed by Richards (1971):

$$MST = \left(0.12T_{wing}\right) + \left(0.03T_{head}\right) + \left(0.15T_{leg}\right) + \left(0.70T_{back}\right) \quad (1)$$

where T_{wing}, T_{head}, T_{leg} and T_{back} are respectively the wing, head, leg and back temperatures, all in °C.

The experimental design consisted of randomized blocks (cages within chambers) with replication (sections in cages) with two treatments (fixed air velocity per cage of 0, 1, 2, and 3 m/s and randomly assigned air temperature to all chambers: 17, 23, 29 and 35°C). Mean surface temperature was analyzed by two-way ANOVA, for main effects and interactions using the Tukey test (P<0.05). The statistical analysis was performed using SigmaPlot (version 12.0, Systat Software, Inc., 2009).

RESULTS AND DISCUSSION

The mean surface temperature (MST) obtained under different treatments is provided in Table 1. It was noted that air temperature had a strong influence on MST of Japanese quails. MST increased significantly (P<0.05) as the air temperature increased, with a mean of 24.5°C (over all velocities) varying from 17 to 35°C. By evaluating the average over all temperatures, MST decreased with increasing air velocity, but no differences (P>0.05) were observed between 1, 2 and 3 m/s. With increased air velocity levels, the MST tended to be lower, presumably due to the convective heat removal capacity of the moving air.

Table 1. Mean values of mean surface temperature (MST, °C) to evaluate the effect of air temperature (considering all velocities values) and air velocity (using all temperature values).

Temperature (°C)	Velocity (m/s)				Mean[1]
	0	*1*	*2*	*3*	
17	25.6 ^{Aa}	23.4 ^{Ab}	21.6 ^{Ac}	20.7 ^{Ad}	*22.8 ± 2.2* ^{A}
23	33.2 ^{Ba}	31.5 ^{Bc}	30.2 ^{Bb}	30.5 ^{Bb}	*31.4 ± 1.4* ^{B}
29	41.9 ^{Ca}	39.3 ^{Cb}	39.8 ^{Cb}	40.9 ^{Cc}	*40.5 ± 1.2* ^{C}
35	48.2 ^{Da}	45.7 ^{Db}	47.4 ^{Dc}	47.9 ^{Dac}	*47.3 ± 1.1* ^{D}
Mean[1]	*37.2 ± 9.9* ^{B}	*35.0 ± 9.7* ^{A}	*34.8 ± 11.2* ^{A}	*35.0 ± 11.9* ^{A}	

[1]Main effects means (Velocity or Temperature) followed by same uppercase letter do not differ by Tukey test ($P < 0.05$).
[a-c] Means followed by the same letter do not differ statistically between each other, uppercase in the column (air temperature means by velocity) and lower case in the row (air velocity means by air temperature), by Tukey test ($P < 0.05$).

A strong effect of air velocity at each temperature was noted (P<0.05), with the lowest MST values found at air velocity of 2 m/s followed by 3 m/s independent of the evaluated air temperature. Ruzal et al. (2011) observed that the surface temperature of laying birds, exposed to air velocities of 0.5, 1.5 and 2 m/s at 35°C, was higher than that at 3 m/s.

It is worth noting that the 35°C condition associated with the air velocity of 0 m/s resulted in highest mean surface temperature of the birds during the experiment, while the combination of 17°C and 3 m/s air velocity presented the lowest MST values, 48.2°C and 20.7°C respectively (Table 1). Souza Júnior et al. (2013) evaluated the surface temperature of Japanese quail under air temperature below 18, between 18 and 22, and above 22°C, obtaining mean values of 24.7, 25.1 and 25.8°C respectively. Therefore, compared to the results of this experiment, similarities were found only with the 17 °C treatment, with a value of 25.6°C for the control treatment of air velocity.

The strong effect of the air movement shows how air velocity decrease the average surface temperature at low temperatures, especially when high levels are applied. According to May et al. (2000), high air velocity is beneficial in hot environments, but may be detrimental under cold weather if heat loss is excessive. In this sense, Bottcher et al. (1995) reported that air velocity of at least 2.0 m/s is important to reduce the temperature of birds in hot environments and attenuate the thermal stress. This fact corroborates with the data found in this work because it shows variation in MST as the air temperature variation occurs. This can be explained by the difficulty that birds have

of dissipating internal heat to the environment at high temperatures, causing their surface temperature to rise.

CONCLUSION

There was a significant positive correlation between air temperature and mean surface temperature. Air temperature had a strong influence on MST of Japanese quails This study demonstrated that air velocity at the feeder is important for removal of heat from the surface of the birds.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are thankful to Center for Research in Environment and Agroindustry Systems Engineering (AMBIAGRO) and Department of Agricultural Engineering at the Federal University of Viçosa (UFV). This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Finance Code 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

BIBLIOGRAPHY REFERENCES

AARIF, O.; MAHAPATRA, P.S.; YATOO, M.A.; DAR, S.A. Impact of cold stress on physiological, hormonal and immune status in male and female broad breasted white turkeys. Journal of Stress Physiology e Biochemistry, v.9, n.3, p.54-60, 2013.

BAGH, J.; PANIGRAHI, B.; PANDA, N.; PRADHAN, C.R.; MALLIK, B.K.; MAJHI, B.; ROUT. S.S. Body weight, egg production, and egg quality traits of gray, brown, and white varieties of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in coastal climatic condition of Odisha. Veterinary World, v.9, n.8, p.832-836, 2016.

BONFIM, D.S.; MELO, S.A. Influência do ambiente na criação de codornas de corte: Revisão. PubVet. v.9, n. 4, p.174-181, 2015.

BOTTCHER, R.W.; BRAKE, J.; BAUGHMAN, G.R.; MAGURA, J.R. Vertically directed mixing fans as an alternative to tunnel ventilation. World Poultry Science Journal. v.11, p.24-29, 1995.

MAY, J.D.; LOTT, B.D.; SIMMONS, J.D. The effect of air velocity on broiler performance and feed and water consumption. Poultry Science, v.79, n.10, p.1396–1400, 2000.

NASCIMENTO, G.R.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F.; BARACHO, M.S.; GARCIA, R. Assessment of broilers surface temperature variation when exposed to different air temperature. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.13, n.4, p.259-263, 2011.

NASCIMENTO, G.R.; NÄÄS, I.A.; BARACHO, M.S.; PEREIRA, D.F.; NEVES, D.P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.6, p. 658-663, 2014.

NGUYEN, P.H., GREENE, E.; DONOGHUE, A.; HUFF, G.; CLARK, F.D.; DRIDI, S. A new insight into cold stress in poultry production. Advances in Food Technology and Nutritional Sciences, v.2, n.1, p.1-2, 2016.

RICHARDS, S.A. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. Journal of Physiology, v.216, n.1, p.1-10, 1971.

RUZAL, M.; SHINDER, D.; MALKA, I.; YAHAV, S. Ventilation plays an important role in hens' egg production at high ambient temperature. Poultry Science, v.90, n.4, p.856-862, 2011.

SANTOS, T.C.; GATES, R.S.; TINÔCO, I.F.F.; ZOLNIER, S.; BAÊTA, F.C. Behavior of Japanese quail in different air velocities and air temperatures. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.52, n.5, p.344-354, 2017.

SAKAMOTO, M.I.; MURAKAMI, A.E.; FERNANDES, A.M.; OSPINA-ROJAS, I.C.; NUNES, K.C.; HIRATA, A.K. Performance and serum biochemical profile of Japanese quail supplemented with silymarin and contaminated with aflatoxin B1. Poultry Science, v.97, n.1, p.159-166, 2018.

SOUSA, M.S.; TINÔCO, I.F.F.; MENDES, L.B.; REIS, R.S.; FIGUEIREDO, E.M.; QUEIROZ, P. Qualidade do ambiente aéreo na criação de codornas de corte mantidas em diferentes temperaturas. Tecnologia e Ciência Agropecuária, v.7, n.3, p.1-6, 2013.

SOUZA JÚNIOR, J.B.F.; QUEIROZ, J.P.A.F.; DOMINGOS, H.G.T.; TORQUATO, J.L.; SÁ FILHO, G.F.; COSTA, L.L.M. Avaliação termográfica de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, v.1, n.2, p.61-64, 2013.

UTILIZAÇÃO DO ALGORITMO DE AGRUPAMENTO *FUZZY* PARA O RECONHECIMENTO DE PADRÕES EM DADOS DE CONSUMO DE RAÇÃO DE COELHOS PUROS DA RAÇA NOVA ZELÂNDIA BRANCO (NZB) SUBMETIDOS A DIVERSOS DESAFIOS TÉRMICOS

Maria Alice Junqueira Gouvêa Silva[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Raquel Silva de Moura[3], Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz[4], Bruna Pontara Vilas Boas Ribeiro[5], Marcelo Bahuti[6], Bruna Amaral[7].

[1]Zootecnista, Pós graduanda do Depto de Engenharia (DEG), Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG, Fone: (35)98431-3984, malicejgsilva@gmail.com
[2]Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras-MG. yanagi@deg.ufla.br
[3]Depto de Zootecnia, UFLA, Lavras-MG. raquelmoura@dzo.ufla.br
[4]Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras-MG. patricia.ponciano@ufla.br
[5]Depto de Engenharia, UFLA, Lavras-MG. brunapontara07@gmail.com
[6]Depto de Engenharia, UFLA, Lavras-MG. marcelo_bahuti@hotmail.com
[7]Depto de Engenharia, UFLA, Lavras-MG. bruna.amaral@engagricola.ufla.br

RESUMO - O desempenho dos coelhos da raça Nova Zelândia Branco (NZB) está relacionado diretamente com os fatores ligados a ambiência por apresentarem grande sensibilidade às condições de temperaturas altas. Objetivou-se com o presente trabalho, utilizar o algoritmo de agrupamento *Fuzzy* C-Means (FCM) para o reconhecimento de padrões em dados de consumo diário de ração (CDR) de coelhos da raça NZB submetidos a diferentes desafios térmicos. O experimento foi conduzido em quatro túneis de vento climatizados instalados em laboratório. Foram utilizados 24 coelhos puros da raça NZB com idades entre 30 e 37 dias. O experimento foi realizado em duas etapas com duração de sete dias cada e, em cada etapa, foram testadas quatro (tratamentos) temperaturas de bulbo seco (20°C, 24°C, 28°C e 32°C) a partir do 30° dia de vida dos coelhos. A obtenção dos dados de CDR (quilo, kg) se deu pela pesagem das quantidades fornecidas e das sobras obtidas diariamente de cada coelho em cada tratamento. Posteriormente, utilizou-se o algoritmo *Fuzzy C-Means* (FCM) para classificar os resultados e, para validar a análise, aplicaram-se os índices de validação para indicar em quais quantidades de *clusters* foram obtidos os melhores resultados de partições para essa base de dados. Sendo assim, a análise de agrupamento FCM mostrou-se uma metodologia capaz de fornecer informações sobre o conforto térmico dos coelhos da raça NZB de maneira precisa e não invasiva podendo auxiliar o produtor na tomada de decisão.
Palavras-chave: *Fuzzy C-Means*, cunicultura, ambiente térmico.

INTRODUÇÃO

O coelho da raça Nova Zelândia Branco (NZB), é um mamífero homeotérmico, de origem europeia e caracteriza-se por ser um animal altamente prolífero, bastante sociável

e de hábitos noturnos (FERREIRA et al., 2012). Além disso, segundo FERREIRA et al. (2012), é considerado um animal com grande aptidão para a produção de carne e pele.

No Brasil, o consumo de carne de coelho da raça NZB ainda é pequeno frente ao consumo de outros países, como a Ásia (MACHADO et al., 2016), porém, a cunicultura é uma atividade que apresenta grande potencial de crescimento, principalmente, na agricultura familiar, por possibilitar a produção de carne com alto valor nutricional e pele de excelente qualidade com um mínimo de investimento (MACHADO et al., 2016).

O desempenho dos coelhos está relacionado diretamente com os fatores ligados a ambiência, visto que estes animais apresentam grande sensibilidade às condições do meio, principalmente no tocante às temperaturas altas (RESENDE et al., 2012).

Os fatores ambientais que mais influenciam o bem-estar e, consequentemente, a saúde, reprodução e a desempenho dos coelhos são representados, principalmente, pela temperatura de bulbo seco (t_{bs}, °C) e umidade relativa do ar (UR, %) (ZEFERINO, 2011).

Segundo Jaruche et al. (2012), para um bom desempenho zootécnico, os coelhos da raça NZB acima de 30 dias de vida devem estar submetidos a uma t_{bs} ideal, compreendida entre 15 e 20 °C e UR entre 60 e 70 % (FERREIRA et al., 2012), pois quando os animais são expostos à condição de calor intenso ocorre imediatamente à redução no consumo de ração e, como consequência, a redução no ganho de peso, em relação àqueles animais mantidos na zona termoneutra (ZEFERINO et al., 2011).

Por isso, é de extrema importância que os coelhos NZB criados em países de clima quente apresentem um bom desempenho zootécnico sob estresse térmico para possibilitar a seleção de animais termotolerantes (ZEFERINO et al., 2011).

Dentre os diferentes métodos que utilizam a inteligência computacional como ferramenta para avaliar o conforto térmico para a criação de animais pode-se destacar o método de agrupamento *Fuzzy C-Means* (FCM) que é um método de agrupamento difuso utilizado para melhorar os resultados de questões complexas de agrupamento de dados (LEITE et al., 2013).

O método de agrupamento FCM é um algoritmo interativo que inicia com *c* valores arbitrários e, com base nesses valores, associa-se cada elemento ao valor ao qual possui menor distância, formando *c* grupos (FERREIRA, 2007).

Posteriormente, calcula-se o centro de cada grupo formado e os elementos são re-associados ao centro mais próximo. Deste modo, os cálculos prosseguem até que as diferenças entre os centros do passo atual e do passo anterior sejam mínimos (FERREIRA, 2007). A defuzzyficação se dá pelo máximo, ou seja, em FCM cada objeto

pertence a todas as classes, porém com graus de pertinência diferentes, sendo assim, cada objeto é alocado na classe onde o grau de pertinência é maior (FERREIRA, 2007).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo utilizar o algoritmo de agrupamento FCM como um método de reconhecimento de padrões em dados de consumo diário de ração (CDR) de coelhos da raça NZB submetidos a estresse por calor observando se o classificador será útil na avaliação de situações de conforto e/ou estresse térmico provocado por calor.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no ano de 2017, em quatro túneis de vento climatizados instalados no Laboratório de Ambiência Animal localizado no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras.

Foram utilizados 24 coelhos, fêmeas e machos, com idades entre 30 e 37 dias de vida da raça Nova Zelândia Branco (NZB).

Todos os coelhos da raça NZB puros foram obtidos de um mesmo criatório, localizado no setor de Cunicultura, no Departamento de Zootecnia da UFLA, após o desmame, aos 30 dias de idade.

No interior de cada túnel climatizado foram colocadas gaiolas de arame galvanizado onde os animais ficaram alojados durante toda a fase experimental. As gaiolas foram divididas em três partes iguais de 0,08 m2 animal-1 conforme recomendado para a categoria de coelhos em crescimento (MOURA, 2010).

Durante todo o período experimental os animais tiveram acesso livre à ração comercial balanceada e água potável. E, também, foi realizada a limpeza das gaiolas para evitar a formação de gases, como a amônia, que poderiam interferir no desempenho dos animais.

A coleta de dados para avaliação do consumo de ração (CR) foi realizada em duas etapas com duração de sete dias cada. Em cada etapa, foram testadas quatro temperaturas de bulbo seco (20°C, 24°C, 28°C e 32°C) a partir do 30° dia de vida dos coelhos. Os níveis das temperaturas foram selecionados considerando os intervalos de temperaturas ótimas recomendadas pela literatura para animais desmamados, cujo intervalo varia de 15 a 20 °C (ZEFERINO et al., 2011) e, tendo o seu limite superior extrapolado para se gerar condições de desconforto por calor.

Nas duas etapas experimentais, a umidade do ar (UR, %) e a velocidade do vento foram mantidas a 60% e a 0,2 m s-1 respectivamente, por serem consideradas com condições que caracterizam conforto térmico (FERREIRA et al., 2012; MACHADO et al. 2012; MOURA, 2010).

A obtenção dos dados de consumo diário de ração (quilo, kg) se deu pela pesagem das quantidades fornecidas e das sobras obtidas diariamente de cada coelho em cada tratamento.

Posteriormente, foi utilizado o algoritmo Fuzzy C-Means (FCM) para encontrar padrões nos dados de consumo de ração dos coelhos NZB submetidos a estresse por calor.

Após a aplicação do método de agrupamento FCM, foi obtida diferentes quantidade de clusters sendo assim, os índices de validação Xie-Beni, Índice de partição e Coeficiente de Partição foram usados para indicar em quais quantidades de clusters foram obtidos os melhores valores de partições.

Para o método de Xie-Beni (XB), quanto menor for o valor de XB mais preciso será o particionamento (XIE; BENI, 1991):

$$XB = \frac{\sum_{i=1}^{c}\sum_{k=1}^{N}(\mu_{ki})^m ||x_k - v_i||_2}{N \min\limits_{\forall k,i} ||x_k - v_i||_2}. \quad (1)$$

em que:

N é o conjunto de dados;

μk_i é a associação de grau da k-ésima amostra no i-ésimo cluster;

$m \in [1, \infty]$ é uma constante de difamação;

$x_k \in R^n, \kappa = 1,...,$ N é uma amostra;

$v_i \in R^n, i = 1, \dots, c$ é um centro cluster;

c é o número de *clusters*.

Por sua vez, o Índice de Partição (SC) consiste na razão da soma da capacidade e separação dos *clusters* sendo assim, quanto menor for o seu valor, melhor será a razão da partição:

$$SC = \sum_{i=1}^{c} \frac{\sum_{k=1}^{N}(\mu_{ki})^m ||x_k - v_i||_2}{N_i \sum_{j=1}^{c} ||v_j - v_i||_2} \quad (2)$$

sendo:

N é o conjunto de dados;

μk_i é a associação de grau da k-ésima amostra no i-ésimo *cluster*;

$m \in [1, \infty]$ é uma constante de difamação;

$x_k \in R^n, \kappa = 1$,..., N, é uma amostra;

$v_i \in R^n, i = 1, \ldots, c$, é um centro *cluster*;

$v_j \in R^n, i = 1, \ldots, c$, é um centro *cluster* com o seu anterior;

c é o número de clusters.

Sendo assim, SC é útil ao comparar partições com um número similar de clusters (BENSAID et al., 1996).

Por último o Coeficiente de Partição (PC) é um índice que mensura a quantidade de sobreposição entre clusters, ou seja, quanto maior for o índice PC, melhor será o particionamento (BEZDEK, 1981). É dado por:

$$PC = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{c} \sum_{k=1}^{N} (\mu_{ki})^2. \quad (3)$$

em que:

N é o conjunto de dados;

c é o número de *clusters*;

μk_i é a associação de grau da k-ésima amostra no i-ésimo *cluster*.

Com isso, as variáveis de ambiente térmico e CDR serão uma descrição linguística e estão associados com os clusters resultantes.

As análises de algoritmo de agrupamento FCM e dos índices de validação XB, SC e PC foram realizadas utilizando o programa computacional Matlab R2014a® licença nº 730228.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices XB, SC e PC são utilizados para verificar qual a partição final fornecida pelo algoritmo de agrupamento FCM possui melhor desempenho (MOTA et al., 2017). Portanto, valores mínimos encontrados em XB e SC e valores máximos encontrados por PC definem a melhor partição encontrada para ser utilizada na base de dados estudada.

Os dados foram normalizados no intervalo de 0 a 1 considerando as proporções das variáveis e o conjunto de c amostras aleatórias do conjunto de dados foram considerados como meios iniciais.

A Tabela 1 lista os resultados obtidos com a utilização do algoritmo de agrupamento FCM e, os resultados dos índices de validação XB, SC e PC para a sua validação.

Tabela 1. Validação do algoritmo de agrupamento FCM por meio dos índices de validação XB, SC e PC.

FCM				
Clusters	Validação			Tempo de validação (segundos)
	XB	SC	PC	
2	1.1683	1.1932	0.8010	0.8460
3	2.2910	0.9847	0.6866	0.8900
4	7.3350	0.8385	0.6907	0.8825
5	9.5910	0.8133	0.6733	0.8720
6	7.5541	0.6381	0.6693	0.8615
7	6.2789	0.4860	0.6776	0.9130
8	8.4239	0.4529	0.6915	0.9295

Na Tabela 1, observa-se que de acordo com cada índice de validação foi possível determinar os valores, os números ideais de *clusters* e o tempo gasto para o treinamento do classificador FCM.

Ao analisar os dados obtidos nota-se que, por exemplo, para os índices XB e PC o número ideal de *clusters* para o algoritmo de agrupamento FCM seria de dois *clusters* enquanto que, para SC o número ideal seria de oito *clusters*. Assim, observa-se que o número ideal de partições para o banco de dados estudado seria de dois *clusters*.

Ao analisar o classificador FCM em termos de precisão, capacidade e tempo de processamento observou-se que o melhor resultado e o menor tempo de processamento de 0,8460 segundos foram obtidos com dois *clusters*.

A Figura 1 ilustra os limites de decisão dos clusters para o classificador FCM de acordo com os melhores índices de validação do agrupamento encontrados.

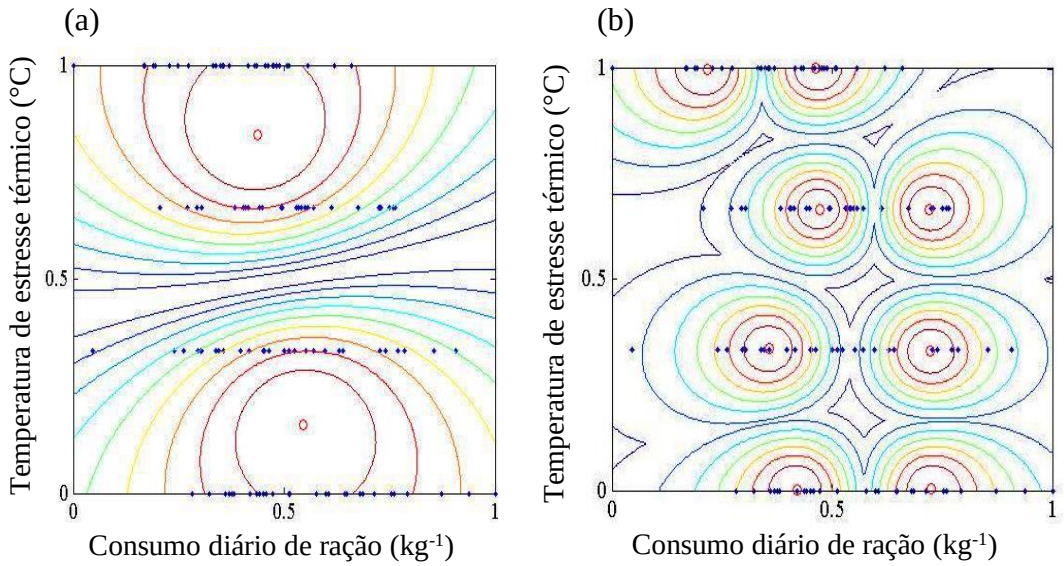


Figura 1. Melhores resultados encontrados com o classificador FCM de acordo com os índices de validação: (a) XB e PC com dois *clusters* e, (b) SC com oito *clusters*. Considera-se os pontos vermelhos os centros e os pontos azuis as amostras de dados.

Com a Figura 1 é possível observar que os agrupamentos do classificador FCM permitem a formação de agrupamentos esféricos sobrepostos (MOTA et al., 2017).

Desta maneira, a Figura 1 ilustra apenas os atributos mais representativos dos dados encontrados de consumo diário de ração em coelhos NZB submetidos às temperaturas de bulbo seco de 20°C, 24°C, 28°C e 32°C.

Nota-se que o CDR é pior, com valores de CDR variando entre 26 a 35 g (intervalo de 0 a 0,5) quando a temperatura de estresse térmico encontra-se no intervalo acima de 0,5 (acima de 28°C), pois quando os animais são expostos à condição de calor intenso ocorre imediatamente à redução no consumo de ração e, como consequência, a redução no ganho de peso, em relação àqueles animais mantidos na zona termoneutra (ZEFERINO et al., 2011).

Portando, animais mantidos em espaço confinado devem estar submetidos à mínima faixa de variação diária dos fatores ambientais térmicos para, deste modo, evitar o aumento das exigências metabólica e comportamental em compensação às mudanças térmicas ambientais (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

Neste sentido, na tentativa de amenizar os efeitos danosos do estresse por calor, torna-se importante realizar mais estudos científicos para o desenvolvimento de tecnologias específicas para as regiões de clima quente produzindo informações que orientem as atividades de ambiência da cunicultura (JARUCHE et al., 2012).

CONCLUSÃO

O método de agrupamento *Fuzzy C-Means* demostrou ser eficiente em reconhecer os padrões em um conjunto de dados contento o consumo diário de ração de coelhos que foram submetidos a condições estresse por calor.

A validação dada por Xie-Beni e Coeficiente de Partição indicaram a existência de dois clusters nos dados analisados e, o Índice de partição indicou a existência de oito *clusters*. Sendo o tempo de validação decisivo para a obtenção de melhores resultados.

Portando, a utilização do algoritmo de agrupamento FCM pode ser um método de grande valia para auxiliar no monitoramento de situações em que os coelhos possam estar em conforto e/ou desconforto térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BENSAID, A., HALL, L., BEZDEK, J., CLARKE, L., SILBIGER, M., ARRINGTON, J., MURTAGH, R. Validity-Guided (Re)Clustering with Applications to Image Segmentation. IEEE Trans. Fuzzy Syst, 4: 112-123, 1996.

BEZDEK, J. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. New York: Plenum Press, 1981.

FERREIRA, G. G. L. (2007). Desenvolvimento de um sistema baseado em regras para detecção de fraude em unidades consumidoras ligadas em baixa tensão. Trabalho de Graduação no Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

FERREIRA, W. M.; MACHADO, L. C.; JARUCHE, Y. DE G.; CARVALHO, G. G.; OLIVEIRA, C.E.A.; SOUZA, J. D'A.S.; CARÍSSIMO, A. P. G. Manual prático de cunicultura. Bambuí. Ed. do autor, p.75, 2012.

JARUCHE, Y.G.; FILHO, D.E.F.; DIAS, A.N.; FERNANDES, D.P.; RIBEIRO, H.O.C.; SIQUEIRA, A.A.; SIMA, P.S.; ORNELAS, O.T.C.; CRUZ, L.J.; CAIXETA, V.; BARBOSA, P.M. Efeito da densidade de alojamento sobre a homeostase térmica em coelhos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. Revista Brasileira de Cunicultura, v.1, n.1. 2012.

LEITE, D., COSTA, P., GOMIDE, F. Evolving Granular Neural Networks from Fuzzy Data Streams. Neural Networks, 38(1): 1-16, 2013.

MACHADO, L.C.; LIMA, A.; BRUM, B.; ZOLIN, I.; CAVALCANTE, J.; TIGRE, M.; KAC, M.; MOREIRA, M.; MASSON, V.; COSTA, V.C.; JARUCHE, Y. Preços comumente praticados em Cunicultura. Associação Científica Brasileira de Cunicultura

(ACBC), nota 4. 2016. Disponível em: http://www.acbc.org.br/nota4.pdf.> Acesso: jan/ 2017.

MACHADO L. C. Opinião: Panorama da Cunicultura Brasileira. Revista Brasileira de Cunicultura, v. 2, n. 1, 2012. Disponível em: < http://www.rbc.acbc.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=71> Acesso: set/2017.

MOTA, V. C.; DAMASCENO, F. A.; SOARES, E. A.; LEITE, D. F.. Fuzzy clustering methods applied to the evaluation of compost bedded pack barns. In Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2017 IEEE International Conference on (pp. 1-6). IEEE. (2017, July).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Guide for the care and use of laboratory animals. Washington, D. C. National Academy Press, 1996. 128 p.

MOURA A. S. A. M. T. Rabbit Production in Latin America. In: American Rabbit Congress, 4. Cordoba - Argentina, 2010.

RESENDE, L. H. C; BORGES, J. F. P. M; SERAFIM, R. S. Tosquia de coelhos como alternativa para melhorar o conforto térmico. FAZU em Revista, Uberaba, n.9, p. 85-89, 2012.

XIE, X., BENI, G. A Validity Measure for Fuzzy Clustering. IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., 13(8): 841-847, 1991.

ZEFERINO, C.P. et al. Genetic group×ambient temperature interaction effects on physiological responses and growth performance of rabbits. Livestock Science, p. 177–183, 2011.

INFLUENCE OF HEAT STRESS ON MEAT QUALITY: A LITERATURE REVIEW

Tatiany Carvalho dos Santos[1], Richard Stephen Gates[2], Cecília de Fátima Souza[1], Ilda de Fátima Ferreira Tinôco[1], Márcia Gabrielle Lima Cândido[1] and Letícia Cibelle da Silva Ramos Freias[1].

[1]Agricultural Engineering Department, Federal University of Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n Campus Universitário, Viçosa, MG, Brazil. taty17_carvalho@hotmail.com
[2]Agricultural and Biological Engineering Department - University of Illinois - Urbana-Champaign, Urbana, IL, USA. rsgates@illinois.edu

ABSTRACT - Meat quality is a major concern, especially for more demanding consumers. The final condition of the meat is the result of what happened to the animal during the production chain. Inadequate animal handling on farms, inadequate transport conditions, poorly maintained trucks and roads, and conditions that agitates the animals can lead to bruising, stress, and significant loss of meat quality. Heat stress causes decreasing in meat quality. The stress occurs when animals are in conditions adverse to their nature, during which the process of obtaining the meat can significantly compromise the meat quality. Among the main parameters of evaluation of the meat quality we can mention the color, which it is characterized by luminosity (L*, a*, b*), lipid and protein oxidation, pH, water holding capacity and softness. The objective of the present literature review is to address the heat stress-related aspects affecting meat quality, considering the main attributes that involve meat quality.
Keywords: animal handling, animal stress, color, meat quality, tenderness.

INTRODUCTION

Meat quality is a major concern, especially for more demanding consumers (Melo et al., 2016). Carcass traits and meat quality, such as tenderness and color, are critical for consumer acceptance (Song and King, 2015). The level of stress experienced by the animal is one of the factors affecting the quality of meat (Castellini et al., 2016). When subjected to stressful conditions, the meat of slow-growing chickens could be different from that of fast-growing (Castellini et al., 2016). Some specific processes during the cycle of production result in stress for the animal.

Heat stress causes decreasing in meat quality (Song and King, 2015). According to Kim et al. (2017) cyclic heat stress had little impact on color, water holding capacity, protein functionality and lipid/protein oxidation stability of ground chicken leg meat.

The objective of the present literature review is to highlight the aspects related to heat stress that affect the quality of the meat, considering the main attributes that involve meat quality.

DEVELOPMENT

Heat stress

Cortisol is one of the most common stress indicators measured (Shaw and Tume, 1992). According to Fisher et al. (2010) The cortisol response to stress has been shown to vary between individuals as well as fluctuate during pre-slaughter handling. According to Holinger et al. (2018) carcasses of stress-exposed pigs had thicker backfat, lower lean meat percentage and a different fatty acids composition of the adipose tissue.

It is important to highlight that thermal stress directly affects the development of animals, since it compromises the maintenance of homeothermy. Due to this, a physiological imbalance occurs that is caused by adverse temperatures and relative air humidity, either during rearing or at the time of slaughter, affecting the muscle glycogen reserves that are responsible for the development of postmortem biochemical reactions that determine the quality of meat and its functional properties.

Dokmanović et al. (2015) correlated different categories of animal stresses, meat quality and carcass quality characteristics in pigs and found that cortisol affected the carcass quality. High cortisol values in beef cattle resulted in high pH but cooking loss values were still within the normal range (Maghfiroh et al., 2014).

Heat is one of the most important environmental stressors for the poultry industry in the world (Zaboli et al., 2018). Impacts caused by stress at high temperatures lead to a series of consequences for productivity, with higher water consumption and lower feed consumption, which directly affects feed conversion, growth rate, carcass yield and meat quality for organoleptic properties (Song and King, 2015).

Stress can significantly compromise meat quality, and among the main meat quality evaluation parameters we can mention color - luminosity (L*, a*, b*), pH, water holding capacity (WHC), tenderness (shear force) and lipid and protein oxidation.

Color

Light scattering affect meat lightness (L*) in a fashion inverse to that caused by heme pigment concentration, having a minimal effect on meat redness (a*) and yellowness (b*) (Mir et al., 2017).

Under a heat stress period of one hour per day, broiler chickens at different stages of management will develop PSE or DFD breasts (Gotardo et al., 2015). According to Zhang et al. (2012), the high ambient temperature had a significant influence on meat quality of the of broilers. The meat color of the breast and thigh of broilers submitted to constant high temperature presented higher L*. A significant increase in the red content (a*) was observed by Vaz (2012) in the chests of birds that remained in the warm environment for 48 and 72 hours, in relation to birds that were not exposed to such stress.

pH

Stress has a direct effect on the quality and physical-chemical characteristics of the meat as it changes the pH drop pattern due to the rapid use of glucose when the animal is submitted to conditions that modify its well-being. According to Boudjellal et al. (2008), the rate of pH drop, as well as the final pH of the meat after 24-48 hours, is very variable. Desai et al. (2016) subjected short-term stress broilers (38°C during 2h) and found lower values of pH for breast meat at 15 minutes after death (for PSE meat than normal meat).

Water holding capacity

According to Mir et al. (2017) water holding capacity (WHC) having direct bearing on the color and tenderness of meat, is among the most important functional properties of raw meat. A study showed that cyclic heat stress (32.0, 21.0 and 32°C, 10 h/day) had little impact in WHC of ground chicken leg meat (Kim et al., 2017). Zhang et al. (2014) evaluated the relationship of heat shock protein levels in swine muscles and meat quality and they observed a correlation between heat shock proteins and the water holding capacity of the meat.

Tenderness (shear force)

Some studies have established a relationship between heat shock proteins and meat quality, including small heat shock proteins and their role in meat tenderness (Lomiwes et al., 2014). Vaz (2012) studying different conditions of thermal stress in broiler chickens at 42 days showed that the different temperatures (thermoneutral and stress) and duration

of stress influenced the meat tenderness observed that the meat of the birds that remained in thermal stress was more rigid, however there was a lower post-mortem proteolytic potential, leading to a decrease in softness.

Lipid and protein oxidation

Lipid oxidation is described as a deterioration of the oxygen-dependent meat quality of saturated and unsaturated fatty acids, contributing to flavor degradation and reduced product shelf life due to initiation of peroxidation (Vercellotti et al., 1992). Higher lipid oxidation was observed in the meat of the birds that underwent thermal stress during periods of 24, 48 and 72 hours compared to those in period of 0 hour (Vaz, 2012).

CONCLUSION

Inadequate conditions of general environment offered to the animal, which can result in its stress, may lead to the formation of products of low quality and no acceptance by the consumer. It is necessary to consider animal welfare in the ante-mortem period, during the slaughter and post-mortem process in order to obtain a higher yield and use of carcass, besides guarantee better quality of the produced meat.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are thankful to Center for Research in Environment and Agroindustry Systems Engineering (AMBIAGRO) and Department of Agricultural Engineering at the Federal University of Viçosa (UFV). This study was financed by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Finance Code 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

BIBLIOGRAPHY REFERENCES

BOUDJELLAL, A.; BECILA, S.; COULIS, G.; HERRERA-MENDEZ, C.H.; AUBRY, L.; LEPETIT, J.; HARHOURA, K.; SENTANDREU, M.A.; AÏT-AMAR, H.; OUALI, A. Is the pH drop profile curvilinear and either monophasic or polyphasic? Consequences on the ultimate bovine meat texture. African Journal of Agricultural Research, v.3, n.3, p.195–204, 2008.

CASTELLINI, C.; MATTIOLI, S.; PIOTTOLI, L.; MANCINELLI, A.C.; RANUCCI, D.; BRANCIARI, R.; AMATO, M.G.; DAL BOSCO, A. Effect of transport length on in vivo oxidative status and breast meat characteristics in outdoor-reared chicken genotypes. Italian Journal of Animal Science, v.15, n.2, p.191–199, 2016.

DESAI, M.A.; JACKSON, V.; ZHAI, W.; SUMAN, S.P.; NAIR, M.N.; BEACH, C.M.; SCHILLING, M.W. Proteome basis of pale, soft, and exudative-like (PSE-like) broiler breast (*Pectoralis major*) meat. Poultry Science, v.95, n11, p.2696–2706, 2016.

DOKMANOVIC, M.; BALTIC, M.Z.; DURIC, J.; IVANOVIC, J.; POPOVIC, L.; TODOROVIC, M.; MARKOVIC, R.; PANTIC, S. Correlations among stress parameters, meat and carcass quality parameters in pigs. Asian-Australasian Journal of Animal Science, v.28, n.3, p.435–441, 2015.

FISHER, A.D.; NIEMEYER, D.O.; LEA, J.M.; LEE, C.; PAULL, D.R.; REED, M.T; FERGUSON, D.M. The effects of 12, 30, or 48 hours of road transport on the physiological and behavioral responses of sheep. Journal of Animal Science, v.88, n.6, p. 2144-2152, 2010.

GOTARDO, L.R.M.; VIEIRA, P.B.; MARCHINI, C.F.P.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; ANTUNES, R.C.; GUIMARÃES, E.C.; BUENO, J.P.; SANTOS, D.B. Cyclic heat stress in broilers and their effects on quality of chicken breast meat. Acta Scientiae Veterinariae, v.43, p.1325, 2015.

HOLINGER, M.; FRÜH, B.; STOLL, P.; PEDAN, V.; KREUZER, M.; BÉRARD, J.; HILLMANN, E. Long-term effects of castration, chronic intermittent social stress, provision of grass silage and their interactions on performance and meat and adipose tissue properties in growing-finishing pigs. Meat Science, v.145, p.40–50, 2018.

KIM, H.W.; KIM, J.H.; YAN, F.; CHENG, H.W.; BRAD KIM, Y.H. Effects of heat stress and probiotic supplementation on protein functionality and oxidative stability of ground chicken leg meat during display storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, v.97, n.15, p.5343–5351, 2017.

LOMIWES, D.; FAROUK, M.M.; WIKLUND, E.; YOUNG, O.A. Small heat shock proteins and their role in meat tenderness: A review. Meat Science, v.96, n.1, p.26–40, 2014.

MAGHFIROH, K.; LATIF, H.; SANTOSO, K. 2014. Cortisol hormone concentration and meat quality of beef cattle stunned by captive bolt stun gun before slaughtering. Journal of Animal Science and Technology, v.37, n.3, p.155–160, 2014.

MELO, A.F.; MOREIRA, J.M.; ATAÍDES, D.S.; GUIMARÃES, R.A.M.; LOIOLA, J.L.; OLIVEIRA, R.Q. Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina: Revisão. v.10, n.10, p.785-794, 2016.

MIR, N. A.; RAFIQ, A.; KUMAR, F.; SINGH, V.; SHUKLA, V. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. Journal of Food Science and Technology, v.54, n.10, p.2997–3009, 2017.

SHAW, F.D.; TUME, R.K. The assessment of pre-slaughter and slaughter treatments of livestock by measurement of plasma constituents - A review of recent work. Meat Science, v.32, n.3, p. 311-329, 1992.

SONG, D.J and KING, A.J. Effects of heat stress on broiler meat quality. Worlds Poultry Science Journal, v.71, n.4, p.701–709, 2015.

VAZ, A.B.S. Impacto do estresse térmico agudo na qualidade física e química da carne e avaliação microbiológica de frangos de corte. Diss. (Mestrado em Zootec.) Jaboticabal, UNESP.50p. 2012.

VERCELLOTTI, J.R.; ANGELO, A.J.; SPANIER, A.M. Lipid oxidation in foods An Overview. Journal Pure Appl. Chemical, v.64, p.1959–1964, 1992.

ZABOLI, G.; HUANG, X.; FENG, X.; AHN, D.U. How can heat stress affect chicken meat quality? – a review. Poultry Science, v.0, p.1–6, 2018.

ZHANG, Z.Y.; JIA, G.Q.; ZUO, J.J.; ZHANG, Y.; LEI, J.; REN, L.; FENG, D.Y. Effects of constant and cyclic heat stress on muscle metabolism and meat quality of broiler breast fillet and thigh meat. Poultry Science, v.91, n.11, p.2931–2937, 2012.

ZHANG, M., WANG, D.; GENG, Z.; BIAN, H.; LIU, F.; ZHU, Y.; XU, W. The level of heat shock protein 90 in pig *Longissimus dorsi* muscle and its relationship with meat pH and quality. Food Chemistry, p.165, p.337–341, 2014.

USO DO SISTEMA *FUZZY* TAKAGI-SUGENO PARA A PREDIÇÃO DO CONSUMO DE RAÇÃO DE COELHOS DA RAÇA NOVA ZELÂNDIA BRANCO (NZB) SUBMETIDOS A DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS

Maria Alice Junqueira Gouvêa Silva[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz[3], Raquel Silva de Moura[4], Bruna Pontara Vilas Boas Ribeiro[5], Marcelo Bahuti[6], Renato Ribeiro de Lima [7]

[1]Zootecnista, Pós graduanda do Depto de Engenharia (DEG), Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG, Fone: (35)98431-3984, malicejgsilva@gmail.com
[2]Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras-MG. yanagi@ufla.br
[3]Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras-MG. patricia.ponciano@ufla.br
[4]Depto de Zootecnia, UFLA, Lavras-MG. raquelmoura@ufla.br
[5]Depto de Engenharia, UFLA, Lavras-MG. brunapontara07@gmail.com
[6]Depto de Engenharia, UFLA, Lavras-MG. marcelo_bahuti@hotmail.com
[7]Depto de Estatística, UFLA, Lavras-MG. rrlima@des.ufla.br

RESUMO - A cunicultura é uma atividade estratégica devido à facilidade em seu manejo, a alta prolificidade e por se enquadrar bem em sistemas próprios de agricultura familiar, além de produzir uma carne de alto valor biológico. Objetivou-se com o presente estudo, desenvolver um sistema *fuzzy* Takagi-Sugeno capaz de predizer o consumo diário de ração (CDR) de coelhos da raça NZB na primeira semana de vida após o desmame, submetidos a diferentes condições térmicas. O experimento foi conduzido em quatro túneis de vento climatizados instalados em laboratório. Foram utilizados 16 coelhos puros da raça NZB com idades entre 30 e 37 dias. O experimento foi realizado em duas etapas com duração de sete dias cada e, em cada etapa, foram testadas quatro (tratamentos) temperaturas de bulbo seco (20°C, 24°C, 28°C e 32°C) a partir do 30° dia de vida dos coelhos. A obtenção dos dados de CDR (gramas, g) se deu pela pesagem das quantidades fornecidas e das sobras obtidas diariamente de cada coelho em cada tratamento. Posteriormente, foi elaborado um sistema *fuzzy* Takagi-Sugeno com base no CDR dos coelhos submetidos ao estresse por calor, utilizando como variáveis de entrada a temperatura de bulbo seco do ar (t_{bs},°C) e a idade dos coelhos (dias) para se obter a variável de saída CDR (g). O sistema *fuzzy* Takagi-Sugeno mostrou-se adequado em predizer o CDR na primeira semana após o desmame dos coelhos NZB com $R^2 = 0,99$, quando se relacionou os dados obtidos experimentalmente e os simulados pela lógica *fuzzy*. Desta forma, pode-se inferir que o modelo *fuzzy* pode ser utilizado como metodologia para a predição de consumo de ração de coelhos da raça NZB submetidos a diferentes desafios térmicos.
Palavras-chave: cunicultura, lógica *fuzzy*, estresse térmico.

INTRODUÇÃO

A cunicultura é uma atividade estratégica e bastante desenvolvida em diversos países devido à facilidade em seu manejo, a alta prolificidade, por apresentar baixo impacto poluidor, se enquadrar bem em sistemas próprios de agricultura familiar, além

de produzir carne de alto valor biológico (FERREIRA et al., 2012; MACHADO et al., 2016).

Contudo, o desempenho dos coelhos está relacionado diretamente com os fatores ligados a ambiência, visto que estes animais apresentam grande sensibilidade às condições do meio, principalmente no tocante à temperatura (RESENDE et al., 2012).

A t_{bs} (°C) e a umidade relativa do ar (UR, %) são os fatores ambientais que mais influenciam o bem-estar dos coelhos e, consequentemente, podem afetar a saúde, a reprodução e o seu desempenho (ZEFERINO, 2011).

De acordo Zeferino et al. (2011), para um bom desempenho zootécnico, os coelhos acima de 20 a 30 dias de vida devem ser criados em intervalo de t_{bs} compreendido entre 15 e 20°C, tendo consequências imediatas quando acima dessa faixa, como o aumento no consumo de água e redução no consumo de alimento, causando redução nos níveis de energia e nutrientes podendo assim, comprometer a produtividade do coelho (JARUCHE et al., 2012).

Neste sentido, as instalações zootécnicas devem ser construídas com o propósito de amenizar o efeito do ambiente sobre o desempenho produtivo dos coelhos que, por consequência, propiciará que a produtividade aumente evitando assim, problemas reprodutivos, aumento de doenças e prejuízos financeiros provocados pelo desconforto térmico desses animais (FERREIRA et al., 2012).

Atualmente, as técnicas computacionais de inteligência artificial têm sido amplamente utilizadas a fim de se buscar soluções que resolvam problemas na área de ambiência e, dentre essas técnicas, pode-se destacar a modelagem *fuzzy*, por ser um método que considera as diversas associações entre o ambiente térmico de criação e a estimativa do bem-estar dos animais (NASCIMENTO et al., 2011).

Segundo Nascimento et al. (2011), o sistema de inferência *fuzzy* é uma metodologia que permite a tomada de decisão mais precisa e rápida no controle ambiental e produtivo por parte do agricultor e, também, contribui para o progresso da pesquisa na produção animal.

Para Klug (2010), os sistemas *fuzzy* Takagi-Sugeno são muito úteis devido à sua capacidade de modelar dinâmicas de um modelo não-linear, com dados localmente válidos, interpolados de forma suave, não-linear e convexa, também chamados de regras, que descrevam o comportamento deste sistema em diferentes pontos do seu espaço de estados. De maneira que tal combinação seja inferida por funções de pertinência, que controlarão as interpolações entre as regras locais.

A eficácia de um sistema *fuzzy* Takagi-Sugeno dependerá de características como o número de conjuntos *fuzzy* na partição, da complexidade das funções no consequente e da complexidade das funções de pertinência (BERGSTEN, 2001). O sistema de inferência *fuzzy* Takagi-Sugeno possui maior precisão nas implementações computacionais bem como tem mais flexibilidade para incorporar em sua estrutura formulações matemáticas complexas (SERRA, 2012).

Dentre outras metodologias direcionadas para a tomada de decisão e para ações mais precisas na área de ambiência, o sistema de inferência *fuzzy* Takagi-Sugeno pode contribuir para o avanço nas pesquisas relacionadas ao conforto térmico dos coelhos de produção principalmente nas condições de clima quente.

Neste contexto, este estudo objetivou desenvolver um modelo *fuzzy* Takagi-Sugeno capaz de predizer o consumo diário de ração de coelhos da raça NZB na primeira semana após o desmame, aos 30 dias de idade, submetidos a diferentes condições térmicas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em quatro túneis de vento climatizados instalados em laboratório. Foram utilizados 16 coelhos machos e fêmeas com idades entre 30 e 37 dias da raça Nova Zelândia Branco (NZB).

Todos os coelhos da raça NZB puros foram obtidos de um mesmo criatório, localizado no setor de Cunicultura, no Departamento de Zootecnia da UFLA, após o desmame, aos 30 dias de idade.

Durante toda a fase experimental, os animais ficaram alojados dentro de cada túnel climatizado em gaiolas de arame galvanizado com acesso livre a ração comercial balanceada e água potável. A limpeza das gaiolas foi realizada diariamente para evitar a formação de gases, como a amônia, que poderiam interferir no desempenho dos animais.

A coleta de dados para avaliação do consumo diário de ração (CDR) foi realizada em duas etapas com duração de sete dias cada. Em cada etapa, foram testadas quatro temperaturas de bulbo seco (20°C, 24°C, 28°C e 32°C) a partir do 30° dia de vida dos coelhos. Os níveis das temperaturas foram selecionados considerando os intervalos de temperaturas ótimas recomendadas pela literatura para animais desmamados, cujo intervalo varia de 15 a 20 °C (ZEFERINO et al., 2011) e, tendo o seu limite superior extrapolado para se gerar condições de desconforto por calor.

Nas duas etapas experimentais, UR e a velocidade do vento foram mantidas a 60% e a 0,2 m s^{-1} respectivamente, por serem consideradas com condições que caracterizam conforto térmico (FERREIRA et al., 2012; MACHADO et al. 2012; MOURA, 2010).

A obtenção dos dados de CDR (grama, g) se deu pela pesagem das quantidades fornecidas e das sobras obtidas diariamente de cada coelho em cada tratamento.

Posteriormente, foi elaborado um sistema de inferência *fuzzy* Takagi-Sugeno com base na temperatura de bulbo seco do ar (t_{bs}, °C) e na idade (I, dias) dos coelhos da raça NZB expostos a condições de estresse térmico por calor, conforme ilustra a Figura 1.



Figura 1. Sistema de inferência do *fuzzy* Takagi-Sugeno.

No sistema de inferência *fuzzy* Takagi-Sugeno, proposto por Takagi e Sugeno (1985), o antecedente (variáveis de entrada) de cada regra é composto de proposições *fuzzy* e o consequente (variáveis de saída) consiste de uma função matemática ("*crisp*", não *fuzzy*) das variáveis do antecedente (LENDEK et al., 2010). Assim,

$$R^{(iV \quad i=1,2,\ldots,L)}: Sex_1 \text{é} A_1^i E x_2 \text{é} A_2^i \ldots E x_v \text{é} A_v^i Então y_i = f_i(x_1, x_2, \ldots, x_v) \qquad (1)$$

em que $R_{(i)}$ é a i-ésima regra, e L é o número de regras. x_j, j = 1, 2,..., v (ou x = [x_1, x_2,..., x_v], na forma vetorial) são as variáveis linguísticas do antecedente (entradas), e y_i é a variável do consequente (saída), definida por um funcional das variáveis do antecedente.

A_{ij} e B_i são os termos linguísticos (conjuntos *fuzzy*) definidos por funções de pertinência. A relação de cada variável linguística do antecedente com determinado conjunto *fuzzy* A_{ij} (x_j) é dada pela função de pertinência $\mu A_{ij}(x_j)$: R → [0, 1] (LENDEK et al., 2010).

Assim, para quantificar a importância da variação t_{bs} no consumo de ração dos coelhos durante os sete dias após o desmame, determinaram-se as curvas de pertinência para cada variável de entrada (temperatura de bulbo seco do ar e idade) e para a variável de saída (consumo diário de ração) (Figura 2).

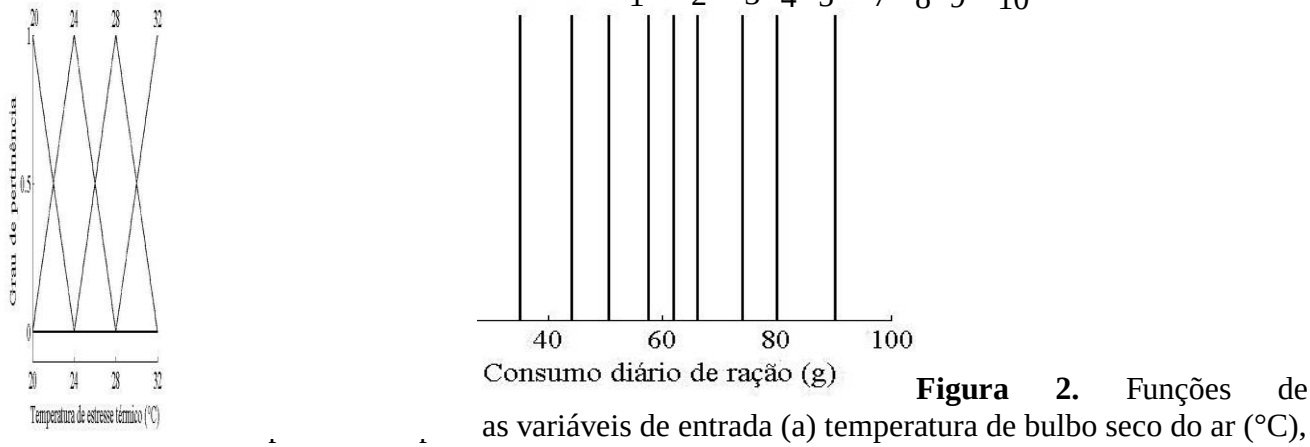


Figura 2. Funções de as variáveis de entrada (a) temperatura de bulbo seco do ar (°C), (b) idade (dias) e saída (c) consumo diário de ração (g).

As curvas de pertinência das variáveis de entrada foram caracterizadas por curvas em formato triangular (Figuras 2a e 2b) por melhor representarem a divisão dos dados e para a variável de saída (Figura 2c) as curvas de pertinência do tipo Stem (traço) reproduziram as melhores respostas com os valores de desvio-padrão menores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coelhos possuem elevadas taxas de crescimento (DE BLAS, 1989) e, é na fase pós-desmame (primeira semana após o desmame, aos 30 dias de vida) que ocorre a maior

influência do consumo alimentar, ganho de peso, conversão alimentar e do ambiente térmico (SAKAGUTI, 1994) no desempenho produtivo dos animais.

No experimento realizado, os melhores resultados de CDR foram encontrados na condição de 20°C com valor médio de 69,39 g dia^{-1} visto que, 20°C encontra-se na zona de conforto para coelhos desmamados (ZEFERINO et al., 2011) e, os piores resultados na condição de 32°C com valor médio de 46,08 g dia^{-1}. Segundo Zeferino et. al. (2011), quando os animais são expostos à condição de calor intenso ocorre imediatamente à redução no consumo de ração em relação àqueles animais mantidos na zona termoneutra.

Ao se desenvolver o sistema de inferência *fuzzy* Takagi-Sugeno para simular o CDR de coelhos NZB em função da temperatura de bulbo seco do ar e da idade dos animais, obteve-se o valor de R^2 de 0,99 (Figura 3). Esse valor alto de R^2 indica que é possível estimar o CRD por meio do sistema de inferência *fuzzy* (dados preditos pelo sistema) em relação aos dados coletados durante o período experimental (dados observados experimentalmente).

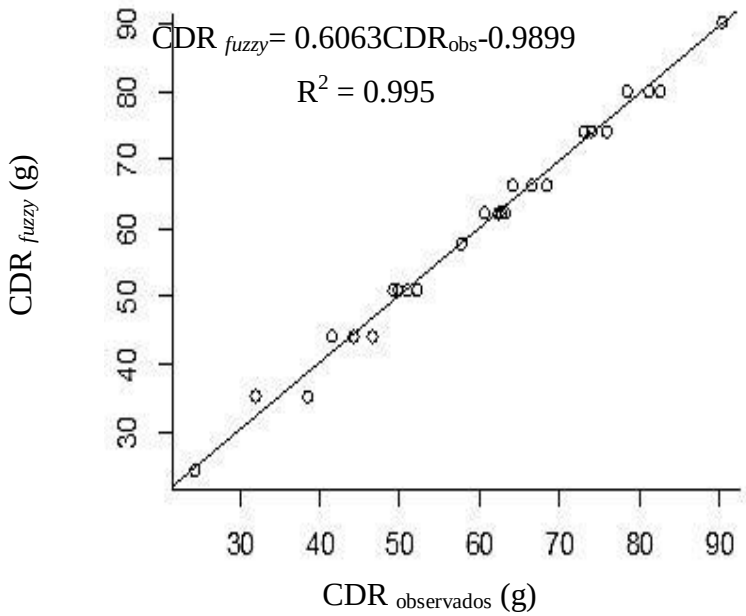


Figura 3. Relação funcional entre os valores de consumo diário de ração predito pelo sistema fuzzy (CDR_{fuzzy}, g) e obtidos experimentalmente ($CDR_{observados}$, g).

Na Figura 4 é ilustrada a superfície de resposta, gerada pelo sistema *fuzzy* Takagi-Sugeno, com os valores de CDR em função da temperatura de bulbo seco do ar e a idade dos coelhos.

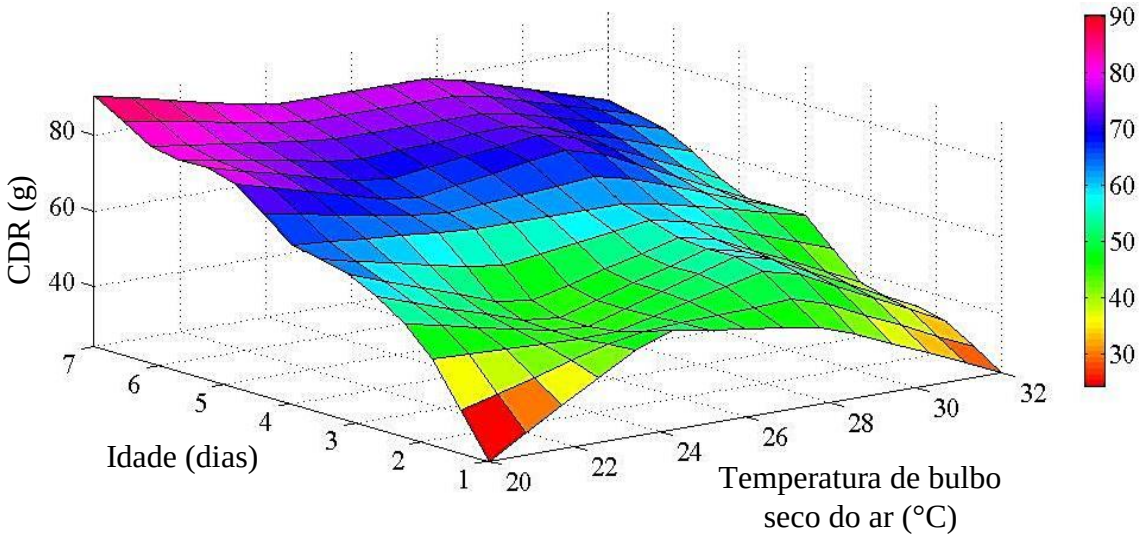


Figura 4. Consumos diários de ração (CDR, g) simulados em função das temperaturas de bulbo seco do ar e idades de coelhos NZB variando de 30 a 37 dias.

As depressões na faixa de 28 e 32 (°C) indicam onde ocorreram os piores resultados para CDR. A análise também pode ser feita em relação à idade dos animais e das temperaturas adotas. Com isso, é possível notar que os melhores resultados de CDR foram observados quando os animais estavam com sete dias de idade nas faixas de 20 a 24 °C onde o valor de CDR ficou em torno de 80 g dia^{-1}. Por sua vez, os animais submetidos às condições de 28 e 32°C mantiveram-se o seu CDR oscilando de 60 a 40 g dia^{-1} nas idades de 3 a 6 dias.

Segundo Zeferino et. al. (2011), quando os animais são expostos à condição de calor intenso ocorre imediatamente à redução consumo de ração e, por consequência, redução no ganho de peso, em relação àqueles animais mantidos na zona termoneutra.

Por isso, é de extrema importância que os coelhos NZB criados em países de clima quente apresentem um bom desempenho zootécnico sob diferentes desafios térmicos para possibilitar a seleção de animais termotolerantes (ZEFERINO et al., 2011).

Dessa forma, pode-se afirmar que, para avaliar o consumo diário de ração de coelhos da raça NZB submetidos a diferentes condições térmicas, pode-se utilizar a interação da temperatura de bulbo seco do ar e da idade dos animais.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

CONCLUSÃO

Um sistema *fuzzy* Takagi-Sugeno foi desenvolvido para predizer o consumo diário de ração de coelhos da raça NZB com idades entre 30 a 37 dias submetidos a diferentes desafios térmicos.

Simulações realizadas com o sistema *fuzzy* possibilita o estudo de diversos cenários para se analisar o efeito do ambiente térmico sobre o consumo alimentar de coelhos NZB, fornecendo informações úteis para auxiliar o produtor na tomada de decisões em relação ao manejo destes animais, visando o aumento de produtividade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da FAPEMIG e CAPES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGSTEN, P. Observer and Controllers for Takagi-Sugeno Fuzzy Systems. Tese (Doutorado). - Örebro University, Örebro, p.117, 2001.

DE BLAS, C. Alimentación del conejo. 2.ed. Madrid: Mundi-Prensa. Ed. 175, p. 24, 1989.

FERREIRA, W. M.; MACHADO, L. C.; JARUCHE, Y. DE G.; CARVALHO, G. G.; OLIVEIRA, C.E.A.; SOUZA, J. D'A.S.; CARÍSSIMO, A. P. G. Manual prático de cunicultura. Bambuí. Ed. do autor, p.75, 2012.

JARUCHE, Y.G.; FILHO, D.E.F.; DIAS, A.N.; FERNANDES, D.P.; RIBEIRO, H.O.C.; SIQUEIRA, A.A.; SIMA, P.S.; ORNELAS, O.T.C.; CRUZ, L.J.; CAIXETA, V.; BARBOSA, P.M. Efeito da densidade de alojamento sobre a homeostase térmica em coelhos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. Revista Brasileira de Cunicultura, v.1, n.1. 2012.

KLUG, M. Realimentação dinâmica de saídas com parâmetros variantes e aplicação aos sistemas fuzzy Takagi-Sugeno. Dissertaçao (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

LENDEK, Z. et al. Stability Analysis and Nonlinear Observer Design Using Takagi-Sugeno Fuzzy Models. [S.l.]: Springer, 2010. (Studies in Fuzziness and Soft Computing).

MACHADO L. C. Opinião: Panorama da Cunicultura Brasileira. Revista Brasileira de Cunicultura, v. 2, n. 1, 2012. Disponível em: <

http://www.rbc.acbc.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=71> Acesso: set/2017.

MACHADO, L.C.; LIMA, A.; BRUM, B.; ZOLIN, I.; CAVALCANTE, J.; TIGRE, M.; KAC, M.; MOREIRA, M.; MASSON, V.; COSTA, V.C.; JARUCHE, Y. Preços comumente praticados em Cunicultura. Associação Científica Brasileira de Cunicultura (ACBC), nota 4. 2016. Disponível em: http://www.acbc.org.br/nota4.pdf.> Acesso: jan/2017.

MOURA A. S. A. M. T. Rabbit Production in Latin America. In: American Rabbit Congress, 4. Cordoba - Argentina, 2010.

NASCIMENTO, G. R. DO, PEREIRA, D. F., NÄAS, I. DE A., RODRIGUES, L. H. A.. Índice *fuzzy* de conforto térmico para frangos de corte. Engenharia Agrícola, 31(2), 219-229, apr. 2011.

RESENDE, L. H. C; BORGES, J. F. P. M; SERAFIM, R. S. Tosquia de coelhos como alternativa para melhorar o conforto térmico. FAZU em Revista, Uberaba, n.9, p. 85-89, 2012.

SAKAGUTI, E. S. Utilização de técnicas de análise multivariada na avaliação de cruzamentos dialélicos em coelhos. Viçosa: UFV, 1994, 184p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1994.

SERRA, G. L. O. (Ed.). Frontiers in Advanced Control Systems. [S.l.]: Intech, 2012.

ZEFERINO, C.P. et al. Genetic group×ambient temperature interaction effects on physiological responses and growth performance of rabbits. Livestock Science, p. 177–183, 2011.

COMPORTAMENTO DE MATRIZES SUÍNAS ALOJADAS EM BAIAS COLETIVAS DURANTE A GESTAÇÃO

Jacqueline dos Santos Neves[1]; Maria de Fátima Araújo Vieira[2]; Juliana Camilo da Silva[3]; Cesar Augusto Pospssil Garbossa[4]

[1]Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas-PA. jacquelinesneves2016@gmail.com
[2]Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas-PA.fatimaraujo.vieira@gmail.com
[3]Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas-PA. julianacamilo.s@outlook.com
[4]Universidade de São Paulo- USP. cgarbossa@hotmail.com

RESUMO - Objetivou-se com o estudo avaliar o efeito do sistema de arraçoamento sobre o comportamento de matrizes suínas gestantes, alojadas em baias coletivas. Foram utilizadas 30 matrizes hiperprolíferas, divididas em duas baias com diferentes sistemas de arraçoamento. As observações comportamentais foram realizadas através de etograma por 48 horas ininterruptas. Houve diferença significativa entre o sistema Automático (SA) e o Sistema Semiautomático (SSA) de fornecimento de ração (P< 0,05), em todas as fases gestacionais para os comportamentos aerofagia (cinco dias de gestação- SA: 2,57% e SSA: 0,03%, 55 dias de gestação – SA: 6,04% e SSA: 0,00 %, 105 dias- SA:1,88 % e SSA: 0,09 %). Matrizes alojadas na baia com o tratamento semiautomático, mostraram maior porcentagem de tempo nos comportamentos brigando aos cinco dias (0,76%) e aos 105 dias (0, 28%) quando comparadas às matrizes arraçoadas pelo tratamento automático. Fêmeas de ordem de parto 2 (OP2) e de ordem de parto três ou mais (OP3+) exerceram por mais tempo a falsa mastigação do que fêmeas de ordem de parto 1 (OP1) (cinco dias- OP1: 0,62% OP2: 2,60%, OP3+: 1,35%. 55 dias- OP1: 3,75%, OP2: 11, 25%, OP3+: 9,51%. 105 dias- OP1: 2,43%, OP2: 8,19%, OP3+: 5,47 %). Afirma-se que matrizes suínas gestantes em baias coletivas com sistema automático de arraçoamento apresentam maiores estereotipias do que matrizes em baias com sistema semiautomático de arraçoamento.
Palavras-chave: Bem-estar animal, etologia, sistemas de arraçoamento, suinocultura.

INTRODUÇÃO

Na atividade suinícola, a criação de fêmeas em gaiolas de gestação é a etapa produtiva que mais sofre pressão da sociedade, devido ao fato dessas fêmeas não terem acesso à áreas livres e consequentemente, não expressarem o seu comportamento ficando evidente o grande desconforto desses animais e, consequentemente, o comprometimento de seu bem-estar (BAPTISTA et al., 2011).

Matrizes suínas alojadas em sistemas intensivos podem exibir alteração no seu comportamento. As alterações comportamentais podem ser definidas como estereotipias representadas por atividades motoras sequenciais e repetitivas sem qualquer função aparente e está intimamente relacionada à condição de bem-estar imprópria do animal.

Outro fator que influencia o bem-estar da fêmea em gestação é à restrição alimentar, afetando a expressão dos comportamentos normais dos animais e por consequência a condição de conforto do animal (BAPTISTA et al., 2011).

Teve por objetivo este trabalho avaliar o efeito do sistema de arraçoamento sobre o comportamento das matrizes suínas gestantes alojadas em baias coletivas, comparando a influência das diferentes ordens de parição acerca do comportamento das mesmas e avaliando ainda as lesões de pele dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma granja suinícola do município de Paragominas, no estado do Pará. Foram avaliadas 30 matrizes suínas distribuídas em duas baias coletivas, as quais possuíam dois tipos de sistemas de alimentação, sendo uma com Sistema Semiautomático de Arraçoamento (SSA) tipo DROP e a outra com Sistema Automático de Alimentação (SA) CallMatic 2 da Big Ducthman.

As matrizes da linhagem Camborough 25, foram enumeradas no dorso e flanco para sua identificação e observação, sendo avaliadas 15 fêmeas suínas hiperprolíficas em gestação (cinco de ordem de parto um - OP1, cinco de ordem de parto dois - OP2 e cinco de ordem de parto três ou mais - OP3+) para cada sistema de alimentação. Cada baia coletiva possuía 45 animais. A avaliação comportamental foi executada no decorrer de 48 horas ininterruptas (a cada 10 minutos) aos cinco dias, 55 dias e 105 dias de gestação, sendo feita a observação direta e anotação com auxílio de um etograma com os seguintes comportamentos: atividades rotineiras, comportamentos de postura, comportamentos estereotipados, de interações sociais e interações agressivas (DANIELSEN; VERTERGAARD, 2001).

Realizou-se a avaliação de lesões de pele por observação direta aos cinco dias, aos 55 dias e aos 105 dias de gestação, atribuindo pontuações de 0 a 2, diferenciadas por legenda que caracterizam o grau das injúrias, com pontuação zero atribuído a matrizes sem lesões de pele, um para aquelas que apresentavam lesões moderadas e dois às matrizes com lesões graves na pele. Os resultados de lesões de pele foram obtidos através de estatística descritiva.

Para avaliação dos diferentes sistemas de alimentação, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (sistema de fornecimento de ração) e 15 repetições. Para a análise do efeito de diferentes ordens de parto sobre o comportamento,

 ISBN: 978-85-66836-24-0

configurou-se o delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (ordens de parição) e cinco repetições. Os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação comportamental de matrizes suínas em diferentes sistemas de fornecimento de ração

Durante a fase inicial da gestação das matrizes os comportamentos comendo, explorando, aerofagia, falsa mastigação, em pé, deitada em posição lateral, deitada em posição ventral, cheirando, mordiscando, brigando, escapando e outros (lamber o piso e esfregar o focinho no chão) diferiram significativamente (P<0,05) entre os tratamentos. Aos 55 dias gestacionais os tratamentos diferiram para os comportamentos comendo, explorando, aerofagia, falsa mastigação, outros, atividade oral, em pé, deitada posição lateral e ventral e cheirando, enquanto na fase final, aos 105 dias, os sistemas mostraram-se distintos para as variáveis explorando, aerofagia, falsa mastigação, outros, em pé, sentada, brigando e escapando (Tabela 1).

Os comportamentos definidos como explorando, em pé, aerofagia, falsa mastigação, e outros (comportamentos estereotipados como lamber o piso ou o cocho e esfregar o focinho no chão), diferiram significativamente entre o sistema automático (SA) e o sistema semiautomático (SSA) de alimentação aos cinco, 55 e 105 dias de gestação.

Comportamentos anormais foram observados no presente estudo, no qual, as estereotipias analisadas apontaram diferença significativa entre os tratamentos (P<0,05), tendo maior ocorrência no sistema de arraçoamento automático para os comportamentos aerofagia (aos cinco dias de gestação- SA: 2,57% e SSA: 0,03%, aos 55 dias de gestação - SA: 6,04% e SSA: 0,00 %, aos 105 dias- SA:1,88 % e SSA: 0,09 %) e falsa mastigação (Aos cinco dias de gestação- SA: 1,53% e SSA: 0,35%, os 55 dias de gestação- SA: 8,17% e SSA: 1, 22%, aos 105 dias de gestação - SA: 5,23% e SSA: 1,97%).

Tabela 1. Comportamentos com diferença significativa de matrizes suínas em gestação coletiva, alojadas em baias com diferentes sistemas de fornecimento de ração. Paragominas-PA

Atividades	***5 dias de gestação***				
	SA	**SSA**	**EPM**	**CV**	**Valor P**
Comendo %	1,04	2, 26	0,187	62,16	**0,001**
Explorando %	2,05	3,51	0, 298	58,80	**0,009**
Aerofagia %	2,57	0,03	0,466	195,93	**0,000**
Falsa mastigação %	1,53	0,35	0, 231	134,93	**0,002**
Outros %	0,14	0,90	0,152	159,93	**0,000**
Em pé %	4, 24	2, 26	0,340	57, 28	**0,003**
Deitada pos. lateral %	71,56	63,41	1,317	10,69	**0,001**
Deitada pos. ventral%	13,58	22,69	1, 279	38,64	**0,000**
Cheirando %	1, 28	0,49	0,177	109,53	**0,002**
Mordiscando %	0,00	0,31	0,051	178,33	**0,001**
Brigando %	0,07	0,76	0,121	158,79	**0,001**
Escapando%	0,03	0,35	0,068	196, 25	**0,014**
Atividades	***55 dias de gestação***				
	SA	**SSA**	**EPM**	**CV**	**Valor P**
Comendo %	1,15	4,00	0,4807	288,51	**0,003**
Explorando %	2, 26	4,93	0,3329	143, 25	**0,000**
Aerofagia %	6,04	0,00	0,4755	243,85	**0,000**
Falsa mastigação %	8,17	1, 22	0,6508	214,55	**0,000**
Outros %	0,02	0,32	0,06	528, 27	**0,010**
Atividade oral %	0,13	0,00	0,0280	625,80	**0,013**
Em pé %	5,71	0,64	0,3259	158,62	**0,000**
Deitada pos. lateral %	63,54	71,66	1,6765	38,41	**0,015**
Deitada pos. ventral%	10,13	14,39	0,7219	91,15	**0,003**
Cheirando %	0,34	0,02	0,0531	443,92	**0,002**
Atividades	***105 dias de gestação***				
	SA	**SSA**	**EPM**	**CV**	**Valor P**
Explorando %	0,95	3, 20	0, 27	198,38	**0,000**
Aerofagia %	1,88	0,09	0, 25	389,47	**0,000**
Falsa mastigação %	5, 23	1,97	0,40	176,59	**0,000**
Outros %	0,02	0, 21	0,04	480,58	**0,010**
Em pé %	5,32	1,41	0,35	162,31	**0,000**
Sentada %	1,71	0,79	0,19	238,47	**0,016**
Brigando %	0,02	0, 28	0,04	451,51	**0,004**
Escapando%	0,00	0,14	0,03	625,80	**0,013**

SA: Sistema automático; SSA: sistema semiautomático; Outros: lamber o piso ou o cocho e esfregar o focinho no chão, EPM: Erro padrão da média; CV: Coeficiente de variação; Resultados com diferença estatística significativa P(< 0,05).

As estereotipias como lamber piso ou cocho, e esfregar o focinho no chão, caracterizadas no etograma como "outros", apresentaram maior expressão em matrizes suínas alojadas no sistema semiautomático de fornecimento de ração (aos cinco dias de gestação- SA: 0,14% e SSA: 0,90%; aos 55 dias de gestação- SA: 0,02% e ASS: 0,32%; aos 105 dias- SA: 0,02% e SSA: 0, 21%). O excesso de movimentos estereotipados pode causar a redução no consumo de ração pela matriz, e o baixo consumo de nutrientes afeta a sobrevivência dos embriões de qualidade, um objetivo primordial na fase inicial de

gestação, além de levar as porcas a terem maiores chances de falhas reprodutivas posteriores (LUCIA et al., 2000).

No presente estudo, foi possível observar que as porcas permaneceram deitadas em posição lateral na maior parte do tempo, tendo uma diferença significativa para este comportamento entre os tratamentos aos cinco dias de gestação, onde as porcas do tratamento SA passaram 71,56 % do tempo deitadas, enquanto as fêmeas do Tratamento SSA passaram 63,41% do tempo nessa posição. Possivelmente, tal comportamento ocorre pelo fato das baias coletivas proporcionarem a possibilidade dos animais deitarem distantes umas das outras, favorecendo o conforto térmico (SANTOS, 2013).

A variável postura em pé, também apresentou diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos verificando que as matrizes alimentadas pelo tratamento SA permaneceram por mais tempo nesta postura. Observou-se que estas matrizes mantiveram por muito tempo nesta posição em local específico, próximo à entrada da estação de fornecimento de ração, aguardando oportunidade de utilizar o cocho para alimentar-se.

As matrizes alojadas na baia com o tratamento SSA, permaneceram mais tempo em comportamentos brigando aos cinco dias com 0,76% e aos 105 dias com 0,28% e no comportamento escapando com 0,35% na fase inicial e 0,28 % aos 105 dias de gestação, quando comparadas às matrizes arraçoadas pelo tratamento automático.

Nas baias com o sistema semiautomático, a ração é disposta diretamente ao piso da instalação de forma simultânea para todos os animais, proporcionando maiores disputas entre estes, resultando em brigas entre os mesmos. Possivelmente este fato pode ter influenciado no resultado para esta variável, tendo também influencia nos resultados da atividade explorando, onde foi observado que no SSA, as matrizes permaneceram maior tempo explorando o ambiente atrás de resíduos de ração, tendo diferença significativa entre os tratamentos.

Em condições de alojamento coletivo é comum aparecimento maior de interações agressivas entre as mesmas, sendo estes comportamentos mais expressivos quando não há um fornecimento da dieta individual, podendo influenciar negativamente no desempenho reprodutivo dos animais submissos (BAPTISTA et al., 2011).

Observou que matrizes dominantes apresentavam vantagem no momento do arraçoamento ao expulsar as demais matrizes dos comedouros. Essa hierarquia pode ser observada no resultado para a atividade comendo, onde as porcas alimentadas pelo sistema semiautomático de fornecimento de ração nas duas primeiras fases de gestação apresentaram maior porcentagem realizando esta atividade que aquelas alimentadas pelo

sistema automático (Cinco dias-SA: 1,04 % e SSA: 2,26 %; aos 55 dias- SA: 1,15 % e SSA: 4,00 %). As porcas dominantes passam mais tempo se alimentando ao revezar entre os cochos disponíveis expulsando as porcas submissas, como foi observado durante o experimento.

Avaliação comportamental das matrizes de diferentes ordens de parto alojadas em baia com sistema automático de fornecimento de ração

Aos cinco dias gestacionais foi observado diferença relevante para os comportamentos de aerofagia e movimento inativo (deitado em posição ventral), e aos 55 dias gestacionais para o comportamento bebendo, aerofagia, falsa mastigação, deitada em posição ventral e mordiscando. Enquanto que aos 105 dias gestacionais para as variáveis falsa mastigação e deitada em posição lateral (Tabela 2).

Tabela 11. Comportamentos com diferença significativa de matrizes suínas de diferentes ordens de parto em gestação coletiva, alojadas em baia com sistema automático de fornecimento de ração. Paragominas-PA

Atividades	***5 dias de gestação***					
	OP1	**OP2**	**OP3+**	**EPM**	**CV**	**Valor P**
Aerofagia %	0, 21	2,71	4,79	0,817	123, 21	**0,030**
D.P. Ventral %	18,96	12,71	9,06	1,476	42,11	**0,034**
Atividades	***55 dias de gestação***					
	OP1	**OP2**	**OP3+**	**EPM**	**CV**	**Valor P**
Bebendo %	0,90	0,76	1,94	0,179	163,10	**0,012**
Aerofagia %	2,08	6,80	9, 23	0,868	157,52	**0,002**
F. Mastigação %	3,75	11, 25	9,51	1,193	159,93	**0,026**
D.P. Ventral %	13,05	9,65	7,70	0,748	80,87	**0,012**
Mordiscando%	0, 20	0,00	0,00	0,040	627,11	**0,046**
Atividades	***105 dias de gestação***					
	OP1	**OP2**	**OP3+**	**EPM**	**CV**	**Valor P**
F. Mastigação %	2,43	8,19	5,07	0,716	149,89	**0,003**
D.P. Lateral %	74,31	61,81	65,76	1,874	30,51	**0,020**

D.P. Ventral: deitada posição ventral, D.P. Lateral: deitada posição lateral, F. mastigação: Falsa mastigação, OP1: Ordem de parto um, OP2: Ordem De parto dois, OP3+: Ordem de parto três ou mais; EPM: Erro padrão da média; CV: Coeficiente de variação; Resultados com diferença estatística significativa P(<0,05).

Neste estudo, as matrizes com ordem de parto três ou mais, passaram maior tempo praticando aerofagia quando comparadas com as demais porcas observadas, mostrando diferença entre as ordens de parição aos cinco e aos 55 dias. Enquanto matrizes suínas de ordem de parto dois, se comportaram por mais tempo exercendo falsa mastigação (55 dias-OP1:3,75%,OP2:11,25%,OP3+:9,51%; 105dias-OP1:2,43%,OP2:8,19%, OP3+:5,47%), diferindo significativamente entre os tratamentos nas fases intermediária

e final de gestação, mostrando que porcas multíparas expressam maiores estereotipias do que marrãs.

O sistema de arraçoamento utilizado nesta baia fornecia uma alimentação individualizada para os animais, que em sua maioria, consumiam toda a dieta na primeira ida ao cocho, resultando em um intervalo longo entre um consumo e outro. De acordo com Becker (2001), a restrição alimentar na qual os suínos geralmente são submetidos nas granjas, contribui para o aumento das estereotipias, principalmente aquelas relacionadas a alimentação, como falsa mastigação.

Observou-se que aos 55 dias gestacionais, a atividade de interação social mordiscando foi apresentada somente por porcas marrãs, tendo diferença significativa ($P<0,05$) entre as ordens de parto para este comportamento (OP1:0,20%, OP2:0,00%, OP3+:0,00%). Matrizes suínas marrãs apresentaram ainda, nas duas primeiras fases de gestação diferença significativa para os tratamentos (ordem de parto) no comportamento deitada em posição ventral, quando comparadas as demais matrizes observadas (Cinco dias - OP1:18,96%, OP2: 12,71%, OP3+:9,06%, aos 55 dias- OP1:13,05%, OP2:9,65%, OP3+:7,70%).

Com os resultados obtidos no estudo, observou-se que matrizes de ordem de parto três ou mais (OP3+) aos 55 dias gestacionais, passaram mais tempo bebendo comparadas as de ordem de parto dois (OP2) e marrãs (OP1), com 1,94%, 0,76% e 0,90% respectivamente. Porcas multíparas geralmente possuem maior peso, resultando em maiores dificuldades em manter-se em temperatura térmica corporal favorável (entre 18-20°C), assim em regiões quentes como no município onde o experimento foi conduzido (temperatura média anual de 26ºC) esses animais tendem a beber mais água na tentativa de regular sua temperatura corporal.

Avaliação comportamental de matrizes suínas de diferentes ordens de parto alojadas em baia com sistema semiautomático de fornecimento de ração

Os resultados obtidos mostraram diferença significativa ($P<0,05$) entre as matrizes de diferentes ordens de parição para os comportamentos comendo, explorando, mordiscando, deitada em posição lateral, deitada em posição ventral e sentada (Tabela 3).

Observou-se que aos cinco dias de gestação houve diferença significativa ($P<0,05$) apenas para a variável comendo, sendo este comportamento mais observado em porcas de ordem de parte três ou mais (Cinco dias - OP1:1,15%, OP2: 2,60%, OP3+: 3,02%). Verificou-se que o grupo de ordem de parição 3 ou +, passava maior tempo se

alimentando, ao expulsar os demais grupos de matrizes dos cochos com ração disponível, podendo este fator contribuir para a desigualdade corpórea do lote.

Tabela 3. Comportamento com diferença significativa de matrizes suínas de diferentes ordens de parto em gestação coletiva, alojadas em baia com sistema semiautomático de fornecimento de ração. Paragominas-PA.

Atividades	***5 dias de gestação***					
	OP1	**OP2**	**OP3+**	**EPM**	**CV**	**Valor P**
Comendo %	1,15	2,60	3,02	0, 258	44,19	**0,006**
Atividades	***55 dias de gestação***					
	OP1	**OP2**	**OP3+**	**EPM**	**CV**	**Valor P**
Explorando %	5,76	6, 25	2,77	0,588	130,52	**0,032**
Mordiscando %	0,00	0, 20	0,00	0,040	627,18	**0,046**
Atividades	***105 dias de gestação***					
	OP1	**OP2**	**OP3+**	**EPM**	**CV**	**Valor P**
D.P. Lateral%	71,95	56,46	82,85	2,535	39,43	**0,000**
D.P. Ventral %	14,58	12,01	7,43	1,023	98,80	**0,014**
Sentada %	1,32	0,70	0,35	0,151	210,57	**0,028**

D.P. Ventral: deitada posição ventral, D.P. Lateral: deitada posição lateral, OP1: Ordem de parto um, OP2: Ordem de parto dois, OP3+: Ordem de parto três ou mais; EPM: Erro padrão da média; CV: Coeficiente de variação; Resultados com diferença estatística significativa P(< 0,05).

Aos 55 dias de gestação, as porcas de OP2 apresentaram maior porcentagem de tempo realizando a atividade rotineira explorando (6,25%) quando comparadas as matrizes de OP1 (5,76%) e matrizes de OP3+ (2,77%). Constatou-se ainda que nesta fase gestacional, somente matrizes gestantes de OP2 apresentou a interação social mordiscando (0,20%).

Aos 105 dias gestacionais verificou-se maior expressão do comportamento deitado posição lateral em porcas com três ou mais ordens de parto, havendo diferença significativa (P<0,05) entre as matrizes (Cinco dias - OP1:71,95 %, OP2: 56,46 %, OP3+: 82,85 %).

Comumente as porcas com três ou mais parições são animais com mais idade e possuem maior escore corporal que as demais matrizes, que somado a condição gestacional, resultava em maior peso dificultando sua locomoção, fazendo com que as mesmas permanecessem mais tempo deitadas.

Avaliação de lesões de pele de matrizes suínas em diferentes sistemas de fornecimento de ração

Os resultados de lesões corporais das matrizes são mostrados na Tabela 4.Pode-se verificar que a baia com sistema automatizado de alimentação (SA) apresentou um maior número de matrizes sem injúrias (escore 0) durante o período gestacional com 35,56%

quando comparadas as matrizes do tratamento com sistema semiautomático de alimentação (SSA) com 18,09%.

Tabela 4. Avaliação de lesões de pele de matrizes suínas em gestação coletiva com diferentes sistemas de fornecimento de ração. Paragominas-PA

Escore	Sistema Semiautomático de alimentação (%)	Sistema Automático de alimentação (%)
	Média do período total das fases gestacionais (%)	
Sem lesão (0)	18,09	35,56
Lesão moderada (1)	66,19	44,44
Lesão grave (2)	15,72	20

Fonte: Própria (2018).

As lesões moderadas (escore 1), que são aquelas caracterizadas por perdas de pelo, calos, arranhões e/ou vermelhidão foram observadas em um maior número percentual de porcas pertencentes à baia com sistema semiautomático de alimentação (SSA: 66,19% e SA: 44,44%).

Possivelmente o que explica tais resultados é o fato da baia SSA dispor a ração num sistema tipo DROP e apenas uma vez ao dia, havendo falta de individualidade no comedouro e assim possibilitando mais disputas por espaço e por alimento gerando brigas e consequentemente lesões nos animais. De acordo com Scheneider et al.(2007), uma alternativa para diminuir as interações agressivas é aumentar o número de arraçoamento ao dia na tentativa de minimizar a agressividade entre os animais da baia.

O tratamento que dispõe de sistema automático de fornecimento de ração, não garante no entanto, a isenção de lesões nas matrizes, pois 20% dos animais alojados na baia com este sistema de arraçoamento apresentaram feridas abertas consideradas injúrias mais severas (escore 2). Um fato que explica a permanência dessas lesões graves está relacionado as agressões localizadas no local de entrada da estação de alimentação.

Na granja onde realizou-se o estudo, as baias são de concreto, configurando laterais e piso ásperos, o que pode ter influenciado no número de porcas com lesões do tipo moderada nos dois tratamentos, devido a fricção da pele dos animais nas paredes e piso que compõem as baias. Assim para minimizar esse tipo de lesão, é importante atentar-se a construção adequada das baias e a correta manutenção dos pisos evitando problemas reprodutivos e o descarte precoce das matrizes reprodutoras.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

CONCLUSÃO

Matrizes suínas da linhagem Camborough 25 gestantes alojadas em baias coletivas com sistema automático de fornecimento de ração apresentam maiores estereotipias do que matrizes alojadas em baias com sistema semiautomático de arraçoamento, enquanto este último, causam maiores interações agressivas entre os animais. Matrizes multíparas apresentam mais comportamentos estereotipados do que marrãs. As baias coletivas não garantem o bem-estar adequado de matrizes suínas gestantes apresentando lesões de pele de grau moderado e grave independente do sistema de fornecimento de ração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, R.I.A.A.; BERTANI, G.R.; BARBOSA, C.N. **Indicadores do bem-estar em suínos.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1823-1830, 2011.

BECKER, B. G. 2001. **Estereotipias de matrizes confinadas**. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/memorias2001_bettina.pdf. Acesso em: 22 abr.2018.

DANIELSEN, V.; VESTERGAARD, E.M. Dietary fibre for pregnant sows: effect on performance and behaviour. **Animal Feed Science and Technology** v. 90. P. 71-80, 2001.

LUCIA, T.; DIAL, G.D.; MARSH, W.E. Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. **Livestock Production Science**, v.63, p.213-222, 2000.

SANTOS, W. G. **Comportamento de matrizes suínas em gestação submetidas a diferentes tipos de alojamento e condições de sazonalidade.** Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, 2013.

SCHNEIDER, J. D.; M. D. TOKACH, M.D; DRITZ, S.S; Nelssen, J.L.; DE ROUCHEY,J.M.; GOODBAND R.D. Effects of feeding schedule on body condition, aggressiveness, and reproductive failure in group-housed sows. **Journal of Animal Science,** v. 85, p- 3462-3469, 2007.

PROPOSTA DE UM *SOFTWARE* PARA A ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DA CAMA DE FRANGO

Carlos Gutemberg de Souza Teles Junior[1], Richard S. Gates[2], Cecilia de Fatima Souza[1], Monique de Oliveira Vilela[1], Ilda de Fatima Ferreira Tinoco[1].

[1]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. carlosgutembergjr@hotmail.com cfsouzaf@yahoo.com.br moniqueoliveiravilela@gmail.com iftnoco@ufv.br;
[2]Departamento de Agricultura e Engenharia Biológica - University of Illinois - Urbana-Champaign, Urbana – IL. rsgates@illinois.edu

RESUMO - O objetivo do presente estudo consiste em desenvolver uma ferramenta computacional para calcular com base nos parâmetros de funcionamento de uma instalação de criação de aves de corte comercial (tamanho do rebanho alojado por lote, peso médio inicial e final do rebanho, tempo de confinamento e numero de lotes alojados por ano) a produção de dejetos oriundos do processo produtivo e o potencial de produção de metano e energia elétrica a partir do tratamento desses dejetos. O programa computacional para o calculo da quantidade de dejetos produzidos em uma instalação de criação de aves de corte e estimativa do potencial de geração de energia a partir desses dejetos (PERA – Potencial Energético dos Resíduos da Avicultura) foi desenvolvido usando a linguagem de programação C# no ambiente de desenvolvimento Integrado (IDE) Microsoft Visual C# 2010 Express. O software desenvolvido é compatível com o sistema operacional Windows XP ou superior. A interface gráfica do programa é dividida basicamente em três janelas, uma janela de inicialização do programa, uma janela de entrada e processamento de dados, e uma janela contendo informações sobre o programa. Para o teste do programa considerou-se o seguinte cenário: uma unidade comercial de produção de frangos de corte, com um rebanho médio de 30000 cabeças por lote, com os animais sendo confinados durante um período de 45 dias, com um peso médio inicial de 0,05 quilogramas e peso médio final de 3,2 quilogramas e seis diferentes lotes de animais alojados por ano. O resultado da simulação mostrou que os dejetos oriundos de uma instalação avícola operando de acordo com as especificações apresentadas nos dados de entrada, apresentam um potencial energético de 0,01 MW/ano, o que é equivalente a um potencial médio de energia elétrica disponível de 87600 kWh/ano, capaz de suprir o consumo médio de energia elétrica da instalação no período de um ano e ainda sobrando excedente para ser revendido. O programa computacional desenvolvido mostrou-se como uma ferramenta prática para ajudar o produtor na tomada de decisões.
Palavras-chave: eficiência energética, ferramentas computacionais, fonte alternativa de energia.

INTRODUÇÃO

Em relação a outras cadeias produtivas, pode-se considerar que a avicultura demanda pouco espaço, porém tem um grande potencial de geração de resíduos, que quando não são tratados ou reaproveitados corretamente, podem prejudicar severamente

 ISBN: 978-85-66836-24-0

o meio ambiente (Saccomani et al., 2013). Esses resíduos gerados na atividade avícola, apesar dos problemas ambientais que podem causar, apresentam um grande potencial de geração de energia e fertilizantes agregando valor à atividade principal (Costa, 2009).

O tratamento dos resíduos gerados na avicultura de corte, por meio do processo de biodigestão, mostrou-se como uma alternativa bastante vantajosa, onde através da ação de bactérias anaeróbias, ocorre a degradação da matéria orgânica, gerando biogás e biofertilizantes, que são produtos com alto valor como fonte energética e nutricional para plantas, podendo funcionar como um substituto para os insumos adquiridos pelo avicultor (Ferrarez et al. 2014).

De acordo com Palhares (2004), o biogás gerado a partir da biodigestão da cama de frango, pode ser utilizado no aquecimento dos pintinhos, durante a fase inicial do ciclo produtivo, além de poder ser utilizado para a geração de energia elétrica, que pode ser destinada para o acionamento dos equipamentos utilizados na granja, gerando assim uma economia significativa de energia elétrica.

Segundo Sarmento et al. (2015), a implantação de um sistema de biodigestão bem planejado para o tratamento da cama aviária, atenuaria o maior custo de produção avícola, ou seja, os custos com energia elétrica, viabilizando ainda mais a produção de frangos de corte, já que o biogás gerado através da decomposição anaeróbia da cama de frangos é convertido com a ajuda de equipamentos como motogeradores em energia elétrica, substituindo a energia fornecida.

Com base no exposto o objetivo do presente trabalho foi desenvolver um programa computacional para quantificar com base nos dados de entrada referentes às características do sistema produtivo (tamanho de rebanho, peso médio inicial e final dos animais, tempo de confinamento e numero de lotes alojados por ano) os dejetos produzidos tanto em relação a unidade animal, quanto por lote e por ano, bem como estimar a geração de metano a partir desses dejetos e o potencial de geração de energia desse metano.

MATERIAL E MÉTODOS

O programa computacional (PERA – Potencial Energético dos Resíduos da Avicultura) para a quantificação dos dejetos produzidos na avicultura de corte e estimativa da geração de metano e potencia de geração de energia elétrica a partir desses

dejetos foi desenvolvido usando a linguagem de programação C# no ambiente de desenvolvimento Integrado (IDE) Microsoft Visual C# 2010 Express.

A estimativa da quantidade de dejetos produzidos por unidade animal, por lote e por ano em uma unidade produtiva de frangos de corte foi realizada com base na adaptação da metodologia proposta por Peresin et al. (2015), que leva como base para os cálculos o valor médio da massa inicial dos animais, a massa final média dos animais e o tempo de confinamento dos animais. Com esses dados são então calculados a massa diária dos animais, que corresponde à massa acumulada pelo animal a cada dia de confinamento; a quantidade de dejetos gerados por dia, dada em função da massa diária dos animais e da quantidade de dejetos produzidos por kg de animal por dia; a quantidade de dejetos gerados por unidade animal, o total de dejetos gerados por lote de criação e o total de dejetos gerados em um ano, conforme as equações 1 a 5 apresentadas abaixo:

$$Ma_i = m_{inicial} + \left[\left(\frac{m_{final} - m_{inicial}}{t_{conf}} \right) \times dia_i \right] \quad (1)$$

Onde: MA_i – Massa corporal do animal no dia i (kg); $m_{inicial}$ – massa média dos animais no inicio do ciclo produtivo (kg); m_{final} – massa média dos animais ao final do ciclo produtivo (kg); t_{conf} – Tempo de confinamento (dias).; dia_i – dia analisado.

$$Gd_i = Ma_i \times 0,085 \quad (2)$$

Onde: Gdi – Geração de dejetos por animal no dia i (kg);

$$GDUA = \sum Gd_i \quad (3)$$

Onde: GDUA – Geração de dejetos por unidade animal ($kg.ave^{-1}$);

$$GDL = GDUA \times T_{rebanho} \quad (4)$$

Onde: GDL – Geração de dejetos por lote ($kg.lote^{-1}$); $T_{rebanho}$ – Tamanho do rebanho (cabeças);

$$GDA = GDL \times n_{lotes} \quad (5)$$

Onde: GDA – Geração anual de dejetos (kg.ano^{-1}); n_{lotes} – Número de lotes alojados por ano.

O metano produzido através da biodigestão dos dejetos foi estimado por meio da Equação (6) proposta pelo CENBIO (2012), que relaciona a quantidade total de dejetos produzidos ao longo do ano, a taxa de produção de biogás em relação à quantidade de esterco produzido, a concentração de metano no biogás e a massa específica do metano.

$$P_{ch_4} = \frac{GDA \times P_b \times conc_{CH_4}}{ME_{CH_4}} \quad (6)$$

Onde: P_{CH4} – Produção de metano (m³.ano^{-1}); GDA – Geração total de dejetos em um ano (kg.ano^{-1}); P_b – Produção de biogás (0,055 $kg_{biogás}.kg_{dejetos}^{-1}$); $Conc_{CH4}$ – Concentração de metano no biogás (60%); ME_{CH4} – Massa especifica do metano (0,670 kg.m^{-3}).

A partir dos dados de produção de metano, foi estimado o potencial energético através da Equação (7) apresentada por Domingues et al. (2013).

$$PE = \frac{P_{CH_4} \times PCI_{CH_4} \times \varepsilon \times \eta}{31536000} \quad (7)$$

Onde: PE – Potencial energético no ano (MW.ano^{-1}); P_{CH4} – Produção de metano (m³.ano^{-1}); PCI_{CH4} – Poder calorífero inferior do metano (36MJ.m^{-3} de CH_4 – Pantaleo et al. (2013)); ε –Eficiência na coleta de gás (35%); η – Eficiência elétrica (28%).

O programa foi testado através de uma simulação, considerando o seguinte cenário: 1 unidade comercial de produção de frangos de corte, com um rebanho médio de 30000 cabeças por lote, com os animais sendo confinados durante um período de 45 dias, com um peso médio inicial de 0,050 quilogramas e peso médio final de 3,2 quilogramas. Considerando o tempo de confinamento e o período de vazio sanitário de 15 dias entre lotes, foram alojados 6 lotes de aves no período de um ano. A partir desse cenário foi calculada a produção de dejetos e estimada o potencial de geração de metano e energia elétrica a partir desses dejetos. O resultado da simulação foi então comparado com dados levantados na literatura, para verificar se o resultado da simulação realizada pelo programa está aceitável quando comparada aos dados levantados em campo.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *software* desenvolvido é compatível com o sistema operacional Windows XP ou superior. A interface gráfica do programa é dividida basicamente em três janelas, sendo a primeira delas apresentada na Figura 1, uma tela inicial, de inicialização do programa, a partir da qual é aberta a janela principal (Figura 2), onde é feita a entrada de dados correspondentes aos parâmetros do sistema produtivo da instalação (numero de animais por lote, peso médio final e inicial das aves, tempo de confinamento, numero de lotes alojados por ano) e o processamento desses dados para o calculo da produção de dejetos e estimativa do potencial de geração de metano e energia elétrica a partir desses dejetos.



Figura 1. Janela de inicialização do programa.

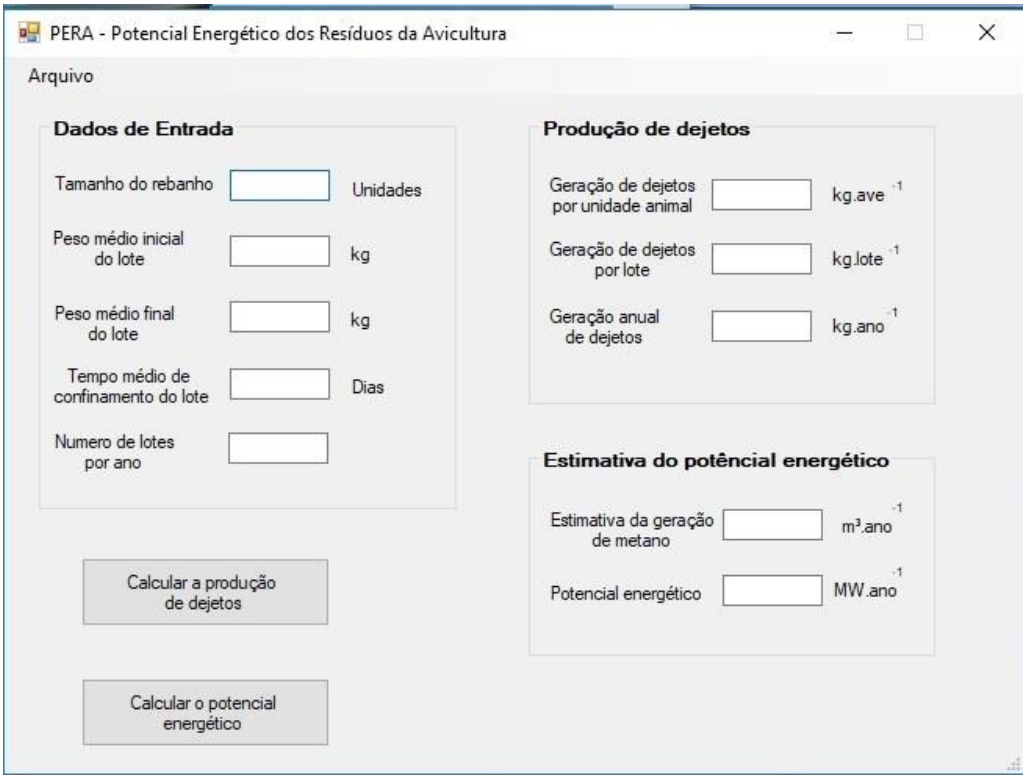


Figura 2. – Janela principal de entrada e processamento de dados do programa.

A janela principal (Figura 2) é dividida em 3 partes. A primeira é destinada à entrada de dados (dados referentes as características do sistema produtivo da instalação) (Figura 3 [A]), a segunda é destinada para processamento de dados para o cálculo da quantidade de dejetos produzidos em função dos dados de entrada (Figura 3 [B]) e a terceira é destinada ao calculo da estimativa do potencial de geração de metano e energia elétrica em função da quantidade de dejetos produzida (Figura 3 [C]). Uma janela final do programa (Figura 4) fornece créditos.

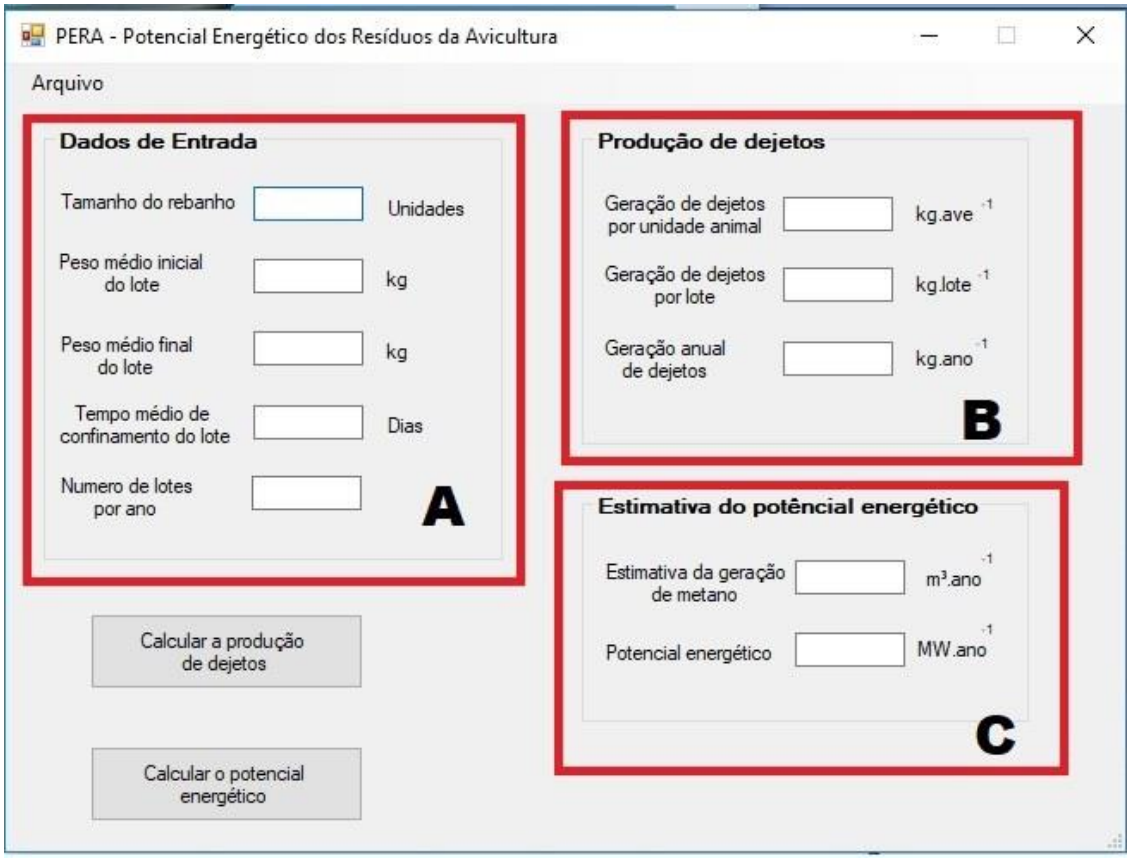


Figura 3. [A] Campo de entrada de dados; [B] Campo de processamento dos dados para o calculo da quantidade de dejetos produzidos; [C] Campo de processamento dos dados para o calculo da estimativa do potencial de produção de metano e de energia elétrica.

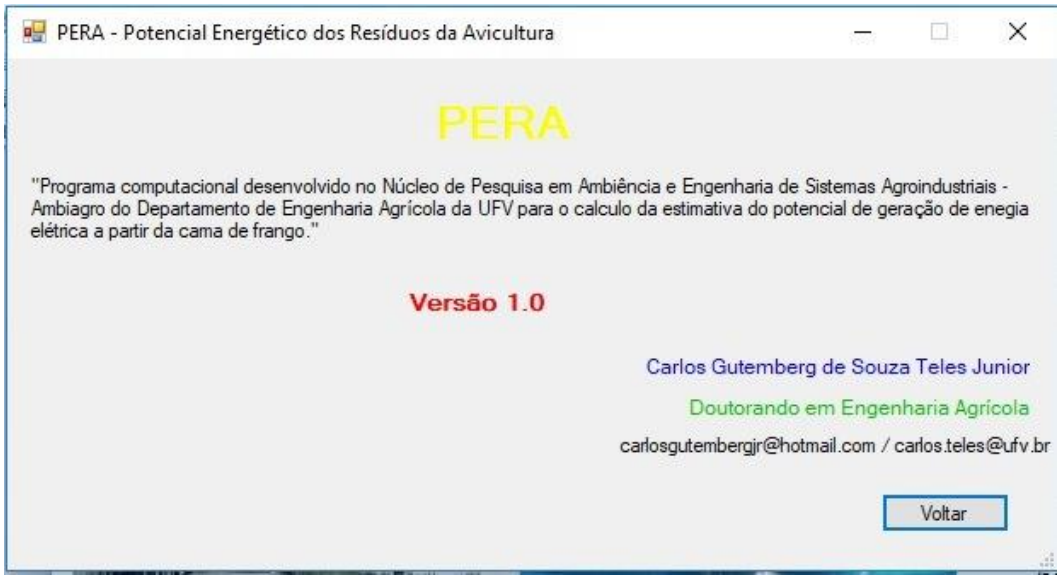


Figura 4. Janela de créditos do programa.

Para o teste do programa foi realizada uma simulação considerando como base uma unidade comercial de produção de frangos de corte, com um rebanho médio de 30000

cabeças por lote, com os animais sendo confinados durante um período de 45 dias, com um peso médio inicial de 0,050 quilogramas e peso médio final de 3,2 quilogramas e seis diferentes lotes de animais alojados por ano. O resultado da simulação pode ser visto na Figura 5.

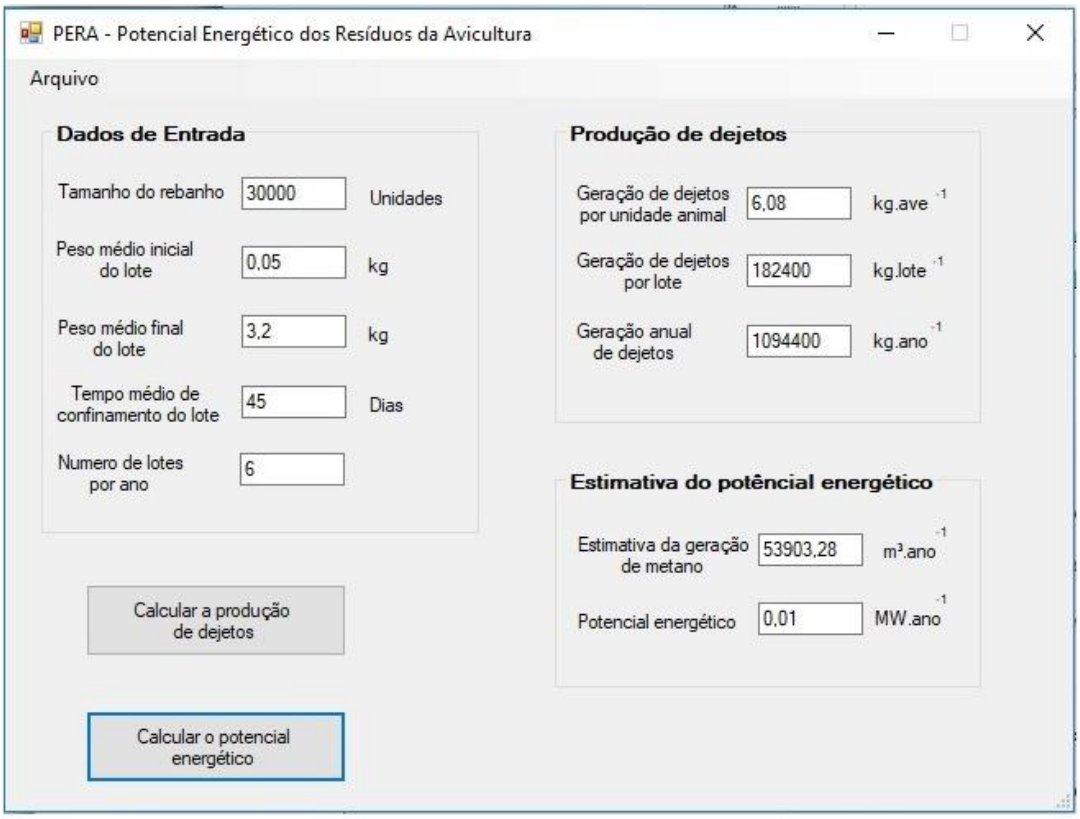


Figura 5. Resultado da simulação

Observando o resultado da simulação apresentado na Figura 6 verifica-se que os dejetos oriundos de uma instalação avícola operando de acordo com as especificações apresentadas nos dados de entrada, apresentam um potencial energético de 0,01 $MW.ano^{-1}$, o que é equivalente a um potencial médio de energia elétrica disponível de 87600 $kWh.ano^{-1}$.

Considerando que o consumo mensal de energia elétrica de um aviário de médio porte, gira em torno de 3.300 $kWh.mês^{-1}$ (OCEPAR, 2007), verifica-se que a energia elétrica disponível a partir dos dejetos da avicultura considerando as condições simuladas na Figura 5 seria capaz de suprir a demanda energética dessa instalação sobrando um excedente de mais de 50% da energia produzida a partir dos dejetos, que poderia der revendida para a rede da concessionaria distribuidora.

CONCLUSÃO

O programa computacional desenvolvido é uma ferramenta prática para auxiliar os produtores na tomada de decisão, auxiliando no estudo da viabilidade do tratamento e utilização dos dejetos oriundos da cadeia avícola para a geração de energia elétrica que pode ser utilizada na sua propriedade.

AGRADECIMENTOS

Capes, CNPq, Fapemig, DEA/UFV, Universidade de Illinois.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENTRO NACIONAL DE REFERÊNCIA BIOMASSA – CENBIO. Atlas de Bioenergia do Brasil, São Paulo, 2002, 66 pp.

COSTA, L.V.C. Aproveitamento de resíduos da suinocultura e avicultura: potenciais para produção de biogás e biofertlizante. PUBVET, Londrina, v.3, n.10, Art#538, Mar, 2009.

DOMINGUES, E.G., BORGES, T.T., GARCES JUNIOR, W.B., ALVES, A.J., CALIXTO, W.P., DOMINGOS, J.L. Economic Viability Analysis of Investment Alternatives for the Use of Biogas in a Pig Farming in the Middle East Area of Brazil. Journal of Energy and Power Engineering, 7, p.1433-1439, 2013.

FERRAREZ, A. H.; OLIVEIRA FILHO, D.; SILVA, J. N da.; SOUZA, N. S. Potencial de geração de energia térmica e elétrica a partir dos resíduos da avicultura e suinocultura na Zona da Mata de Minas Gerais. In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2014, Campo Grande – Mato Grosso do Sul. Disponível em: http://www.sbea.org.br/conbea/2014/livro/R0034-1.pdf

ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS DO ESTADO DO PARANÁ – OCEPAR. Custos de produção de Frangos e Suínos no Paraná. 2007. 24p. Disponível em: http://www.observatoriodoagronegocio.com.br/page41/files/custoproducaocarnesfinal.pdf

PALHARES, J. C. P. Uso da cama de frango na produção de biogás. Embrapa aves e suínos – Circular Técnica 41, Dezembro 2004, 12p.

PANTALEO, A., DE GENNARO, B., SHAH, N. Assessment of optimal size of anaerobic co-digestion plants: An application to cattle farms in the province of Bari (Italy). Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.20, Abril 2013, p.57-70.

PERESIN, D.; BORTOLIN, T. A.; TRENTIN, A. C.; COCCONI, J.; SCHNEIDER, V. E. Estimativa do potencial de geração de biomassa, metano e energia pelas principais criações

pecuárias do Brasil. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica. São Paulo, v.8, n.1, abril, 2015. p. 102 – 113.

SACCOMANI, A. P. de O.; MORAES, J. E de.; BUDIÑO, F. E. L.; OLIVEIRA, E. A de.; BORBA, H.; PIZZOLANTE, C. C. Produção Sustentável na Avicultura de Corte. In: III Simpósio de Sustentabilidade & Ciência Animal, 2013, São Paulo. Anais....Pirassununga, 2013. Disponível em: http://sisca.com.br/simposio2013/resumos/SISCA_2013_065.pdf

SARMENTO, Z. R. S.; NAZARIO, C. A. S.; CARNEIRO, P. H. G.; NAZARIO, S. L. S. Aproveitamento do potencial energético da cama de frango para uso na atividade avícola. In: XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2015, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 2015.

VARIABILIDADE ESPACIAL DE VARIÁVEIS MICROCLIMÁTICAS EM GALPÕES *FREESTALL* DE LATERAIS ABERTAS E FECHADAS

Paulo Rogério Garcia[1], Giovane Debs Guesine[1], Sérgio Luís de Castro Júnior[1], Iran José Oliveira da Silva[1]

[1] Núcleo de Pesquisa em Ambiência (NUPEA), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 13.418-900, Piracicaba, SP, Brasil. giovane_debs@usp.br, sergio.castro@usp.br, iranoliveira@usp.br.

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo caracterizar, avaliar e comparar a variabilidade espacial microclimática de um galpão *freestall* com ventilação cruzada (LPCV) e um galpão *freestall* convencional (FVA) para confinamento de bovinos leiteiros. As variáveis temperatura de bulbo seco (Tbs) e umidade relativa (UR) foram registradas no interior de dois galpões, no turno da manhã e da tarde em situação de verão, utilizando uma malha amostral de 88 pontos no FVA e 126 no LPCV. Com base nos valores de temperatura de bulbo seco e umidade relativa, calculou-se a entalpia específica do ar (h), como um índice de conforto térmico. A análise dos dados foi feita pelo método descritivo clássico (média, máxima, mínima, erro padrão e coeficiente de variação) seguido do teste de normalidade e também por métodos geoestatísticos para a caracterização da variabilidade espacial dos dados. Como resultados, os galpões LPCV e FVA apresentaram variabilidade espacial, onde o LPCV mostrou uma dispersão gradiente no sentido transversal. Ademais, ambos os galpões apresentaram valores críticos de Tbs, UR e h ao longo dia, estando acima dos limiares de conforto para vacas em lactação, com exceção da Tbs no LPCV no período da manhã.
Palavras-chave: geoestatística, estresse térmico, sistema de resfriamento evaporativo.

INTRODUÇÃO

O confinamento do gado leiteiro em instalações do tipo *freestall*, cada vez mais, é a opção adotada pelos grandes produtores leiteiros que buscam modernizar e otimizar o sistema de criação de bovinos de raças especializadas, driblando fatores desfavoráveis do ambiente tropical, como por exemplo, as adversidades climáticas, ectoparasitas, mão-de-obra, espaço, etc.

Dentro desse cenário, uma nova tecnologia para instalação do tipo *freestall* vem se destacando, o galpão *low-profile cross-ventilated* (LPCV): uma instalação totalmente fechada com sistema de ventilação cruzada e resfriamento evaporativo adiabático. Muitas são as vantagens atribuídas ao sistema LPCV, a exemplo: o melhor controle do microclima durante todas as estações do ano, a possibilidade de confinar maior número de animais em uma menor área, e a redução com custos com controle de ectoparasitas (ENDRES et al., 2011).

Um dos maiores desafios na criação de bovinos leiteiros em regiões subtropicais – como o Brasil - é mitigar os efeitos deletérios do estresse térmico. Dessa forma, a necessidade do controle e conhecimento efetivo das variáveis físicas ao longo de toda a instalação, sua quantificação e seus efeitos, justificam o uso de diferentes métodos matemáticos e computacionais, tais como a geoestatística, para a resolução dos problemas e a possibilidade de descrição da variabilidade espacial das variáveis ambientais (RICCI et al., 2013).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar, avaliar e comparar as variáveis microclimáticas e físicas em galpões *freestall* com laterais fechadas (com ventilação cruzada) e abertas (modelo convencional).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em dois galpões modelo *freestall*, localizados em uma propriedade leiteira comercial, no município de São Pedro, São Paulo, altitude de 580 m. O clima da região é do tipo Cwa da classificação Köppen, quente e úmido com estação chuvosa no verão e seco no inverno (ALVARES et al., 2013).

O FVA caracterizou-se como um *freestall* convencional (80 m de comprimento x 29 m de largura) de laterais abertas, cobertura de duas águas constituído de telha de barro, lanternim aberto no telhado, pé-direito de 4,5 m no ponto mais baixo e 8,5 m no ponto mais alto e corredor dividido em duas seções com 114 baias cada (alojamento para 228 vacas). O FVA apresentou ventilação natural associada ao sistema de aspersão e ventilação forçada. O LPCV caracterizou-se como um *freestall* totalmente fechado (63 m de comprimento x 60 m de largura), teto isolado por forro de polietileno, pé-direito de 4 m, com quatro seções com 80 baias cada (alojamento para 320 vacas). Foi utilizado um sistema de resfriamento evaporativo e ventilação cruzada (placas evaporativas + exaustores). Ambas as instalações apresentavam orientação leste-oeste.

As variáveis temperatura de bulbo seco (Tbs, ºC) e umidade relativa (UR, %) foram registradas no interior de dois galpões freestall (FVA e LPCV), no turno da manhã e da tarde. Para o registro da temperatura e umidade relativa do ar, utilizou-se o equipamento THDL-400, possuindo um higrômetro, com escala de 25%~ 95% RH, resolução de 0,1% RH e precisão de ±5% RH, e um termômetro, com escalas: -20ºC ~ +750ºC, resolução: 0,1ºC, precisão: ±3,5% da leitura + 2ºC. Posteriormente, com a Tbs e a UR, calculou-se

a entalpia específica do ar (h, kJ.kg de ar seco^{-1}), pela equação proposta por Rodrigues et al. (2011), considerando o valor da pressão barométrica da cidade de São Pedro, estado de São Paulo, Brasil, igual a 760 mmHg. Utilizou-se a entalpia uma vez que a mesma tem a capacidade de compreender a quantidade de calor existente na camada de ar seco e considerar variáveis climáticas de fácil obtenção.

As variáveis foram coletadas em 46 dias não consecutivos. Os horários das avaliações nos diferentes turnos, manhã (08h00min às 09h30min) e tarde (13h30min às 15h00min), são referentes a presença dos animais nos respectivos galpões. Todas as variáveis foram coletadas manualmente, sendo que o FVA apresentou 88 pontos, e o LPCV 126 pontos de coletas – ambos espaçados cerca de 4 m na largura e 7 m no comprimento dos galpões.

A análise estatística dos dados foi processada em duas etapas. A primeira fase consistiu na análise estatística descritiva clássica, utilizando medidas de posição (média, máxima e mínima) e medidas de dispersão (erro padrão da média e coeficiente de variação). A hipótese de normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk, com nível de 5% de significância. Na segunda fase, foram utilizados métodos geoestatísticos para caracterizar a variabilidade espacial dos dados, onde a dependência espacial foi verificada por meio de ajustes de semivariogramas, com base na pressuposição de estacionariedade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados estatísticos comparativos dos galpões LPCV e o FVA para a condição de verão nos dois turnos avaliados.

Em ambas as instalações, a partir do teste de normalidade de Shapiro-Wilk (α=0,05), rejeitou-se a normalidade dos dados, na maioria das situações avaliadas. No entanto, os dados satisfizeram a condição de estacionariedade, tendo em vista que os semivariogramas apresentaram patamares bem definidos (exceto a UR do *freestall* LPCV no período da manhã).

Tabela 1. Análise estatística descritiva das variáveis coletadas em ambos os galpões.

Galpão	Variável	Turno	Média ±EP	CV	Min	Max	P-valor
FVA	Temperatura de bulbo seco (Tbs)	Manhã	23,7 ±0,03	1,44	22,9	25,1	<0,0001
		Tarde	27,9 ±0,02	0,67	27,5	28,8	<0,0001
	Umidade Relativa (UR)	Manha	97,0 ±0,05	0,51	95,0	98,1	0,009
		Tarde	80,0 ±0,08	1,02	79,0	82,4	0,06
	Entalpia específica do ar (h)	Manhã	68,7 ±0,13	1,70	65,8	73,4	<0,0001
		Tarde	77,2 ±0,06	0,80	76,0	80,0	<0,0001
LPCV	Temperatura de bulbo seco (Tbs)	Manhã	22,9 ±0,02	1,08	22,4	23,4	0,02
		Tarde	23,9 ±0,03	1,71	23,1	24,7	0,005
	Umidade Relativa (UR)	Manha	99 ±0,00	0	-	-	-
		Tarde	99 ±0,01	0,21	98,3	99,1	<0,0001
	Entalpia específica do ar (h)	Manhã	66,3 ±0,08	1,3	64,5	68,3	0,01
		Tarde	70,5 ±0,12	2	67,4	70,5	0,01

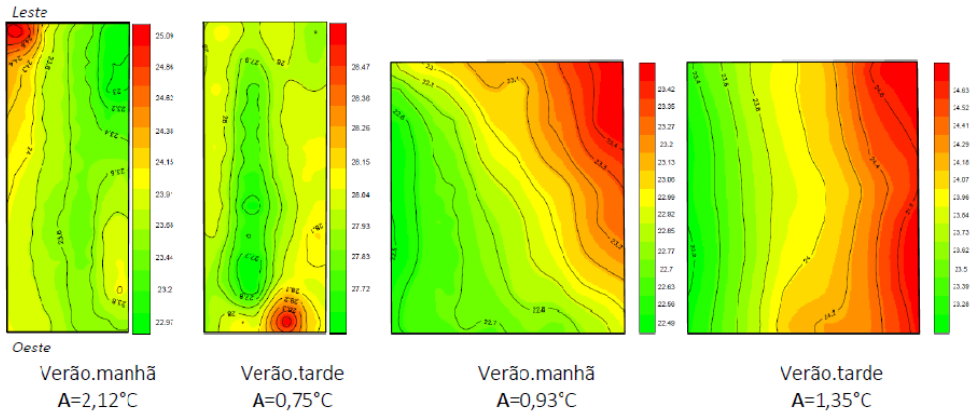
EP = erro padrão da média; CV = coeficiente de variação (%); Min = valor mínimo; Max= valor máximo; P-valor para o teste de normalidade Shapiro-Wilk (α=0,05).

Considerando a temperatura de bulbo seco (Tbs), a média e a máxima obtida para o freestall LPCV se encontra dentro da zona de conforto térmico para vacas em lactação (Tbs < 25ºC). Situação de estresse térmico foi obtida no galpão FVA no período da tarde, incluindo o Tbs mínimo obtido. Ao comparar os mapas de krigagem obtidos para a Tbs (Figura 1a), o *freestall* FVA apresentou valores maiores na parte anterior do galpão (sentido leste), no turno da manhã, e na parte posterior do galpão (sentido oeste), no turno da tarde, decorrente da incidência da radiação solar e movimentação do sol. Já o *freestall* LPCV gerou um gradiente ao longo da instalação, com valores menores de Tbs mais próximos às placas de resfriamento evaporativo. O galpão LPCV apresentou menor amplitude de manhã e maior amplitude a tarde.

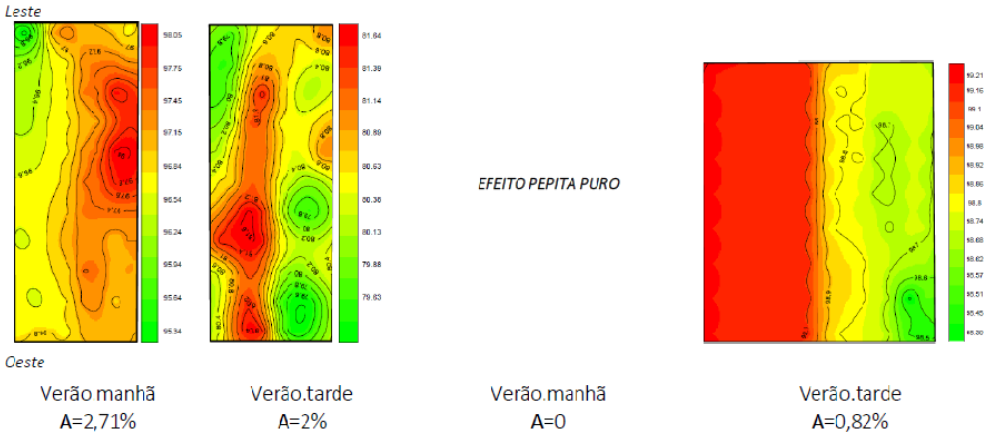
Para a umidade relativa do ar (UR), médias críticas foram obtidas para ambos os galpões, sendo a faixa ideal de conforto de 30 a 80%, com melhores resultados sendo encontrados no modelo FVA. O freestall LPCV apresentou no turno da manhã do verão erro padrão igual a zero, ou seja, não houve variabilidade dos dados, demonstrando que a umidade em todo o perfil da instalação foi homogênea (resultando no efeito pepita obtido na krigagem).

FVA **LPCV**

a) Temperatura de bulbo seco (Tbs):



b) Umidade relativa (UR):



c) Entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco):

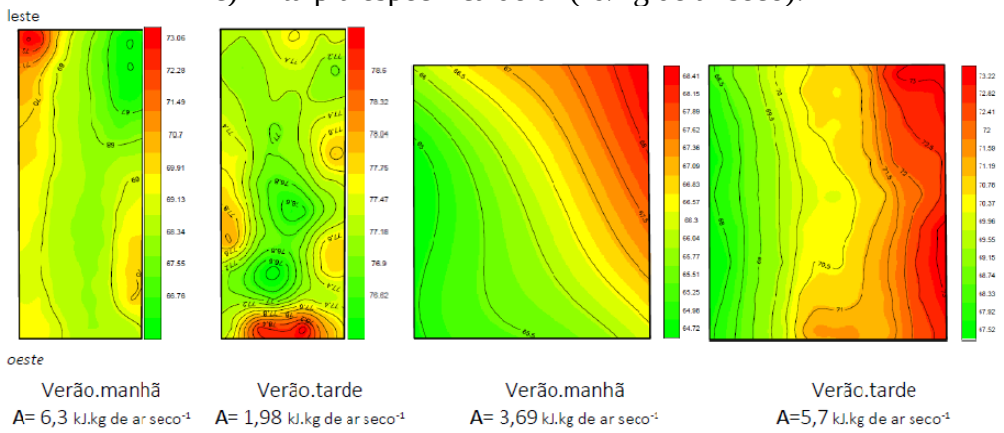


Figura 1. Mapas de krigagem para as variáveis de interesse nos dois galpões de confinamentos para vacas leiteiras, no turno da manhã e tarde, no verão. A = amplitude.

Observando o perfil da UR no interior dos galpões (Figura 1b), o padrão foi oposto à Tbs. Desse modo, maiores valores estão próximos aos exautores na lateral oposta das

placas de resfriamento evaporativo no LPCV. É importante justificar que a alta concentração de UR no galpão LPCV é obtida pela ação do sistema de resfriamento evaporativo, que tem como mecanismo reduzir a temperatura do ar adicionando vapor d'água ao ambiente.

Por sua vez, a entalpia específica do ar (h) mostrou-se crítica para ambas as instalações na situação de verão (h < 64,7 kJ.kg de ar seco-1), com condições mais severas obtidas no FVA, com máximas de 73,4 e 80 kJ.kg de ar seco, no turno da manhã e da tarde, respectivamente. A partir dos mapas de krigagem (Figura 1c), nota-se um comportamento similar da Tbs: no FVA, não há um perfil de h definido ao longo da instalação, e este varia de acordo com a movimentação solar ao longo do dia, enquanto o LPCV apresentou menores valores de h próximos as placas de resfriamento evaporativo. A amplitude de h também seguiu o mesmo comportamento da Tbs.

De acordo com os resultados, deve-se considerar o investimento a ser feito para a adoção do LPCV, uma vez que as respostas não foram tão efetivas como esperadas. A tomada de decisão de um investidor deverá ser avaliada no contexto da região, da produção e no que se espera do controle de ambiente.

CONCLUSÃO

Ao comparar os galpões utilizados nesse estudo, a instalação LPCV mostrou menor variabilidade para a variável UR como esperado, porém, maior variabilidade para h. No caso da Tbs, o LPCV apresentou maior variabilidade no período da tarde. Tanto o LPCV quanto o FVA apresentaram valores de Tbs, UR e h acima dos limiares de conforto para vacas em lactação, exceto para a Tbs no LPCV no período da manhã. Mesmo com todo o controle, os sistemas avaliados não conseguiram deixar os animais sob condições ideais de conforto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift. v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ENDRES, M; LOBECK, K; JANNI, K; GODDEN, S; FETROW, J. Barn Environment Study. In: Minnesota Dairy Health Conference, 2011, St. Paul. Minnesota. May 17-19, 2011.

RICCI, G. D.; ORSI, A. M.; DOMINGUES, P. F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite: revisão. Veterinária e Zootecnia, p. 9-18, 2013.

RODRIGUES, V.C.; DA SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. International Journal of Biometeorology, v. 55, p. 455-459, 2011.

DIAGNÓSTICO PREDITIVO EM TEMPO REAL DO CONFORTO TÉRMICO DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO EM SISTEMA OPERACIONAL ANDROID

Sérgio Luís de Castro Junior[1], Glauber da Rocha Balthazar[2], Iran José Oliveira da Silva[3].

[1,3] Núcleo de Pesquisa em Ambiência (NUPEA), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – USP, Piracicaba, SP. sergio.castro@usp.br, iranoliveira@usp.br
[2]Instituto Federal de São Paulo, campus Campinas, Campinas, SP, Brasil. glauberbalthazar@gmail.com

RESUMO – Este trabalho tem por objetivo apresentar a metodologia de desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis – intitulado de *Animalcomfort* – modelado em plataforma Android para o acompanhamento preditivo e em tempo real da situação de conforto térmico dos animais de produção. Em uma primeira etapa, foram caracterizadas as zonas críticas e termoneutras através do índice de entalpia específica (h), que considera a temperatura do ar, a umidade relativa e a pressão atmosférica local. No processamento, foram propostas ferramentas de *machine learning*, para melhor tratamento dos dados. A segunda etapa caracterizou em projetar o aplicativo dentro dos princípios da Engenharia de Software, partindo de um diagrama de caso de uso, em linguagem UML. O app foi desenvolvido em plataforma Android (com linguagem Java), considerando quatro telas principais: menu inicial, diagnóstico automático, diagnóstico manual e predição. Como resultado, o *Animalcomfort* apresentou-se como uma ferramenta de alto potencial para gestão rápida e fácil da identificação das condições de conforto térmico dos animais de produção, favorecendo a tomada de decisão automática dos atuadores, controladores e sensores.
Palavras-chave: aplicativo, índice de entalpia específica, *machine learning*, produção animal.

INTRODUÇÃO

O estresse térmico é um fator de grande influência no bem-estar e no desempenho produtivo dos animais de criação, principalmente em regiões de clima tropical – como a maior parte do território brasileiro. Nesse sentido, os animais de produção são sensíveis a variações físicas do ambiente, como temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, velocidade do vento, entre outros, o que vão influenciar diretamente nas suas trocas térmicas com o meio e exigir ação direta dos processos termorregulatórios (AZIZ et al., 2016).

Para compreender os efeitos das propriedades físicas do ambiente nos animais de produção, uma série de ferramentas e modelagens vem sendo estudadas e utilizadas ao longo do tempo, a fim de diagnosticar a situação de conforto térmico destes. Entre os modelos propostos, destaca-se o índice de entalpia específica (IEE), elaborado por

Rodrigues et al. (2011), que considera a quantidade de calor existente na camada de ar seco e incorpora em sua fórmula a temperatura ambiente, a umidade relativa e a pressão atmosférica local.

Herbut et al. (2018) afirmam que, entre as dificuldades da utilização dos índices de conforto térmico, destaca-se a falta de respostas em tempo real e a incorporação destes em processamentos mais sofisticados. Para esta e outras questões que envolvem a produção animal, uma série de tecnologias vem sendo criadas dentro do contexto da Pecuária Digital, o que possibilita a inclusão de sistemas conectados e integrados, técnicas de *machine learning* e tomadas de decisão mais confiáveis e rápidas (ILAPAKURTI e VUPPALAPATI, 2015).

O Android é um sistema operacional desenvolvido pela Google, idealizado em 2008 para projetos de dispositivos móveis (como smartphones e tablets). Atualmente é a plataforma mais utilizada deste seguimento no mundo, o que foi impulsionado pela sua licença de código aberto - permitindo o desenvolvimento de aplicativos personalizáveis, de alta tecnologia e com custo relativamente baixo.

O objetivo deste trabalho foi apresentar a metodologia de desenvolvimento do aplicativo móvel – intitulado de *Animalcomfort* – feito em sistema operacional Android para o diagnóstico preditivo e em tempo real da situação de conforto térmico dos animais de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, este trabalho apresenta o procedimento para a determinação do conforto térmico de animais de produção utilizando como princípio a entalpia específica do ar (h). Com base nisso, é apresentado o desenvolvimento do aplicativo para o diagnóstico do conforto em plataforma Android. Neste estudo, foram considerados os animais de maior expressão produtiva brasileira, exceto a bovinocultura de corte. A tabela 1 apresenta os animais de produção de interesse e suas respectivas fases de criação.

Para cada uma das 20 fases de criação, foram investigadas as faixas críticas (máxima e mínima) e de conforto para a temperatura de bulbo seco (*T*) e para a umidade relativa (*UR*). Para isso, foram elencados os resultados encontrados por diferentes autores, que correlacionaram as variações do clima com modificações fisiológicas dos animais de produção. Uma faixa média de *T* e *UR* críticas e de conforto para cada fase foram estabelecidas de acordo com as recomendações da literatura.

Tabela 1. Animais de produção e suas respectivas fases de criação.

Produção	**Fases de criação**
Avicultura de corte	1ª Semana, 2ª Semana, 3ª Semana, 4ª Semana, 5ª Semana, 6ª Semana e 7ª Semana.
Avicultura de postura	Cria, Recria e Postura.
Bovinocultura de leite	Bezerros, Novilhas, Vacas em lactação, Vacas secas e Touros.
Suinocultura	Matrizes, Leitões, Creche, Crescimento e Terminação.

Para otimizar o processamento dos dados, pensando em sua posterior utilização no aplicativo, foram determinadas duas pressões atmosféricas (*Pa*) de uso prático. Portanto, foi determinada a cidade de maior altitude do Brasil - e consequentemente com menor *Pa* -, Campos do Jordão - SP, e a cidade de menor altitude, no litoral brasileiro. A média entre os extremos de pressões *Pa* possíveis deu origem a dois grupos: cidades de baixa altitude e cidades de alta altitude. Cada um dos grupos recebeu, então, uma pressão atmosférica fixa, sendo *Pa* = 658 mmHg para os locais de alta altitude e *Pa* = 725 mmHg para locais de baixa altitude.

Com os valores críticos e de conforto para *T* e *UR* obtidos na literatura, foram calculados o índice de entalpia específica do ar IEE – ou *h* – para as cidades de alta altitude e as de baixa altitude, conforme a formula corrigida da entalpia proposta por Rodrigues et al. (2011), equação 1.

$$h = 1{,}006T + \frac{UR}{p_a} 10^{\frac{7{,}5T}{237{,}3+T}} (71{,}28 + 0{,}052T) \quad (1)$$

Com os resultados obtidos de h calculado, foi possível estabelecer três saídas/classes resultantes: animais em estado de conforto térmico, animais em estado de alerta e animais em situação emergencial de estresse.

A segunda etapa deste trabalho envolveu embarcar o conhecimento obtido acima em um app para o sistema operacional Android. Nesse intuito, usamos como metodologia inicial o desenvolvimento de um diagrama de caso de uso – enquanto um diagrama comportamental dentro da linguagem de programação UML, desenvolvido neste trabalho com o software Astah – para estruturação do sistema sob o ponto de vista do usuário, explicitando os atores, os usos de caso e as comunicações exigidas.

O projeto do aplicativo, intitulado *Animalcomfort*, foi desenvolvido na linguagem Java a partir do software Android Studio, onde foi possível realizar toda a programação embutida em conjunto com o design artístico das interfaces. Para isso, foram utilizadas as boas práticas de programação definidas na Engenharia de Software, amparadas pela metodologia Scrum: modelo de desenvolvimento ágil de apps e outros softwares que se baseia em *sprints* (ciclos de desenvolvimento de curta duração). O resultado de cada *sprint* foi a entrega de um produto tangível para o cliente, sendo que neste estudo procurou-se compreender as necessidades e interesses do produtor rural.

O processamento do grande volume de dados pelo sistema do aplicativo foi aprimorado para receber uma gestão mais complexa das informações, conforme os procedimentos propostos dentro do conceito de *machine learning*. O modelo que melhor se ajustou para a caracterização do conforto térmico dos animais de produção foram as redes neurais artificiais (RNA), sendo esta a mais recomendada para dados meteorológicos, que são dados não lineares e seguem uma tendência bastante irregular. Foi utilizado um banco de dados de valores meteorológicos de 5 anos para treinamento e validação. O melhor RNA obtido foi com 10 neurônios na camada escondida, desenvolvida e testada no software MATLAB.

Pare este estudo, foram propostas três ações de trabalho para o aplicativo: diagnóstico automático do conforto térmico (através de dados em tempo real extraídos do *Yahoo Weather*), diagnóstico manual (por meio de valores indoor e/ou teste inseridos pelo próprio usuário) e diagnóstico preditivo para os próximos 4 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o diagrama de caso de uso para o projeto do aplicativo.

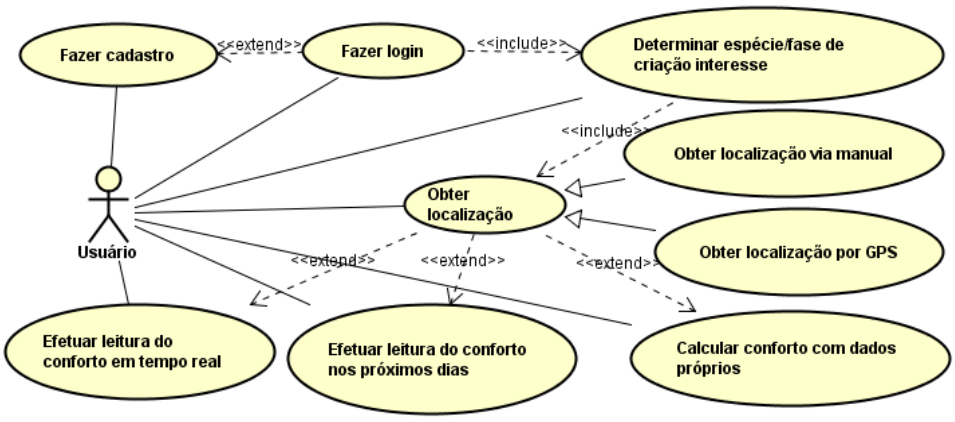
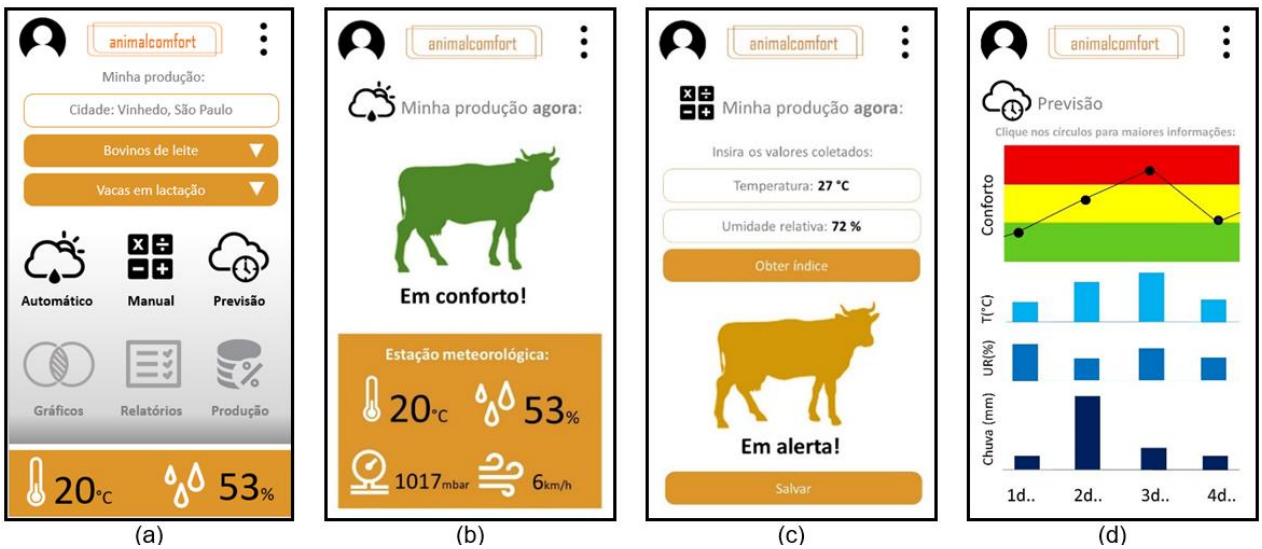


Figura 1. Diagrama de caso de uso do aplicativo *Animalcomfort*

Nota-se que, após fazer o cadastro e/ou o login, cabe ao usuário determinar qual a espécie de trabalho e a fase de criação, seguido da sua localização (que pode ser feita de modo manual ou pelo GPS do celular). Após isso, o aplicativo permite ao usuário desempenhar três tarefas principais: realizar a leitura do conforto térmico dos animais de interesse em tempo real (automático); observar o comportamento do conforto térmico para os próximos dias (previsão); e calcular a situação de conforto dos seus animais utilizando ou simulando dados particulares (manual).

Em porte do projeto, foram desenvolvidas as 4 telas principais do aplicativo. A tela inicial (Figura 2a) mostra os campos para a inserção da localidade, da produção (4 opções) e da fase de criação (20 opções). Nota-se que os ícones para diagnóstico automático, diagnóstico manual e de previsão estão realçados, sendo os descritos neste trabalho. A tela para o diagnóstico automático e em tempo real (Figura 2b) mostra a situação de conforto a partir da RNA aplicada aos dados do *Yahoo Weather*. O resultado é representado pelo símbolo da criação escolhida (bovinos de leite, neste caso) e pela cor associada a situação de conforto: verde para animais em conforto térmico, amarelo para momentos de alerta e vermelho para situações emergenciais. A tela para o diagnóstico manual (Figura 2c) apresenta os campos de inserção dos dados de T e UR. Os resultados são calculados e apresentados de forma similar à tela automática. Por fim, a tela para a previsão (Figura 2d) apresenta os resultados preditivos para os próximos 4 dias, tanto para a situação de conforto tanto para os valores de T, UR e precipitação.



(a) (b) (c) (d)

Figura 2. Conjunto de telas principais do aplicativo *Animalcomfort.*

CONCLUSÃO

Em seu projeto e desenvolvimento, o aplicativo *Animalcomfort* mostrou-se uma ferramenta de gestão de alto potencial para diagnosticar e prevenir o estresse térmico dos animais de produção de maneira rápida, de fácil acesso e com informações gráficas compreensíveis pelo usuário. Vale destacar que uma série de novas funcionalidades podem ser incorporadas ao app, como geração de relatórios e correlações com índices produtivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGGRÁFICAS

AZIZ, Z.; VARMA, G. G.; RAJI, K.; GLEEJA, V. L. Influence of temperature humidity index on the physiological parameters and growth rate of crossbred cattle calves. International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture, v.2, n.3, p. 187-190, 2016.

HERBUT, P.; ANGRECKA, S.; WALCZAK, J. Environmental parameters to assessing of heat stress in dairy cattle - a review. International journal of biometeorology, v. 62, n. 12, p. 2089-2097, 2018.

ILAPAKURTI, A.; VUPPALAPATI, C. Building an IoT framework for connected dairy. In: Big Data Computing Service and Applications (BigDataService), 2015 IEEE First International Conference on. IEEE, 2015. p. 275-285.

RODRIGUES, V. C.; DA SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; NASCIMENTO, S. T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. International Journal of Biometeorology, v.55, p. 455-459, 2011.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROLE E MONITORAMENTO DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E NÍVEL DE GRÃOS EM SILOS

Thaís Cattarine Henriques Tomé[1], Wesley Rodrigues de Menezes[1], Rafael Costa Silva[1], Nycolle Oliveira Coelho[1], Ely Félix de Sá Carneiro[1], José Adieverton Duarte de Lima[1]

[1]Universidade Federal de Campina Grande. tatacattarine@hotmail.com; wesley.menezes@ee.ufcg.edu.br; rafael_brazil@hotmail.com; nycolleoliveirac@gmail.com; elyfelixsc@gmail.com; adieverton.lima@hotmail.com

RESUMO - A agricultura vem evoluindo desde o estabelecimento do sedentarismo do homem. Assim, a automação rural desempenha um papel importante nessa evolução. Logo, com o presente trabalho teve-se como objetivo desenvolver um sistema automatizado para monitoramento da temperatura, umidade relativa do ar e nível de grãos no interior do silo. O protótipo do sistema foi dividido em duas partes principais: unidade eletrônica de aquisição e transmissão de dados e unidade eletrônica de recepção de dados. Utilizou-se sensores de temperatura, umidade relativa e ultrassônicos que foram acoplados ao Arduino e realizada a comunicação com a unidade eletrônica receptora de dados, nos quais os ventiladores eram conectados ao módulo de relé para seu acionamento e exaustão do ar quente do silo. Realizou-se testes quanto a funcionalidade do sistema e adequações do mesmo e concluiu-se que este cumpriu suas funções, sendo capaz de monitorar as variáveis desejadas e também reduzir a temperatura dos grãos pelo acionamento dos ventiladores.
Palavras-chave: arduino, protótipo, temperatura, umidade relativa do ar.

INTRODUÇÃO

A automação rural ocupa um espaço importante na evolução da agricultura, a qual pode ser entendida como um sistema em que os processos operacionais de produção agrícola e pecuária são monitorados, controlados e executados por meio de máquinas e dispositivos mecânicos, eletrônicos ou computacionais, que visam aumentar o rendimento do trabalho nas atividades agropecuárias, não apenas para a se tornar competitivo, mas essencialmente para o futuro da segurança alimentar e da bioenergia mundial.

Contudo, um dos setores mais produtivos na área agrícola no Brasil é a produção de grãos. Segundo o estudo *Projeções do Agronegócio (Brasil 2017/18 a 2027/28)* da Secretaria de Política Agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e

da Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) nos próximos dez anos, o Brasil vai produzir 69 milhões de toneladas a mais de grãos, saltando dos atuais 232 milhões de toneladas para de 302 milhões toneladas na safra 2027/2028. Mesmo diante desses fatores, os investimentos em tecnologia para o agronegócio brasileiro são insuficientes, quando comparados a países desenvolvidos.

Assim, para automatização de processos, pode ser utilizado o software e o hardware Arduino, no qual é definida uma plataforma de computação física, baseada em uma simples placa de Entrada/Saída controlada e desenvolvida sobre uma biblioteca que simplifica a escrita da programação em C/C++ (MELO, 2012).

A secagem e a armazenagem são etapas do processo produtivo em que o emprego de tecnologias contribui para conservação e manutenção da qualidade dos grãos. Além disso, a automatização oferece ao produtor rural meios para monitorar e controlar as condições ambientais no interior de silos graneleiros, em que os grãos podem ficar armazenados por mais tempo e manter os índices de qualidade aceitáveis para consumo, dando maior liberdade ao produtor em escolher qual o melhor momento para a comercialização da produção.

A técnica de aeração, que consiste na passagem forçada do ar, com fluxo adequado, através da massa de grãos, é feita com o objetivo de prevenir ou solucionar problemas de conservação do produto. A aeração apresenta vantagens, como a possibilidade de supervisionar tanto o sistema quanto o produto durante a operação da aeração (SILVA, FILHO & DEVILLA, 2000).

Considerando a importância da secagem e armazenagem de produtos agrícolas e seu controle e monitoramento, assim como a possibilidade de maiores investimentos no setor nas propriedades rurais do Brasil, com este trabalho propõe-se um sistema simplificado que possibilite o monitoramento tanto da temperatura quanto da umidade relativa do ar no interior de um silo, bem como uma estimativa do nível de grãos armazenados. Através dos dados coletados, o sistema de aeração pode ser ligado automaticamente visando manter estas grandezas dentro de patamares considerados ótimos, proporcionando assim uma melhor qualidade do produto final.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

MATERIAL E MÉTODOS

O protótipo do sistema automatizado utilizado foi dividido em duas partes principais: unidade eletrônica de aquisição e transmissão de dados e unidade eletrônica de armazenamento de dados. A unidade eletrônica de armazenamento de dados foi acoplada a um computador pessoal portátil e a unidade eletrônica de aquisição e transmissão de dados foi acoplada aos sensores de temperatura e umidade e aos sensores ultrassônicos, todos acoplados ao Arduino UNO.

O controle automático atua sobre os ventiladores que são ligados ao módulo de relés, estes são os responsáveis por realizar os processos de exaustão do ar quente visando preservar os grãos armazenados no silo das variações de temperatura e umidade relativa do ar.

Os componentes eletrônicos, a linguagem de programação e o sistema gerenciador de banco de dados foram escolhidos visando desenvolver um protótipo do sistema automatizado com o menor custo possível, sem comprometer sua funcionalidade.

Para mensurar a temperatura e a umidade relativa do ar no interior do silo foi selecionado o sensor DHT11, que pode medir com precisão de até ±5% para os dados de umidade na faixa entre 20 e 90%, e com ±2°C para os dados de temperatura na faixa entre 0 e 50°C.

De acordo com a descrição de Robocore (2018) o sensor de temperatura e umidade utilizado conta com um microcontrolador de 8 bits, o elemento que mede a temperatura é um NTC, e a medição da umidade fica por conta de um elemento capacitivo, com leitura a cada dois segundos. O referido sensor não necessita de condicionamento de sinal, visto que a comunicação de dados é realizada por um único fio.

Juntamente com o sensor DHT11, foi utilizado sensor de ultrassom, modelo HC-SR04, para detectar a presença de material no local onde a unidade remota se encontra. Normalmente este tipo de sensor é utilizado para calcular distâncias, porém, neste trabalho, o mesmo funcionará como um sensor de presença, estimando o nível de material presente dentro da unidade de armazenamento, seguindo o mesmo modelo utilizado por Sivieiro (2017).

Tendo-se então a percentagem de nível de grãos no interior da unidade do sistema. Como dificilmente o material do interior do silo estará perfeitamente nivelado, mesmo medindo a distância da unidade até o material, o resultado seria uma estimativa obtida

 ISBN: 978-85-66836-24-0

através da fórmula abaixo (1), em que o valor 82,5 cm representa a altura total do protótipo.

$$Nível\ de\ grãos = \frac{\left(\frac{Sensor\ 1\ (cm) + Sensor\ 2\ (cm)}{2}\right)}{82{,}5\ cm}\ x\ 100$$

$$Nível\ de\ grãos = \frac{\left(\frac{Sensor\ 1\ (cm) + Sensor\ 2\ (cm)}{2}\right)}{82{,}5\ cm}\ x\ 100$$

(1)

O funcionamento do sensor baseia-se na propagação do som no ar. Ao receber um pulso em seu pino de *trigger*, o sensor dispara 8 pulsos de 40 kHz e eleva o sinal do pino *echo* para nível alto. Ao detectar os sinais refletidos, o pino *echo* tem seu valor mudado para nível lógico baixo e o tempo transcorrido entre estas é medido pelo microcontrolador.

O microcontrolador foi programado utilizando-se o software Arduino, disponível no site do fabricante em conjunto com a placa de desenvolvimento Arduino UNO, que já contém a interface de programação embarcada e possibilita a conexão direta com o computador por meio de um cabo USB.

A placa é baseada no ATmega328 (datasheet), possuindo 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação uma conexão ICSP e um botão de reset.

Para exaurir o ar mais quente do interior do silo, evitando danos aos grãos armazenados foram utilizados dois coolers de computador, com a função de exaustores, modelo DSF122512L Akasa, de dimensões 120x120 mm e tensão de 12 V.

Os ventiladores eram acionados quando os sensores de temperatura no interior do silo e do ambiente externo apresentassem uma diferença ≥ 5°C, e irão parar de funcionar quando essa diferença for < 5°C, conforme recomendado por Silva et al (2011), que estabelece as condições apresentadas no diagrama abaixo (Figura 1).

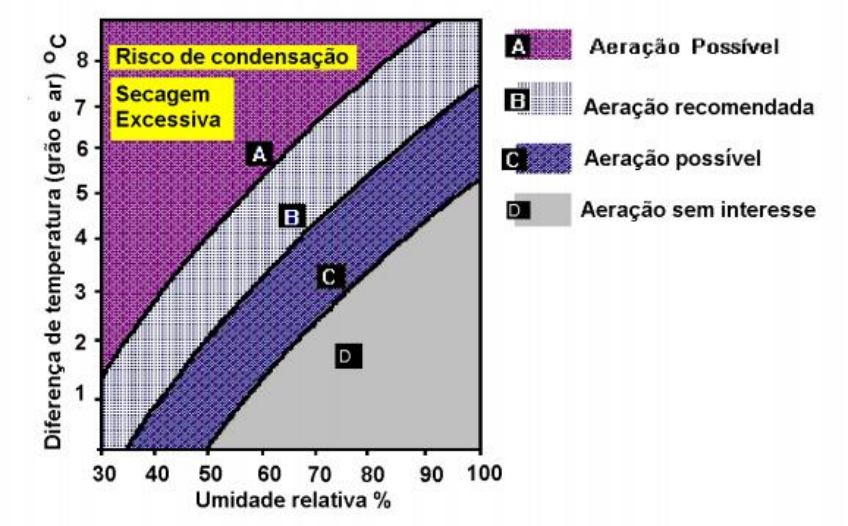


Figura 1. Diagrama de conservação de grãos.
Fonte: Silva et al, 2011.

Na Figura 2 tem-se o diagrama da montagem dos componentes do circuito e suas posições.

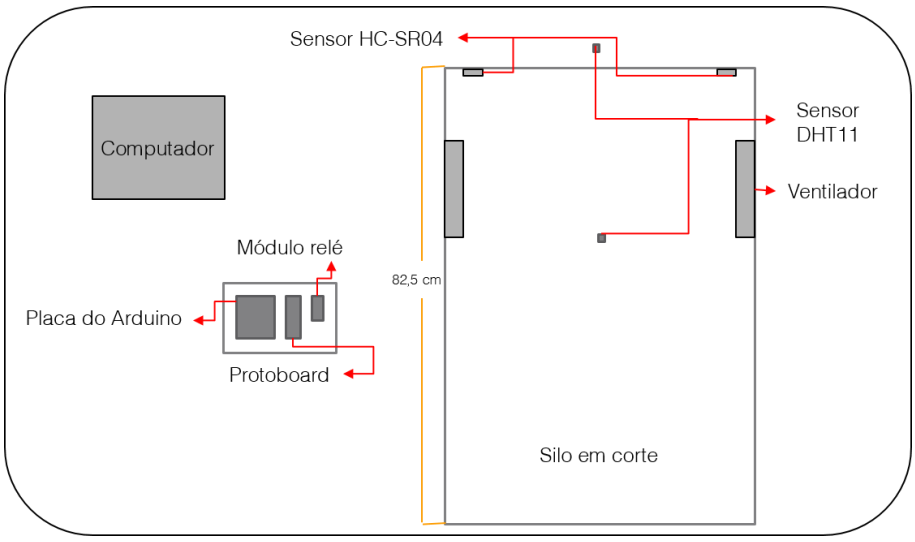


Figura 2. Layout do sistema de monitoramento.
Fonte: Autoria própria.

Após o desenvolvimento do protótipo do sistema de monitoramento de temperatura, umidade relativa do ar e nível de grãos em silos graneleiros foram feitas análises de precisão e funcionalidade referentes aos resultados dos testes realizados, bem como considerações sobre os custos envolvidos na sua implementação para os pequenos produtores de grãos.

Para verificar se os valores mensurados pelos sensores de temperatura e umidade relativa do ar estariam corretos, foram utilizados um termômetro e um higrômetro digital

para comparação, instrumentos esses destinados para mensurar as duas variáveis, respectivamente, com precisão.

A seguir, foi testada a comunicação entre o microcontrolador e os sensores. Inicialmente, foram realizados testes em cada sensor individualmente e, depois, testes com os sensores funcionando simultaneamente.

Após isso, foi testado o funcionamento dos ventiladores quanto o seu acionamento nos limiares estipulados, onde foi forçado um ar "quente" em seu interior por meio de um secador portátil para alterar o valor de temperatura e umidade obtidos pelos sensores.

Foi então colocada uma quantia de grãos de milho no interior do silo para realizar os testes do sensor ultrassônico, em que se utilizou dois sensores em cada lateral do silo, calculada então através da Fórmula 1 e mostrada no monitor de visualização do software.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 tem-se os resultados dos testes realizados na mensuração da temperatura interna e externa e umidade relativa do ar no interior do silo antes da inserção do ar quente no silo.

Tabela 1. Resultado dos testes de temperaturas externas e internas inicial e umidade relativa do ar interna inicial

Teste	Temperatura real (°C)	Temperatura externa (°C)	Temperatura interna inicial (°C)	Umidade relativa do ar interna inicial (%)
1	27,31	27	30	49
2	27,84	27	29	56
3	28,1	28	31	48
4	28,47	28	30	54
5	28,7	28	29	52
6	28	28	29	49
7	28,3	28	28	50
8	26,48	26	27	58
9	29,21	29	29	47
10	29,5	29	30	45
11	30,11	30	30	46
12	27,56	27	29	51
13	27	27	28	48
14	28	28	29	47
15	28,47	28	29	48
16	26,1	26	27	51
17	30,42	30	31	46

 ISBN: 978-85-66836-24-0

18	28,68	28	29	50
19	28,51	28	28	48
20	27,6	27	28	53

Fonte: Autoria própria.

Os valores de temperatura provenientes do DHT11 mostraram-se semelhantes aos valores dos instrumentos utilizados na validação.

Na Tabela 2 verifica-se os valores de temperatura e umidade relativa do ar interna após a inserção do ar quente no interior do silo e o tempo de estabilização da temperatura após o acionamento dos ventiladores.

Tabela 2. Resultado dos testes de temperatura e umidade relativa do ar interna final, e tempo de estabilização da temperatura do interior do silo

Teste	Temperatura interna final (°C)	Umidade relativa do ar interna final (%)	Tempo de estabilização da temperatura (min)
1	33	45	14
2	33	52	14
3	34	44	16
4	34	50	16
5	34	48	16
6	34	46	16
7	34	47	16
8	32	55	14
9	35	44	15
10	35	41	16
11	36	42	15
12	33	47	14
13	33	44	14
14	34	43	15
15	34	44	16
16	32	46	13
17	36	41	17
18	34	45	14
19	34	43	15
20	33	48	15

Fonte: Autoria própria.

Quanto aos testes com o sensor ultrassônico foi obtido o valor em nível de 27% na quantidade de grãos colocados no silo, no qual se manteve constante devido a não alteração da quantidade de milho de um teste para outro. Porém quando inserido um

obstáculo no interior do protótipo os níveis de altura se mostraram coerentes com a escala feita na parte exterior do silo.

Um dos objetivos desse projeto era manter o baixo custo do sistema final, o valor gasto com a confecção do sistema encontra-se discriminado na Tabela 3.

Tabela 3. Custo na produção do sistema de monitoramento do silo graneleiro

SISTEMA DE MONITORAMENTO			
Componentes	Quantidade	Preço	Total
Arduíno UNO	1	R$42,00	R$42,00
Protoboard 400 pontos	1	R$11,00	R$11,00
Jumper premium pacote com 10 unidades	1	R$10,00	R$10,00
Módulo de relé 5V	1	R$7,50	R$7,50
Sensor DTH11	2	R$10,00	R$20,00
Sensor HC-SR04	2	R$5,00	R$10,00
Cooler akasa modelo DF122512L 12V 018A	2	R$10,90	R$21,80
Bateria Unipower 12V 7,0Ah - F187	1	R$49,50	R$49,50
TOTAL			R$162,80

Fonte: Autoria própria.

O total obtido na confecção do protótipo foi de R$162,80, que manteve o objetivo de se desenvolver um sistema de baixo custo e eficiente, porém é necessário considerar que para um sistema em escala real alguns dos componentes utilizados terão que ser adaptados, alterando assim o valor total do sistema, como os ventiladores e a bateria.

CONCLUSÃO

O protótipo desenvolvido cumpriu com suas funções, foi capaz de monitorar a temperatura, a umidade do ar e o volume no interior do silo e também reduzir sua temperatura pelo acionamento dos ventiladores.

Os valores obtidos nos testes ficaram dentro de padrões aceitáveis para a aplicação escolhida, não inviabilizando o seu uso.

Quanto ao custo, o sistema pode ser utilizado como uma alternativa de baixo custo para produtores de pequena escala.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). **Projeções do Agronegócio *(Brasil 2017/18 a 2027/28)*.** p. 13, 2018.

MELO, J. L. G. G. **Arduino.** Minicurso. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. p. 4, 2012.

ROBOCORE. **Robocore Sua Tecnologia à Prova.** São Caetano do Sul, SP. Disponível em: < https://www.robocore.net/>. Acesso em novembro de 2018.

SILVA, J. S.; FILHO, A. F. de L.; DEVILLA, I. A. *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas.* 1*a*. ed. Viçosa, MG: Apenda Fácil, 2000. 261–277, p. 31, 32.

SILVA, J. S.; FILHO, A. F. de L.; DEVILLA, I. A.; LOPES, D. de C. **Aeração de grãos armazenados.** Disponível em: < ftp://ftp.ufv.br/dea/poscolheita/Livro%20secagem%20e%20armazenagem%20de%20produtos%20agr%EDcolas%202009/Cap%EDtulo%2011.pdf>. Acessado em novembro de 2018.

SIVIEIRO, L. F. C. **Monitoramento via ultrassom, temperatura e umidade no armazenamento de grãos com acionamento do sistema de aeração.** Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná. 2017.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

SISTEMA DE TERMOMETRIA PARA SILOS UTILIZANDO O ARDUINO

Ely Félix de Sá Carneiro[1], Nycolle Oliveira Coelho[1], Thaís Cattarine Henriques Tomé[1]
Rafael Costa Silva[1],

[1]Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, PB; elyfelixsc@gmail.com; nycolleoliveirac@gmail.com; tatacattarine@hotmail.com; rafael_brazil@hotmail.com

RESUMO - O Brasil desempenha atividades agropecuárias de grande importância para a sua economia. Além disso, sua produção de grãos é destaque mundial. De acordo com o 8º levantamento para a safra brasileira de grãos 2018/2019, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) prevê uma produção total entre 233,7 e 238,3 milhões de toneladas. Com o crescimento dessa categoria torna-se de suma importância o estudo e aprimoramento das unidades armazenadoras, sendo silos verticais a forma mais eficiente de estocagem desses produtos conferindo qualidade de armazenamento. Um dos problemas em armazenamento de grãos em silos verticais são geralmente relacionadas a temperatura, um exemplo disso é ocorrência da fermentação dentro das unidades armazenadoras devido a proliferação de fungos e bactérias por não estarem numa temperatura adequada para o armazenamento. Com isso, o projeto de sistema de termometria surge como proposta de solução para o problema de deterioração da matéria orgânica armazenada no silo de forma acessível, tendo em vista com a utilizando da placa de Arduino e os sensores são fácil de obter. Através desse sistema de termometria obtém-se faixas de temperaturas em diferentes cotas do corpo do silo para obter-se um panorama delas e alertar através de LED's a faixa de temperatura que nela se encontra, conferindo essa informações em tempo real no interior do local de armazenamento, de forma que possibilite o controle da temperatura para uma melhor qualidade do produto armazenado.
Palavras-chave: arduino na agricultura, automação, termistor, unidades armazenadoras.

INTRODUÇÃO

O Brasil desempenha atividades agropecuárias de grande importância para a sua economia. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2017 o setor agropecuário foi responsável por 70% do crescimento e 1% do Produto Interno Bruto (PIB), tirando a economia da resseção que vinha desde 2014. Destacando-se na produção de grãos, principal sendo a soja e o milho, produtos estes mais armazenados em silos.

Dentro de um silo o principal organismo é próprio grão, que permanece estocado e estático. Segundo Athié et al (1998), os grãos no ambiente de estocagem, torna-se um ambiente propício para os organismos vivos transformando o lugar em um ecossistema devido as impurezas do próprio produto e matéria morta (poeira, areia, pedras), havendo

 ISBN: 978-85-66836-24-0

essa atividade tem-se o aumento da temperatura e consequentemente deteriorando os grãos.

Conforme Delouche et al.(1973) citados em Carneiro (2003) a temperatura é o fator físico mais relevante que afeta a qualidade do grão durante a armazenagem. Por isso, um dos maiores problemas de armazenamento em silos verticais estão relacionadas a temperatura, um exemplo disso é ocorrência da fermentação dentro das unidades armazenadoras devido a proliferação de fungos e bactérias por não estarem numa temperatura adequada para o armazenamento.

A técnica de armazenamento torna o sistema produtivo mais econômico, propicia a comercialização de produtos em melhor qualidade e garantir a continuidade de distribuição da produção mesmo em períodos de secas, em que as safras são fortemente prejudicadas. Com isso, os sistemas termométricos são de suma importância como parâmetros de averiguar a temperatura interna tendo como solucionar o problema de deterioração da matéria orgânica armazenada no silo.

Para Weber (2001), com os sistemas de termometria presentes nos silos de armazenagem é possível avaliar e conhecer a gravidade dos problemas e oscilações na temperatura. A aplicação do sistema de termometria junto com o Arduino, controlador programável de código aberto, vem como alternativa de baratear, tendo em vista os preços dos sensores e placa muito acessível. Com isso, o projeto de sistema de termometria surge como proposta de solução para o problema de deterioração da matéria orgânica armazenada no silo, sendo a temperatura o fator indicativo.

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo experimental foi utilizado uma garrafa pet de 8,5 cm de diâmetro médio com 30 cm de altura (Figura 1), sendo instalado um termistor para se obter 4 perfis de temperatura, estando esses nas alturas de 8,5 cm, 13 cm, 17,5 cm e 22,5 cm, sendo priorizada a faixa intermediaria por ser a susceptível a problemas dessa natureza. Os sensores ficaram dispostos junto a face interna da parede, tendo sido soldados fios de aproximadamente 45 cm nos terminais para adequação as dimensões do protótipo. Para a exibição do sinal luminoso os LEDs ficaram na protoboard, o que facilitou a montagem do experimento, em sequência igual aos termistores. Toda a fiação foi soldada para se adequar a distância entre a placa e o protótipo.

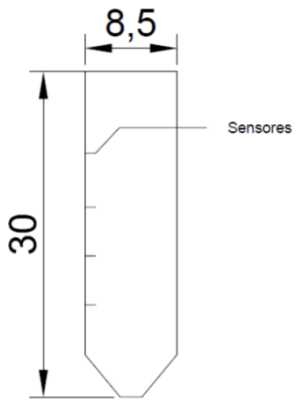


Figura 1. Desenho do modelo experimental
Fonte: Acervo pessoal

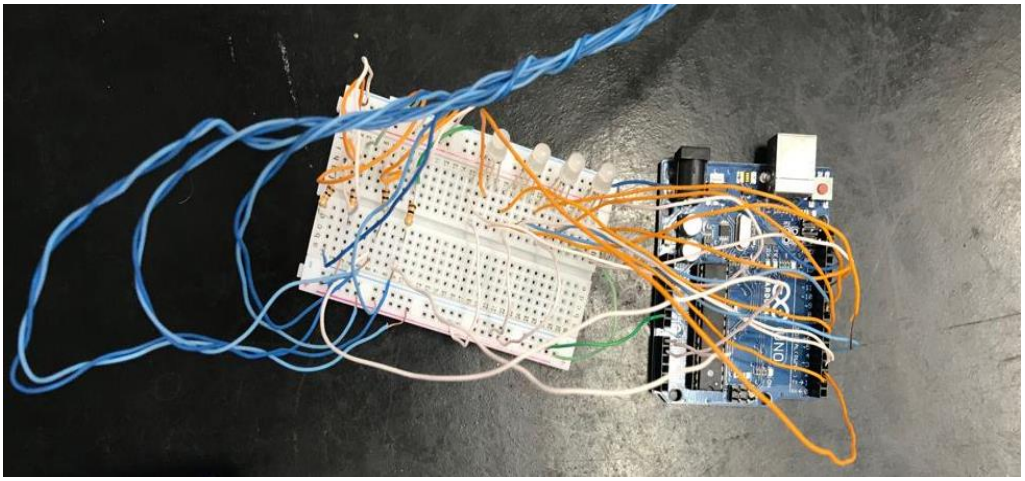


Figura 2. Imagem da montagem da protoboard e do arduino
Fonte: Acervo pessoal

Para a programação foi utilizada a linguagem C++ dedicada ao Arduino, sendo definidas varáveis com valores de ponto flutuante para cada termistor, com resultados de temperatura nas escalas Kelvim e Celsius. Foram definidas as faixas de temperatura por meio de teste, as que melhor expressaram as mudanças de faixa foram 30°C a 40°C sendo esses os limites inferior e superior respectivamente da faixa verde intermediaria. O acendimento azul foi utilizado para temperaturas menores que o limite inferior do intervalo intermediário, para os valores maiores que o limite superior o sinal indicativo utilizado foi o vermelho.

Na obtenção de diferentes temperaturas do produto em teste com o objetivo de simular algumas situações extremas e distintas, foi utilizado um micro-ondas para o aquecimento de uma porção e um refrigerador para esfriar outra porção. Essas depois do

preparo térmico foram dispostas no protótipo em diferentes proporções a fim de comtemplar a maior gama de situações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de avaliação do modelo experimental, verificou-se que imediatamente depois do acionamento do sistema as primeiras leituras eram incoerentes, após a estabilização os dados eram dignos de confiança. A fragilidade do termistor quando em contato direto com o produto a temperaturas superiores a 50°C, este passou a apresentar grandes variações nas leituras, com isso indicando que o mesmo deve ser utilizado com um invólucro de proteção.

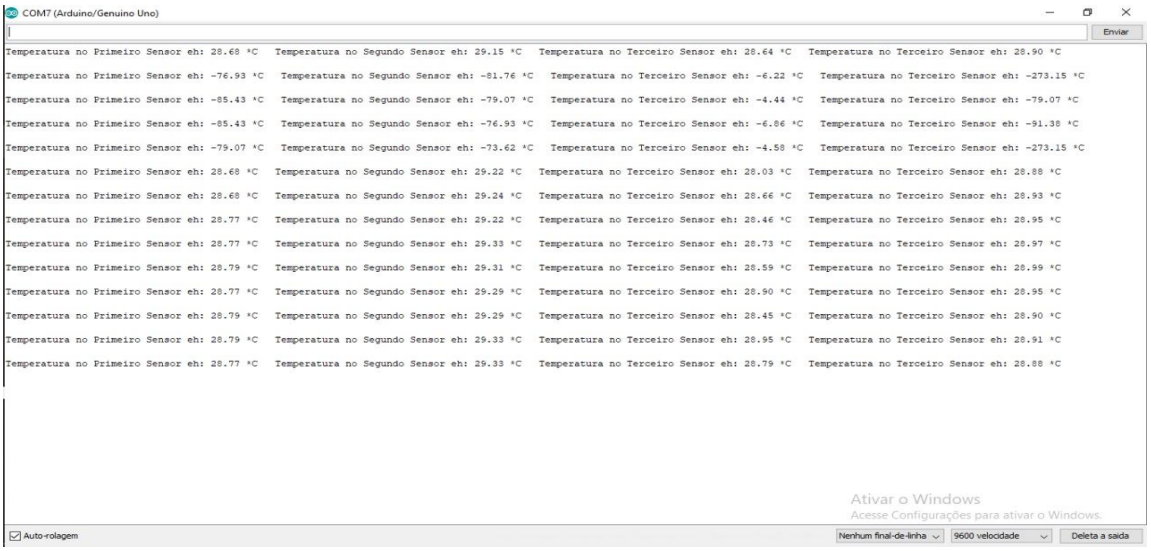


Figura 3. Abaixo monitor serial, mostrando início de um teste
Fonte:Acervo pessoal

Também foi determinada a alta capacidade de resposta do sistema a alterações repentinas de temperatura, por efetuar leituras a cada segundo o sistema tem grande potencial de gerar gráficos que estimem o comportamento futuro do produto mantendo as condições atuais ou já lidas pelo sistema.

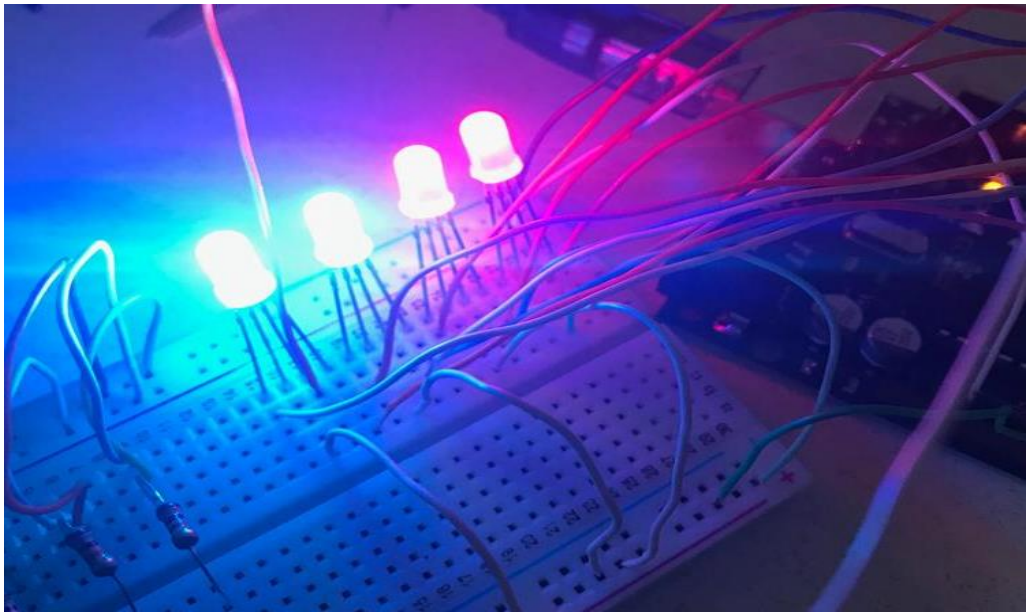


Figura 4. Teste com dois perfis de temperatura críticos (a esquerda), um médio (central) e um bom (esquerda).
Fonte: Acervo pessoal

Os resultados foram satisfatórios em relação ao acompanhamento e determinação do perfil de temperatura do produto no interior do protótipo, esperava-se obter dados confiáveis de temperatura, com a repetição dos teste os perfis obtidos foram dignos de confiança, com os LEDs expondo os sinais conforme parâmetros pré-estabelecidos.

CONCLUSÃO

A indicação luminosa teve alterações simultâneas às alterações do produto com as mudanças entre as faixas de temperatura executadas nas temperaturas exatas pré-estabelecidas, facilitando o acompanhamento do perfil termométrico. Pela disposição muito próxima devido as dimensões da protoboard a visualização ficou um pouco complicada, mas de fácil solução com a realocação em um maior espaço.

O sistema atende a proposta de exibir a faixa de temperatura do produto no interior do protótipo maneira satisfatória. Com a facilidade de uso, de aplicação e o baixo custo o sistema em uma escala reduzida dá boas perspectivas de ampliação para o uso numa maior escala, com isso se tornando uma alternativa viável para a obtenção de dados de temperaturas dignos de confiança em vários pontos da massa de grãos armazenada no interior de um silo.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. 8° Levantamento do Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Brasília, 2018.

IBGE. Instituto Brasileira de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola no Brasil, 2017

ATHIÉ, I. et al. Conservação de grãos. Campinas: Fundação Cargil, 1998. 236 p.

CARNEIRO, L. M. T. A. Antecipação da colheita, secagem e armazenagem na manutenção da qualidade de grãos e sementes de trigo comum e duro. 2003. 109p.Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2003.

WEBER, E. A. Armazenagem agrícola, 2. ed. Porto Alegre: Kepler Weber Industrial: Porto Alegre, 2001. 392p.

RODRIGUES, MARCELO. Tutorial: Como utilizar Termistor NTC com Arduino. 2013. Disponível em: < http://labdegaragem.com/profiles/blogs/tutorial-como-utilizar-o-termistor-ntc-com-arduino >. Acesso em: 09 dez. 2018.

KAFRUNI, Simone; FERRARI, Hamilton. Alta do PIB: "Setor agropecuário carregou a economia", avalia especialista: Crescimento de 13% da agropecuária deu contribuição decisiva para fazer a economia crescer, depois de dois anos em recessão. 2018. Disponível em: < https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2018/03/02/internas_economia,663301/pib-setor-agropecuario-carregou-a-economia-avalia-especialista.shtml >. Acesso em: 09 dez. 2018.

CITOLIN, Ricardo Samuel. Sistema de termometria em silos. 2012. 8 a 12 p. Sistema de termometria em silos (Engenharia Elétrica)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

ACONDICIONAMENTO TÉRMICO PARA SUÍNOS NA FASE DE CRESCIMENTO NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Nicoly Farias Gomes[1], Janice Maria Coelho Barnabé[1], Weslley Amaro da Silva[2], Héliton Pandorfi[3], Cristiane Guiselini[3], Gledson Luiz Pontes de Almeida[3].

[1]Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/UFRPE, Recife-PE. nicoly_farias@hotmail.com; janice_coelho@yahoo.com.br
[2]Engenharia Agrícola e Ambiental/UFRPE, Recife-PE. weslley.195spfc@gmail.com
[3]Departamento de Engenharia Agrícola/UFRPE, Recife-PE. hpandorf@hotmail.com; cguiseli@hotmail.com; gledson81@hotmail.com

RESUMO – Objetivou-se com essa pesquisa avaliar a influência de sistemas de climatização nas respostas fisiológicas e desempenho produtivo de suínos na fase de crescimento, assim como a caracterização térmica das instalações no semiárido pernambucano. Foram utilizados 27 suínos (¾ Duroc, ¼ Pietrain). Os animais foram submetidos a baias sem climatização, com ventilação forçada e com sistema de resfriamento adiabático evaporativo. Durante o período experimental foram registradas a temperatura de bulbo seco (ºC), a temperatura de globo negro (ºC) e a umidade relativa do ar (%), para caracterização térmica do alojamento dos animais, por meio do índice de temperatura de globo negro e umidade e carga térmica radiante. As respostas fisiológicas e de desempenho dos animais foram a frequência respiratória (mov. min^{-1}), a temperatura retal (ºC), o ganho de peso (kg), o consumo de ração (kg) e a conversão alimentar. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e nove repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$). O sistema de resfriamento adiabático evaporativo manteve os valores dos índices de conforto e das respostas fisiológicas dos animais, dentro da faixa de conforto. O ganho de peso e a conversão alimentar foram influenciados positivamente para os animais expostos ao resfriamento adiabático evaporativo.
Palavras-chave: ambiência animal, conforto térmico, suinocultura, climatização.

INTRODUÇÃO

A intensificação no sistema de produção e a modernização da suinocultura exige esforços multidisciplinares para alcançar bons índices zootécnicos e, em consequência, resultados econômicos satisfatórios, já que a maior parte do território brasileiro apresenta um imenso desafio, imposto pelo clima essencialmente tropical, com elevada temperatura do ar durante a maior parte do ano, o que pode ocasionar modificações comportamentais, alterações fisiologia e gerar impacto negativo no desempenho dos suínos (PANDORFI et al., 2012).

Desse modo, o emprego de sistemas de climatização em instalações nas regiões semiáridas brasileiras, pode melhorar as condições ambientais, proporcionar conforto térmico e, consequentemente, promover incremento na produção de suínos.

A partir do exposto, essa pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar a influência de sistemas de climatização nas respostas fisiológicas e desempenho produtivo de suínos na fase de crescimento, assim como a caracterização térmica das instalações no semiárido pernambucano.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de Serra Talhada, Mesorregião Sertão e Microrregião do Pajeú, estado de Pernambuco, Brasil (longitude 07°59'31" S; latitude 38º17'54" W e altitude de 444 m). De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é caracterizado como BShw,' semiárido quente e seco, com as chuvas ocorrendo entre os meses de dezembro a maio. As médias anuais de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar da região são de 642,1 mm; 24,8°C e 62,5%, respectivamente.

O período experimental foi de agosto a setembro de 2017 (37 dias). Foram utilizados 27 suínos (machos e fêmeas) em fase de crescimento (63 dias de idade), peso vivo médio de 29,3±0,8 kg (¾ Duroc, ¼ Pietrain).

Os animais foram submetidos aos seguintes fatores de variação: baias sem climatização (TEST), baias com ventilação forçada (VENT) e baias com sistema de resfriamento adiabático evaporativo (RE), distribuídos em nove baias experimentais, três animais baia^{-1} (2 m^2 animal^{-1}).

A climatização por ventilação forçada foi realizada por meio de ventiladores axiais com vazão de 1200 m^3 h^{-1} a 1.780 RPM e diâmetro da hélice de 11'', que fornecia fluxo de ar a uma velocidade média de 3,4 m s^{-1}. Para o sistema de resfriamento adiabático evaporativo foram utilizados climatizadores evaporativos, em que a formação da névoa ocorria pelo efeito centrífugo de um disco central com vazão média de 7 L h^{-1}. Motores independentes com rotação da hélice a 1.750 RPM e do disco central de 3.450 RPM e velocidade média do fluxo de ar de 2,5 m s^{-1}. Os sistemas de climatização foram acionados das 8 às 18h00, initerruptamente.

O manejo nutricional dos animais foi realizado com base no conceito de proteína ideal, seguindo as exigências nutricionais descritas por Rostagno et al. (2017). A ração

foi oferecida à vontade, sendo distribuída duas vezes ao dia (manhã e tarde). O fornecimento de água contava com um bebedouro do tipo chupeta, um por baia, com vazão de 3,0 L min^{-1}.

As variáveis meteorológicas, temperatura do ar (ºC), temperatura de globo negro (ºC) e umidade relativa do ar (%) foram registradas nas baias de produção e no ambiente externo, por meio de *dataloggers* modelo HOBO U12-12, a cada dez minutos para posterior média horária, durante todo o período experimental. A determinação da velocidade do vento (Vv; m s^{-1}) foi obtida a partir do registro no interior das baias e no ambiente externo, nos turnos da manhã e da tarde, com auxílio de um termo-anemômetro digital, modelo AZ Instrument 8908, a 0,60 e 1,50 m do piso, respectivamente. A caracterização térmica dos ambientes estudados foi realizada pela determinação do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981) e da carga térmica radiante CTR (W m^{-2}), proposta por Esmay (1982).

Para avaliação dos parâmetros fisiológicos foram registrados, em todos os animais de todos os tratamentos, a frequência respiratória (FR; mov. min^{-1}) e a temperatura retal (TR; ºC). Os registros foram realizados nos horários das 8, 12 e 16h00, uma vez por semana, durante o período experimental. O desempenho dos animais foi avaliado por meio do consumo de ração (CR; Kg), conversão alimentar (CA) e ganho de peso (GP; Kg).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e nove repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As baias equipadas com o sistema de resfriamento adiabático evaporativo apresentaram resultados expressivos na redução da temperatura do ar, com consequente aumento da umidade relativa (Figura 1), associada a alta demanda atmosférica para evaporação. Essas condições foram favoráveis ao conforto térmico dos suínos, que apresentam exigência térmica entre 18 e 26ºC, com limite crítico superior de 27ºC e umidade relativa de 50 a 70% (BAÊTA & SOUZA, 2010).

Às 14h00, o resfriamento evaporativo promoveu redução de 7°C (Figuras 1A), quando comparado ao ambiente externo. Pelas características peculiares do clima do semiárido nordestino, a redução foi acentuada, condicionada principalmente pela baixa

umidade do ar, que manteve condição média de 50%, no período em que o sistema de climatização permaneceu acionado.

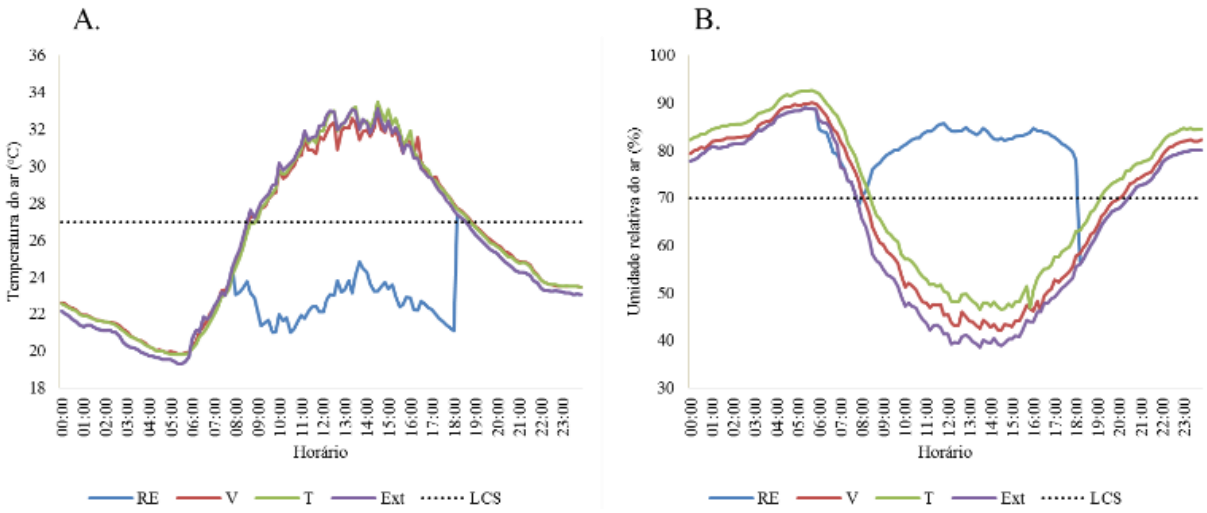


Figura 1. Variação média horária da temperatura (A) e umidade relativa do ar (B)

A determinação da carga térmica radiante (CTR) às 12 e 16h00 (Tabela 1), apresentaram maiores médias nas baias sem climatização (TEST), enquanto os menores valores foram encontrados nas baias com resfriamento evaporativo (RE), que diferiu significativamente das demais condições. No entanto, as médias da CTR apontaram valores superiores ao referencial de conforto de 450 W m^{-2}, conforme descrevem Baêta & Souza (2010).

Verifica-se que, às 08, 12 e 16h00, os valores médios do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) nas baias com RE se mantiveram abaixo de 72, o que caracteriza conforto térmico no alojamento dos animais (CAMPOS et al., 2014), diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos; nas baias com ventilação forçada (VE), TEST e no ambiente externo (EXT), os valores ficaram acima de 72, chegando até 81, condição típica de estresse térmico, o que evidencia o acondicionamento térmico ambiental proporcionado pelo RE (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação dos índices de conforto

Horários	Variáveis	Tratamentos VENT	RE	TEST	EXT	CV (%)
08:00	CTR	499,07 a ± 7,33	472,76 c ± 2,14	481,52 bc ± 6,86	489,97 ab ± 7,22	1,29
	ITGU	75,23 a ± 1,04	71,80 b ± 0,49	75,12 a ± 1,08	74,99 a ± 1,05	1,28
12:00	CTR	540,13 a ± 4,11	471,08 d ± 3,83	527,52 c ± 3,42	534,01 b ± 3,15	0,70
	ITGU	80,55 b ± 0,59	72,20 c ± 0,76	81,98 a ± 0,53	81,01 b ± 0,46	0,76
16:00	CTR	530,76 a ± 5,70	467,59 c ± 1,82	513,84 b ± 5,57	516,60 b ± 4,38	0,91
	ITGU	79,37 ab ± 0,79	71,48 c ± 0,38	79,96 a ± 0,85	78,64 c ± 0,60	0,88

Médias seguidas das mesmas letras nas mesmas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

A frequência respiratória (FR), apresentou diferença significativa ($p<0,05$) às 16h00, entre os animais alojados nas baias com RE e nas baias TEST, com valores da ordem de 58,67 mov. min^{-1} ± 9,00 e 68,44 mov. min^{-1} ± 5,00, respectivamente (Tabela 2). Em decorrência do aumento da temperatura do ar, os suínos ampliaram a frequência respiratória como mecanismo de dissipação de energia para o ambiente.

Tabela 2. Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis fisiológicas

Horários	Variáveis	Tratamentos VENT	RE	TEST	CV (%)
08:00	FR	48,89 a ± 9,00	48,44 a ± 8,00	46,22 a ± 4,00	14,74
	TR	38,69 a ± 0,30	38,18 b ± 0,40	38,53 ab ± 0,30	0,84
12:00	FR	58,22 a ± 7,00	58,22 a ± 9,00	67,11 a ± 8,00	13,48
	TR	38,86 a ± 0,30	38,81 a ± 0,20	38,78 a ± 0,20	0,53
16:00	FR	64,89 ab ± 9,00	58,67 b ± 9,00	68,44 a ± 5,00	12,40
	TR	38,74 a ± 0,30	38,39 b ± 0,30	38,98 a ± 0,20	0,74

Médias seguidas das mesmas letras nas mesmas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

A frequência respiratória que caracteriza conforto no alojamento de suínos varia de 40 a 60 mov. min^{-1}, de acordo com Oliveira (2016). Em todos os horários de registro, os animais submetidos ao sistema de resfriamento evaporativo apresentaram FR dentro da faixa característica de conforto.

Quanto a temperatura retal (TR), as menores variações já são forte indicativo de desconforto térmico. As menores médias foram obtidas, predominantemente, pelos animais expostos ao resfriamento evaporativo. A maior FR ($p<0,05$) foi observada às 16h00 (68,44 mov. min^{-1} ± 5,00) entre os animais submetidos a baia TEST, o que também resultou na maior TR (38,98 ºC ± 0,20), porém, não superou o valor limite de estresse térmico de 39,3ºC, de acordo com Kiefer et al. (2010).

Nota-se na Tabela 6, que os animais submetidos às baias com resfriamento evaporativo apresentaram melhor ganho de peso e conversão alimentar ($p<0,05$) e alcançaram os 100 dias com 77,98 kg, ou seja, 8,2 e 16,6% superior ao peso vivo dos animais expostos a baia com ventilação forçada e sem climatização, respectivamente. Esses resultados corroboram Kiefer et al. (2010), em estudo com suínos entre 30 e 60 kg de peso vivo, em que relatam piora na CA para animais mantidos sob calor, comparados aos mantidos em ambiente termoneutro.

Tabela 3. Valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis de desempenho dos animais

	Tratamentos			
Variáveis	VENT	RE	TEST	CV (%)
CR	2,57 a ± 0,64	2,57 a ± 0,35	2,10 b ± 0,54	2,40
GP	1,14 b ± 0,28	1,31 a ± 0,32	0,96 c ± 0,18	2,47
CA	2,25 a ± 0,27	1,96 b ± 0,43	2,19 a ± 0,58	2,19
PV	71,46 b± 1,96	77,89 a ± 1,01	64,92 c ± 1,37	2,19

Médias seguidas das mesmas letras nas mesmas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

CONCLUSÕES

O sistema de resfriamento adiabático evaporativo manteve os valores dos índices de conforto e das respostas fisiológicas dos animais, dentro da faixa de conforto. O ganho de peso e a conversão alimentar foram influenciados positivamente para os animais expostos ao resfriamento adiabático evaporativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais: Conforto animal. 2 º ed. Viçosa. 2010. 246p.

BUFFINGTON, D.E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PIT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE, Saint Joseph, 24, p. 711-714, 1981.

CAMPOS, P.F.; GOMIDE, A.P.C.; SCOTTÁ, B.A.; BARROCA, C.C.; SOARES, M.H. Impactos da seleção genética na qualidade da carne suína. PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia Londrina, v.8, n.2, p.0084-0229, 2014.

ESMAY, M.L. Principles of animal environment. Westport, Avi Publishing Company Inc, 1982, 325p.

KIEFER, C.; MOURA, M.S.; SILVA, E.A.; SANTOS, A.P.; SILVA, C.M.; DA LUZ, M.F.; NANTES, C.L. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes

ambientes térmicos. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.11, n.2, p.496-504, 2010.

OLIVEIRA, R.F. Estresse por calor em suínos machos castrados. Dissertação de mestrado –Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2016.

PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.P.; GUISELINI, C. Zootecnia de precisão: princípos básicos e atualidades na suinocultura. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v.13, n.2, p.558-568, 2012.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.L.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. Tabelas brasileiras para aves e suínos [: composição de alimentos e 2017 exigências nutricionais] / Editor: Horacio Santiago Rostagno 4. Ed. – Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, 2017, p451 -488.

ANÁLISE COMPUTACIONAL DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA DO AR EM UM PROTÓTIPO DE AVIÁRIO EM ESCALA REDUZIDA

João Levi Bastos Fernandes[1], Giselle Borges de Moura[2], Tadayuki Yanagi Júnior[3], Jaqueline de Oliveira Castro[4], Ednilton Tavares de Andrade[5]

[1]Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG. joao.fernades@deg.ufla.br
[2]Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG. giselle.moura@deg.ufla.br
[3]Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG. yahagi@deg.ufla.br
[4]Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG. jaqueline.castro@deg.ufla.br
[5]Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG. ednilton@deg.ufla.br

RESUMO - O controle térmico dentro de aviários comerciais é um problema que tem demandado diversas pesquisas devido a necessidade de se ofertar ambiente térmico adequado às aves. Diante deste contexto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a transferência de calor através dos elementos da alvenaria, cobertura e piso para o ambiente interno de um aviário, construído em escala reduzida distorcida que representa um aviário comercial do tipo *dark-house*. Foi utilizado o método dos elementos finitos para a análise numérica do modelo físico com auxilio de *software* ANSYS STUDENT 17.2. Para obtenção das temperaturas superficiais das faces dos elementos foi utilizada uma câmera termográfica, com diferentes repetições no decorrer do dia. Para validação do modelo físico foi utilizado sensores instalados em três pontos distintos do aviário mensurando a temperatura a cada dez minutos das 07:00 às 16:00h. Os resultados obtidos indicam que as temperaturas do ar no interior do aviário simuladas computacionalmente se aproximam com precisão de aproximadamente 95% da temperatura obtida experimentalmente.
Palavras-chave: aviário, climatização, simulação computacional.

INTRODUÇÃO

O controle térmico no interior de aviários comerciais é um problema que tem demandado diversas pesquisas, uma vez que, a oferta de ambiente térmico adequado às aves propicia melhores condições de bem-estar, resultando em melhores índices produtivos. O monitoramento da temperatura do ar, umidade relativa do ar e outras variáveis essenciais para a criação de aves, entretanto, estas variáveis são de difícil controle, principalmente em regiões onde o clima é bastante severo, com registro de altas temperaturas do ar em boa parte do ano.

Dentre todos os fatores físicos ambientais, a temperatura do ar é a que mais afeta as aves, por comprometer a manutenção da homeotermia. Desta forma, para expressar seu

máximo potencial de produção, estes animais necessitam de um ambiente adequado (KLEIN, 2016).

Segundo Oliveira Neto et al. (2000), a homeotermia se mantém quando o calor gerado pelos processos metabólicos e o recebido do ambiente se dissipam do corpo da ave para o meio. Em ambientes termoneutros, estas trocas são realizadas com um gasto mínimo de energia. Contudo, devido a ausência de glândulas sudoríparas, quando submetidas a altas temperaturas, as aves apresentam grande dificuldade em manter sua temperatura corporal, na qual soma-se a esta característica a camada isolante da cobertura de penas que dificulta ainda mais a troca de calor com o meio.

Para Furlan et al. (2001), o ambiente onde o animal se encontra, além do fator nutricional, pode influenciar seu desempenho. Contudo, segundo Marchini et al. (2007), apesar de muitos estudos sobre os efeitos do estresse por calor sobre a fisiologia das aves serem realizados sob temperaturas ambientes elevadas constantes, as condições naturais reais não expressam estas condições, pois é registrada uma grande variação de temperatura do ar no decorrer do dia. De acordo com o INMET (2018), a temperatura ambiente na região de Lavras, no último ano, entre 13 de dezembro de 2016 e 13 de dezembro de 2017, variou de 11 a 33ºC.

Diante deste contexto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a transferência de calor através dos elementos da alvenaria, cobertura e piso para o ambiente interno de um aviário, construído em escala reduzida distorcida que representa um modelo comercial do tipo *dark-house*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na cidade de Lavras – MG (21º13’45.28’S de latitude; 44º58’32.85’’ O de longitude; e 918 m de altitude), durante nove horas do dia 19 de dezembro de 2017, em um protótipo de galpão do tipo *dark house* em escala reduzida distorcida.

O galpão, orientado no sentido leste-oeste, possui dimensões de 6 m de comprimento, 1,5 m de largura e pé direito de 1,7 m. A cobertura é constituída de telha de fibrocimento, espessura de 5 mm, com 0,3 m de beiral e 10 % de inclinação. As alvenarias são constituídas de blocos de cimento com 0,15 m de espessura e o piso é de concreto.

A Figuras 1 ilustra as características construtivas do protótipo utilizado como modelo neste trabalho.

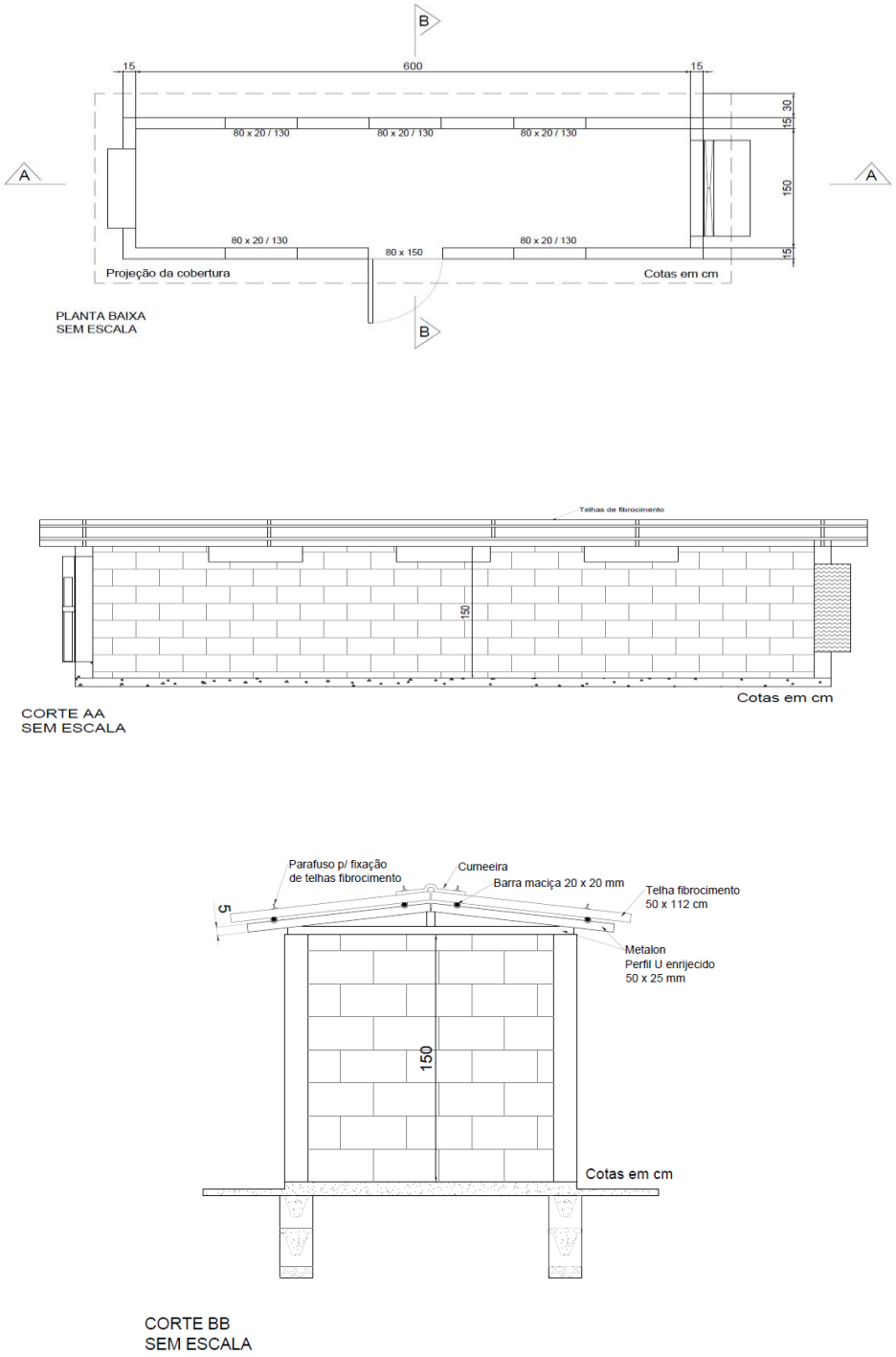


Figura 1. Planta Baixa e Cortes Longitudinal (AA) e Transversal (BB) do modelo físico em escala reduzida de um aviário do tipo *dark-house*.

Medição e instrumentação

O modelo em escala reduzida foi monitorado continuamente durante doze horas do dia 19 de dezembro de 2017. Com o auxilio de uma câmera termográfica, modelo FLIR

C2 (±2 °C de acurácia, ou 2%, o que for maior), as imagens termográficas das superfícies internas das alvenarias, cobertura e piso foram obtidas em 9 posições diferentes em quatro períodos distintos do dia, às 07:00, 09:30, 12:00 e 16:00h. A Figura 2 ilustra as superfícies internas cujas imagens termográficas foram obtidas.

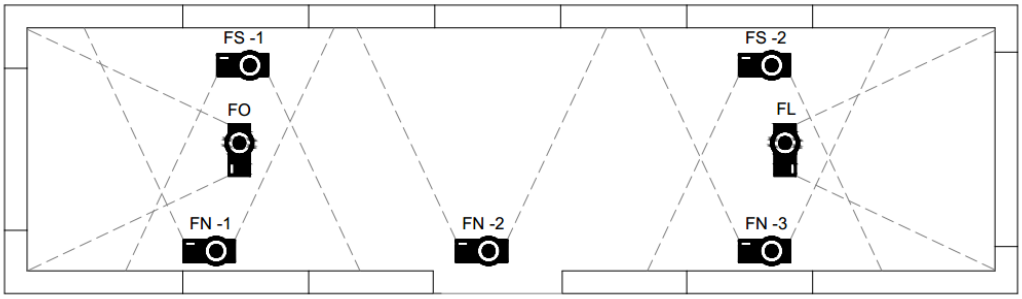


Figura 2. Posicionamento da câmera termográfica para obtenção da temperaturas das faces internas.

Para obtenção das temperaturas das superfícies internas na fachada sul (FS), foram capturas duas imagens somente da alvenaria logo abaixo das aberturas de ventilação (janelas), da mesma forma para a fachada norte (FN) foram capturadas três imagens, contudo da fachada oeste (FO) e da fachada leste (FL) foram capturas somente uma imagem de cada. Para a obtenção das imagens infravermelho correspondentes ao piso e teto, a câmera foi posicionada de forma paralela a face em uma das extremidades do galpão de forma a cobrir a maior superfície possível.

Na Tabela 1 são listadas as temperaturas superficiais médias obtidas por meio das imagens termográficas em todas as fachadas e horários que definiram as condições de contorno do ambiente em três períodos, a partir das quais foi possível realizar as simulações no *software* ANSYS STUDENT 17.2.

Tabela 1. Temperaturas por período utilizadas para condições de contorno no modelo

Período (horas)	07:00 as 09:30	09:30 as 12:00	12:00 as 16:00
Temperatura inicial (°C) fachada oeste	19,05	25,70	30,10
Temperatura final (°C) fachada oeste	25,70	30,10	38,15
Temperatura inicial (°C) fachada leste	20,75	30,50	35,90
Temperatura final (°C) fachada leste	30,50	35,90	46,50
Temperatura inicial (°C) fachada norte	20,67	23,95	29,32
Temperatura final (°C) fachada norte	23,95	29,32	33,63
Temperatura inicial (°C) fachada sul	20,38	25,05	29,63
Temperatura inicial (°C) fachada sul	25,05	29,63	33,50
Temperatura inicial (°C) piso	21,70	28,90	31,20
Temperatura final (°C) piso	28,90	31,20	37,85
Temperatura inicial (°C) cobertura	19,50	30,40	33,45
Temperatura final (°C) cobertura	30,40	33,45	41,25

Análise computacional

Após a obtenção de todos os dados, as temperaturas internas foram simuladas por meio do *software* Ansys. A geometria do galpão foi projetada utilizando o *DesignModeler, software* específico da própria plataforma educacional do *Ansys* 17.2. Após o lançamento da geometria, foi necessário construir uma malha para o modelo, para isso foi utilizada a ferramenta *Mesh* inclusa na versão educacional. Ainda nesta ferramenta, foi necessário definir as superfícies sobre as quais posteriormente aplicou-se as condições de contorno. Nesta etapa utilizou-se o *pluggin Transient Thermal* onde foram inseridas as temperaturas iniciais e finais conforme Tabela 1 para cada face e adotou-se um coeficiente de convecção natural para o ar de 5 W m^{-2} $°C^{-1}$ (BOABAID NETO, 2010).

Após realizar estes procedimentos, segue para a etapa de implementação em análise do sistema, contudo primeiramente definiu-se o material para a geometria desenhada, assim como definir suas propriedades. Foi utilizado como material o ar seco sob pressão normal. Segundo a Universidade Federal de Alagoas (2017), tais características podem ser consultadas na tabela 2.

Tabela 2. Propriedades do ar seco sob pressão normal

Temperatura ºC	Calor específico CpkJ/(kg K)	Coeficiente de expansão 10^{-3}1/K	Conduti_ vidade térmica W/((m K)	Massa específica kg/m^3	Número de Prandtl	Viscosi_ dade absoluta 10^{-6}Pa s	Viscosi_ dade cinemática 10^{-6}m^2/s
−150	-	8,210	0,0116	2,793	0,760	8,600	3,080
−100	-	5,820	0,0160	1,980	0,740	11,780	5,950
−50	1,006	4,510	0,0204	1,534	0,720	14,640	9,550
0	1,006	3,670	0,0243	1,293	0,710	17,230	13,320
10	1,006	3,530	0,0248	1,247	0,710	17,720	14,210
20	1,006	3,430	0,0257	1,205	0,710	18,200	15,110
30	1,006	3,300	0,0263	1,165	0,710	18,680	16,040
40	1,007	3,200	0,0271	1,127	0,710	19,150	16,970
50	1,007	3,090	0,0278	1,093	0,710	19,610	17,950
60	1,008	3,000	0,0285	1,059	0,710	20,060	18,930
70	1,009	2,910	0,0292	1,029	0,710	20,510	19,940
80	1,010	2,830	0,0299	1,000	0,710	20,950	20,940
90	1,010	2,750	0,0306	0,972	0,710	21,380	22,000
100	1,011	2,680	0,0314	0,946	0,700	21,810	23,060
110	1,012	2,610	0,0320	0,921	0,700	22,230	24,140
120	1,013	2,550	0,0328	0,898	0,700	22,650	25,230
140	1,013	2,430	0,0343	0,854	0,690	23,530	27,550
160	1,017	2,320	0,0358	0,815	0,690	24,330	29,850
180	1,022	2,210	0,0372	0,779	0,690	25,150	32,290
200	1,026	2,110	0,0386	0,746	0,680	25,830	34,630
250	1,034	1,910	0,0421	0,675	0,680	27,790	41,170
300	1,047	1,750	0,0454	0,616	0,680	29,480	47,850
350	1,055	1,610	0,0485	0,566	0,680	31,160	55,050
400	1,068	1,490	0,0515	0,524	0,680	32,770	62,530

Fonte: Universidade Federal de Alagoas (2017).

Com estes dados, foram adicionadas as características do ar no *software* Ansys, sendo possível assim obter a variação da densidade, condutividade térmica e calor específico em função da temperatura ambiente.

Para validação do modelo, foram instalados no mesmo período de estudo três sensores/data loggers da marca *Onset*, sensores estes do modelo U12-012, com precisão de +/-0,35°C, que registraram e arquivaram a cada 10 minutos a temperatura interna do ambiente estudado. Estes sensores foram instalados no centro geométrico da edificação a uma distância transversal das faces leste e oeste de 1,5 m e a uma distância de 1,5 m entre

eles (Figura 3). Desta forma ficaram localizados a uma altura de aproximadamente 0,75 m do piso.

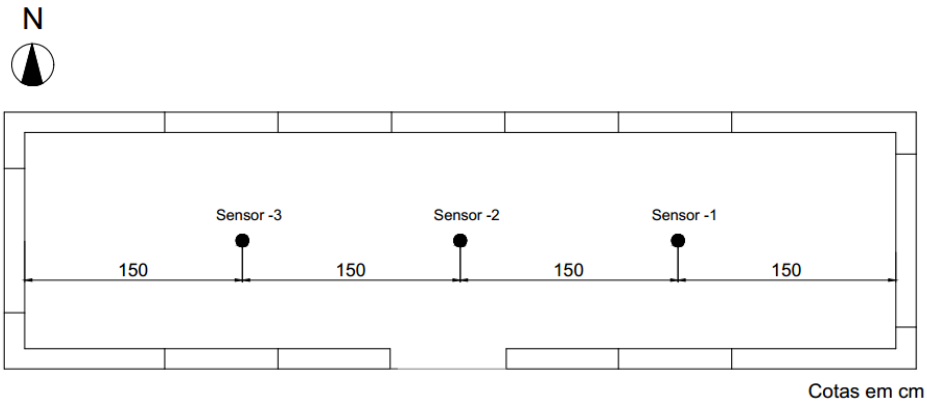
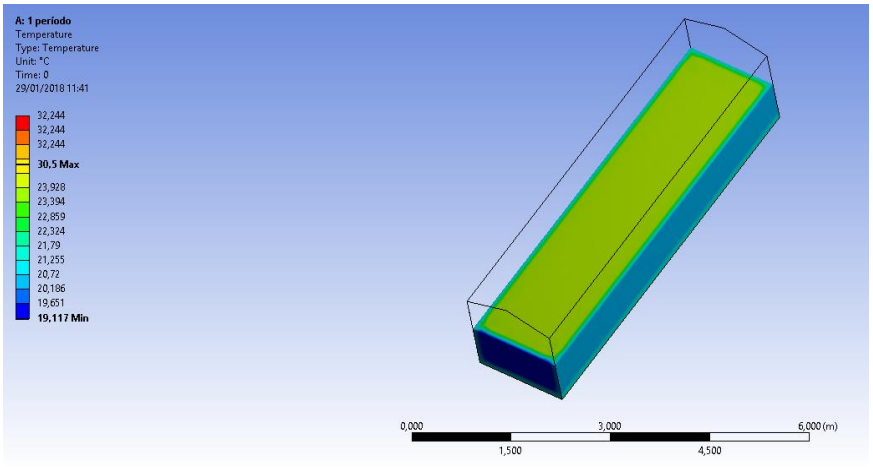


Figura 3. Posicionamento dos sensores para medição da temeperatura de bulbo seco do ar no interior do modelo em escala reduzida para validação do modelo matemático.

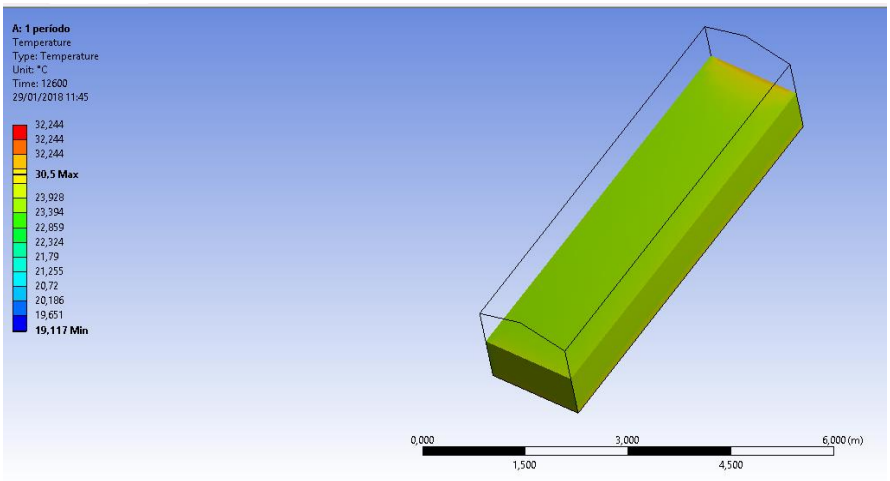
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelas simulações pode-se visualizar a variação da temperatura no decorrer de 12600 segundos equivalentes ao primeiro período das 07:00 as 09:30h (Figura 4). Verifica-se que a temperatura menor nas superfícies laterais da alvenaria se eleva no decorrer do tempo e propaga-se para o interior do aviário.

A comparação dos dados simulados pelo *software* com os dados experimentais obtidos no aviário de escala reduzida mostra que os valores médios das temperaturas no interior dos mesmos não diferiram significativamente dos valores experimentais, apresentando erro quadrático médio normalizado (NMSE) de 0,0013. Estes resultados indicam excelente concordância entre os resultados, e que as variações encontradas entre os valores das temperaturas superficiais medidos e simulados são devidos principalmente aos erros de precisão do sensor utilizado. Diante disso, o modelo computacional pode ser usado para prever a comportamento médio da temperatura de aviários em condições sem a presença de ventilação forçada.



(a)



(b)

Figura 4. Comportamento da temperatura do ar simulada pelo Ansys no interior do modelo físico construído em escala reduzida distorcida.

Damasceno et al. (2018) na avaliação de superfícies em casas de maternidade para suínos, utilizando um modelo CFD, em um protótipo de aquecedor solar de água com uso materiais alternativos e outro protótipo convencional para o mesmo fim, obteve valores de NMSE de 0,0005 e 0,016, respectivamente. Damasceno et al. (2014) usando o NMSE para avaliar um sistema de aquecimento em aviários usando um modelo CFD, mostrou valores de 0,25 e 0,02 de temperatura e velocidade do ar, respectivamente. Saraz et al. (2012) validando um modelo de CFD para previsão da eficiência do resfriamento evaporativo em painéis porosos, encontrou um NMSE de 0,0009, e ainda Saraz et al. (2016), predizendo quatro modelos com diferentes posições de altura, cortina com entrada e saída de ar adotando a tipologia de instalação aberta, sem isolamento térmico, obteve um NMSE de 0,0068. Em ambos os casos, os autores afirmam ter encontrado bons resultados usando o NMSE.

No modelo simulado no presente trabalho, observa-se que, após os 12600 segundos, a temperatura do ar no interior do modelo praticamente se igualou à temperatura das superfícies do mesmo. Nos demais períodos as temperaturas das faces laterais e superior se mantiveram iguais às temperaturas internas, mostrando a ineficiência dos elementos de fechamento quando se trata do broqueio da transferência de calor. Na Tabela 3 são listados os valores das temperaturas do ar no interior do modelo em escala reduzida simuladas pelo Ansys e obtidas experimentalmente.

Tabela 3. Temperaturas do ar simuladas pelo Ansys e obtidas experimentalmente no interior do modelo em escala reduzida distorcida.

	Temperatura do ar (°C)					
	09:30		12:00		16:00	
Sensor	Observada	Simulada	Observada	Simulada	Observada	Simulada
1	25,089	23,972	28,642	27,437	31,893	32,885
2	24,702	24,014	28,841	27,426	31,842	32,816
3	24,412	24, 010	28,742	27,468	32,253	32,983

Logo, com base nos resultados obtidos, o erro absoluto médio obtido entre as temperaturas do ar interior do modelo reduzido simuladas e obtidas experimentalmente foi de 0,98 ºC, o erro relativo percentual médio foi de 3,43 % e o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,99. Em comparação com as temperaturas observadas, as temperaturas simuladas apresentarm valor de MSE de 1,05 ºC, RMSE de 1,02 ºC e BIAS de 0,38°C.

CONCLUSÃO

Conclui-se com a realização deste estudo que as temperaturas internas do protótipo de aviário estudado, sob condições de insolação e clima naturais, sem ocorrência de precipitação e correntes de vento elevadas, tem sua variação no decorrer de um dia muito influenciada pelo aquecimento proveniente dos elementos de vedação, parede, teto e piso.

Com os resultados do modelo desenvolvido, as simulações podem ajudar na concepção de novos sistemas e posterior seleção de materiais isolantes com o propósito de reduzir e ou retardar a transferência de calor através da alvenaria, piso e cobertura para o interior de aviários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGGRÁFICAS

BOABAID NETO, C. Transferência de Calor (TCL). Área técnica de refrigeração e condicionamento de ar, Instituto Federal de Santa Catarina, 2010.

DAMASCENO, F. A. et al. Validation of a heating system in the farrowing house using a cfd approach. Engenharia Agrícola, 38(4), 471-477, 2018.

DAMASCENO F. A. et al. Evaluation of a Heating System in Poultry Houses Using a CFD Model. Revista Facultad Nacional de Agronomia 67(2):7355-7363, 2014.

FURLAN, R. L. et al. Efeito da restrição alimentar inicial e da temperatura ambiente sobre o desenvolvimento de vísceras e ganho compensatório em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 4, p. 1-7, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Estações Convencionais - Gráficos, Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_ estacoes_conv_graf>. Acesso em: 08 jan. 2018.

KLEIN, D. R. Comportamento de frangos de corte em diferentes condições térmicas. 2016. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

MARCHINI, C. F. P. et al. Freqüência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 1, 2007.

OLIVEIRA NETO, A. R. O. et al. Efeito da Temperatura Ambiente sobre o Desempenho e Características de Carcaça de Frangos de Corte Alimentados com Dieta Controlada e Dois Níveis de Energia Metabolizável1. **Rev. Bras. Zootec**, v. 29, n. 1, p. 183-190, 2000.

SARAZ, J. A. O. et al. Validation of a CFD model for prediction of the efficiency of evaporative cooling in porous panels. Revista U.D.C. A Actualidad & Divulgación Científica 15(1):209-217, 2012.

SARAZ, J. A. O. et al. A CFD based approach for determination of ammonia concentration profile and flux from poultry houses with natural ventilation. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 69, n. 1, p. 7825-7834, 2016.

Universidade Federal de Alagoas. 2017. Disponível em: https://www.docsity.com/pt/propriedades-do-ar-seco-sob-pressao-normal-apostilas-engenharia-industrial/346757/, acesso em 28 jan. 2018.

COMPORTAMENTO DE SUÍNOS NA FASE DE CRESCIMENTO SUBMETIDOS A CLIMATIZAÇÃO NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Nicoly Farias Gomes[1], Janice Maria Coelho Barnabé[1], Weslley Amaro da Silva[2], Héliton Pandorfi[3], Mônica Calixto Ribeiro de Holanda[4], Marco Aurélio Carneiro de Holanda[4]

[1]Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/UFRPE, Recife-PE. nicoly_farias@hotmail.com; janice_coelho@yahoo.com.br
[2]Engenharia Agrícola e Ambiental/UFRPE, Recife-PE. weslley.195spfc@gmail.com
[3]Departamento de Engenharia Agrícola/UFRPE, Recife-PE. hpandorf@hotmail.com; Unidade Acadêmica de Serra Talhada/UFRPE, Serra Talhada-PE. monica.holanda@ufrpe.br; marco.holanda@ufrpe.br

RESUMO – Essa pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar a influência de sistemas de climatização e seus efeitos nas respostas comportamentais de suínos na fase de crescimento, no semiárido pernambucano. Foram utilizados 27 suínos (¾ Duroc, ¼ Pietrain) com 63 dias de idade. O experimento ocorreu entre setembro e novembro de 2017, totalizando 37 dias de registro de dados. Os animais foram submetidos a baias sem climatização, baias com ventilação forçada e baias com sistema de resfriamento adiabático evaporativo. Durante todo o período experimental, registrou-se as variáveis meteorológicas, temperatura do ar (ºC) e umidade relativa do ar (%), para a caracterização térmica do alojamento dos animais. Os comportamentos foram quantificados por meio da análise de imagens digitais, em intervalos de tempo contínuos de 10 min, a cada hora, das 8h00 às 18h00, o que permitiu a contabilização das atividades de postura, ingestiva e outras (interações sociais, agressivas e estereotipias), de três animais em cada tratamento. Os dados comportamentais foram analisados pela frequência e porcentagem do tempo despendido em cada comportamento e sua probabilidade de ocorrência pelo teste Qui-quadrado (X^2). Os suínos submetidos as baias com resfriamento evaporativo permaneceram por mais tempo em condição de conforto térmico e apresentaram maior frequência de atividade ingestiva, comportamento exploratório e ampla expressão letárgica, típica da fase de criação estudada.
Palavras-chave: ambiência animal, conforto térmico, climatização.

INTRODUÇÃO

A intensificação da produção animal amplia a necessidade de técnicos e produtores em proporcionar ambiente confortável, que atenda aos requisitos básicos de bem-estar dos suínos, pelo fato dos animais confinados não serem capazes de buscar o ambiente que atenda sua exigência térmica (RODRIGUES & SILVA, 2014).

Desse modo, o emprego de sistemas de climatização em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro pode melhorar as condições ambientais, proporcionar conforto térmico, bem-estar e, consequentemente, o incremento no desempenho produtivo, visto que Carvalho et al. (2004) afirmam que a região possui um rebanho suíno de alto potencial

genético, porém, com produtividade inferior, quando comparado às demais regiões do país, em virtude, principalmente, das características climáticas da região.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a influência de sistemas de climatização e seus efeitos nas respostas comportamentais de suínos na fase de crescimento, no semiárido pernambucano.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de Serra Talhada, Mesorregião Sertão e Microrregião do Pajeú, estado de Pernambuco, Brasil (longitude 07°59'31" S; latitude 38º17'54" W e altitude de 444 m). De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é caracterizado como BShw,' semiárido quente e seco, com as chuvas ocorrendo entre os meses de dezembro a maio. As médias anuais de precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar da região são de 642,1 mm; 24,8°C e 62,5%, respectivamente.

O período experimental foi de agosto a setembro de 2017 (37 dias). Foram utilizados 27 suínos (machos e fêmeas) em fase de crescimento (63 dias de idade), peso vivo médio de 29,3±0,8 kg (¾ Duroc, ¼ Pietrain).

Os animais foram submetidos aos seguintes fatores de variação: baias sem climatização (T), baias com ventilação forçada (V) e baias com sistema de resfriamento adiabático evaporativo (RE), distribuídos em nove baias experimentais aleatórias, três animais baia^{-1} (2 m^2 animal^{-1}), em galpão experimental de alvenaria com orientação leste-oeste, baias cobertas com telha cerâmica em uma água, com pé direito de 2,5 m e piso de concreto, corredor entre as baias coberto por telha de fibrocimento, pé direito de 4,5 m sem piso (solo aparente).

O sistema de climatização composto por ventilação forçada, contou com ventiladores axiais com velocidade do ar de 3,4 m s^{-1}. O sistema de resfriamento evaporativo foi equipado com climatizador evaporativo, em que a formação da névoa ocorre pelo efeito centrífugo de um disco central, que promovia velocidade do ar de 2,5 m s^{-1}, acionados no intervalo horário das 8 às 18h00.

O manejo nutricional dos animais foi realizado com base no conceito de proteína ideal, seguindo as exigências nutricionais descritas por Rostagno et al. (2017). A ração foi oferecida à vontade, sendo distribuída duas vezes ao dia (manhã e tarde). O fornecimento de água contava com um bebedouro do tipo chupeta, um por baia, com vazão de 3,0 L min^{-1}.

As variáveis meteorológicas, temperatura do ar (^{o}C) e umidade relativa do ar (%) foram registradas nas baias de produção e no ambiente externo, por meio de *dataloggers* modelo HOBO U12-12.

O comportamento dos animais foi avaliado por meio da análise de imagens digitais obtidas através de câmeras de vídeo instaladas nas baias, em intervalos de tempo contínuos de 10 minutos, a cada hora, entre às 8h00 e 18h00 (totalizando 100 minutos diários por tratamento experimental por animal), segundo metodologia adotada por Schiassi et al. (2015). Neste sentido, foram analisados os comportamentos expressos por três animais em cada tratamento, uma vez por semana, durante o período experimental.

A distribuição das câmeras no galpão se deu de forma a permitir o monitoramento dos animais em seus respectivos tratamentos. Os suínos foram devidamente identificados no dorso com marcadores específicos, para facilitar a visualização do observador.

As variáveis comportamentais foram analisadas pelo etograma baseado em pesquisas realizadas por Massari et al. (2015); Kiefer et al. (2010), em que se determinou a frequência e o percentual do tempo despendido nas atividades de postura, ingestiva e outras (interações sociais, agressivas e estereotipias) e a probabilidade de ocorrência foi determinada pelo teste Qui-Quadrado (X^2), por meio do software Statistcal Analysis System.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1A mostra elevada amplitude térmica local, onde, no ambiente externo foi da ordem de 13,9°C, sendo a mínima registrada às 05h30 e a máxima às 14h30. Segundo Ferreira (2016) a amplitude tolerada pelos suínos adultos é de 8,0°C. Santos et al. (2012) encontraram diferença de 3,5°C na redução da amplitude térmica de um galpão com suínos, utilizando ventilação forçada associada a nebulização, comparativamente a ventilação natural. A alta amplitude pode ocasionar maior exigência de adaptação dos animais às flutuações térmicas diárias, deslocando energia de produção para manutenção da homeotermia, o que poderá resultar em impactos negativos no desempenho dos animais.

Nota-se que, exceto para os animais submetidos as baias com resfriamento evaporativo (RE), nas demais condições de alojamento, os animais estiveram submetidos a temperaturas acima do limite crítico superior (LCS) de 27°C (LEAL & NÃÃS, 1992), entre às 9 e 18h00, atingido valores extremos (33^{o}C) às 14h00 (Figura 1A). Tolon & Nãäs (2005) também observaram menor temperatura para ambientes equipados com

resfriamento evaporativo, quando comparados aos sitemas de ventilação natural e forçada, com efeito positivo na produção dos animais.

O sistema de ventilação forçada (V), em alguns intervalos ao longo do dia, foi capaz de atenuar a temperatura no interior da baia, porém às 16h00 o ambiente ventilado tornou-se mais quente que a baia sem climatização (Figura 1A).

Observa-se na Figura 1B que a umidade relativa do ar manteve-se dentro dos limites toleráveis de 40 a 70% (LEAL & NÄÄS, 1992), no ambiente externo, nas baias sem climatização (T) e nas baias com ventilação forçada (V). Os altos valores da umidade relativa do ar no RE se deu pela elevada capacidade de retenção de vapor d´água na parcela de ar, possibilitado pelas propriedades psicrométricas do ar local, que por consequência, reduziu a temperatura do ar, de forma que o efeito isolado da umidade acabasse se tornando nulo em condição de conforto térmico para os animais na fase de crescimento.

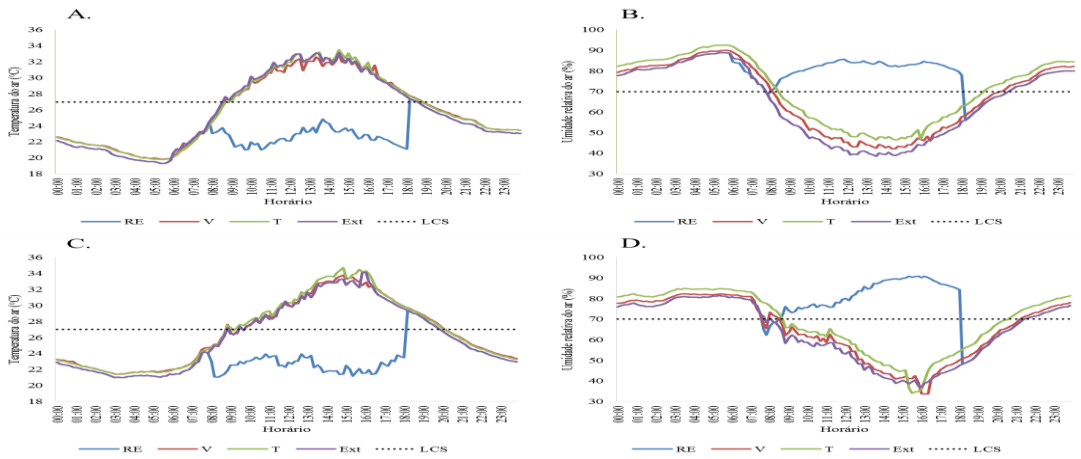


Figura 1. Variação média horária da temperatura (A) e umidade relativa do ar (B)

Os comportamentos “ativo”, “em pé” e “comendo” tiveram maior frequência entre os animais alojados nas baias com resfriamento evaporativo (RE), quando comparado as demais condições de alojamento. A menor frequência desses comportamentos foi observada nos animais expostos a ventilação forçada (V) e nas baias sem climatização (T), indicando que o incremento térmico implicou na diminuição da frequência desses comportamentos. A análise do comportamento ingestivo mostrou que houve redução no tempo despendido em visitas aos comedouros nos horários mais quentes do dia, principalmente entre os animais alojados na T e na V, enquanto que aqueles mantidos no RE o acesso ao comedouro foi maior e distribuído ao longo do dia (Tabela 2).

Durante o período experimental, todos os animais se mantiveram "inativo" a maior parte do tempo, "deitado na posição lateral" e "dormindo", contudo, os animais que mais evidenciaram esses comportamentos foram aqueles submetidos as baias com ventilação forçada (V) e sem climatização (T). Massari et al. (2015) relaciona a predisposição para a manutenção desses comportamentos quando associados ao aumento da temperatura ambiental, o que justifica a expressão desses comportamentos pelos animais contidos nas baias V e T (Tabela 2).

O comportamento fuçando apresentou maior frequência nos animais mantidos nas baias com ventilação (V) e resfriamento evaporativo (RE), indicando que os animais estavam em ambientes pouco estressantes ou até mesmo confortáveis, tendo em vista a expressão de comportamento exploratório natural (Tabela 1).

Tabela 1. Frequência (Freq) e percentual (Perc) do tempo despendido na expressão dos comportamentos dos animais

		Tratamentos			
Comportamento		V	RE	T	Total
Ativo	Freq	572	649	597	1818
	Perc	2,95	3,34	3,07	9,36
Inativo	Freq	1357	1231	1400	3988
	Perc	6,98	6,33	7,2	20,51
Inativo (alerta)	Freq	231	283	165	679
	Perc	1,19	1,46	0,85	3,50
Deitado ventral	Freq	600	667	679	1946
	Perc	3,09	3,42	3,49	10,00
Deitado lateral	Freq	1027	854	936	2817
	Perc	5,28	4,39	4,82	14,49
Em pé	Freq	492	587	506	1585
	Perc	2,53	3,02	2,61	8,16
Comendo	Freq	213	295	273	781
	Perc	1,1	1,51	1,41	4,02
Fuçando	Freq	237	227	213	677
	Perc	1,22	1,16	1,1	3,48
Ócio	Freq	236	283	186	705
	Perc	1,22	1,45	0,95	3,62
Dormindo	Freq	1355	1218	1384	3957
	Perc	6,98	6,26	7,12	20,36
Outros	Freq	160	186	141	487
	Perc	0,85	0,98	0,76	2,59
Total	Freq	6480	6480	6480	19440
	Perc	33,39	33,38	33,32	100
Qui-quadrado		GL		Probabilidade	
1015,09		16		<.0001	

CONCLUSÕES

Os animais submetidos as baias equipadas com resfriamento evaporativo permaneceram por mais tempo em condição de conforto. Os suínos submetidos ao resfriamento evaporativo apresentaram maior frequência de atividade ingestiva e ampla expressão letárgica, típica da fase de criação estudada. Além disso, os animais apresentaram maior frequência de comportamentos exploratórios, estimulados pelo melhor acondicionamento térmico no alojamento, indicando que os animais apresentaram sensação de bem-estar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, L. E. DE; OLIVEIRA, S. M. P.; TURCO, S. H. N. Utilização da Nebulização e Ventilação Forçada sobre o Desempenho e a Temperatura da Pele de Suínos na Fase de Terminação. R. Bras. Zootec., v.33, n.6, p.1486-1491, 2004.

FERREIRA, R. A.; FASSANI, É. J.; ROCHA, L. F.; OLIVEIRA, R. F.; RIBEIRO, B. P. V. B.; ABREU, M. L. T.; CANTARELLI, V. S. Desempenho e comportamento de suínos em fase de terminação submetidos a diferentes programas de luz. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.17, n.2, p.272-279, 2016.

KIEFER, C.; MOURA, M. S.; SILVA, E. A.; SANTOS, A. P.; SILVA, C. M.; DA LUZ, M. F. & NANTES, C. L. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 11, n. 2, p. 496-504, 2010.

LEAL, P.M.; NÃÃS I.A. Ambiência animal. In: CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G. (Org.). Introdução a engenharia agrícola. Campinas: Unicamp. 1992. p.121-135.
MASSARI, J. M.; CURI, T. M. R.; MOURA, D. J.; MEDEIROS, B. B. L. & SALGADO, D. D. A. Características comportamentais de suínos em crescimento e terminação em sistema "Wean to finish". Revista de Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.35, n.4, p.646-656, 2015.

RODRIGUES, A.D.; SILVA, I.J.O. Inovações tecnológicas em ambiência para a produção de ovinos. 2014.

ROSTAGNO, H. S. ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. Tabelas brasileiras para aves e suínos [: composição de alimentos e 2017 exigências nutricionais] / Editor: Horacio Santiago Rostagno 4. Ed. – Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, 2017 p. 451 -488.

SANTOS, J. H. T.; TINOCO, I. F. F.; COSTA, C. A. Avaliação Diferentes Sistemas de Ventilação em Terminação de Suínos, para as Condições do Centro-Oeste Brasileiro. Engenharia na agricultura, Viçosa - MG, v. 20, n. 3, p. 201, 2012.

SCHIASSI, L.; YANAGI JÚNIOR, T.; FERRAZ, P. F.; CAMPOS, A. T.; SILVA, G. E. & ABREU, L. H. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. Engenharia Agrícola, v. 35, n. 3, p. 390-396, 2015.

TOLON, Y. B.; NÄÄS, I. A. Avaliação de tipos de ventilação em maternidade de suínos. Engenharia Agrícola, v.25, n.3, p.565-574, 2005.

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DE FONTES ENERGÉTICAS CONVENCIONAIS POR BIOGÁS NA BOVINOCULTURA

Gabriela Ferreira Pagani[1], Juliana Lobo Paes[2], Priscilla Tojado dos Santos[3], Joao Paulo Barreto Cunha[4], Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz[5], Beatriz Costalonga Vargas[6]

[1]Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. biela1993@gmail.com.
[2]Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. juliana.lobop@yahoo.com.br.
[3]Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. priscillatojado@hotmail.com.
[4]Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. engbarretocunha@gmail.com.
[5]Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras-MG. patricia.ponciano@ufla.br.
[6]Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. bia11vargas@hotmail.com.

RESUMO - De acordo com o Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional, o consumo final do setor agropecuário compreende, principalmente, nas fontes não renováveis. Para tal, a utilização de biogás proveniente de biodigestores consiste em potencial fonte energética alternativa em propriedades rurais. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial energético da utilização do biogás em substituição a fontes energéticas convencionais. Para a produção de biogás, foram utilizados biodigestores de bancada modelo indiano, em sistema de abastecimento por batelada. Estes foram abastecidos com dejetos de bovinocultura sob sistema de produção convencional diluídos em água. O cálculo da conversão energética foi baseado produção acumulada de biogás ($m^3\ kg^{-1}$), quantidade de dejetos produzidos por bovinos em uma propriedade rural e equivalência de um metro cúbico de gás com óleo diesel, lenha e gás de cozinha (GLP). Diante dos resultados obtidos, pode-se verificar a viabilidade da substituição de qualquer uma das fontes energéticas pelo biogás, independentemente da quantidade de animais na propriedade. Diante dos resultados obtidos, conclui-se efetividade na utilização biodigestores rurais em pequenas propriedades rurais.
Palavras-chave: biodigestor, gado, combustíveis fósseis.

INTRODUÇÃO

Atualmente, tem-se acompanhado elevação tanto na demanda quanto nos custos energéticos impactando o desenvolvimento dos setores de produção rural. Associado a essa problemática as atividades realizadas no meio agrário devem priorizar o meio ambiente, evitando sua degradação devido ao intensivo sistema de produção. Assim, para o desenvolvimento sustentável torna-se fundamental a criação de fontes de suprimento descentralizadas (CERVI et al., 2010; SALOMON & LORA, 2005).

No setor de bovinocultura, os dejetos podem ser caracterizados como fonte de obtenção de biomassa a ser biointegrados em sistemas para obtenção de energia com biogás gerado em biodigestores. Segundo Esperancini et al. (2007) a implementação dessa tecnologia para o segmento da agricultura familiar de pequena e média escalas de produção animal acarreta em produção mais sustentável.

O biogás é uma mistura de gases, composta principalmente por metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), o qual pode ser utilizado como combustível visando a geração de energia elétrica e térmica (CALZA et al., 2015; SALOMON & LORA, 2005).

Dentre as vantagens do uso de biogás consiste na redução da necessidade de importação de energia, isto é, redução da dependência energética. Adotando o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) o produtor rural pode fornecer o excedente da energia elétrica gerada pelo biogás para a rede de distribuição de sua localidade (BRASIL, 2018).

A geração de energia elétrica em propriedades rurais pode ser feita pela queima do biogás em motores do ciclo Otto e diesel, devidamente adaptados, sendo considerada uma fonte energética limpa (CALZA et al., 2015).

Ainda, a tecnologia da produção do biogás em biodigestores permite o controle da poluição ambiental e, portanto, está dentro dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL), previstos pelo Protocolo de Kyoto. Dessa forma, o biogás gerado na propriedade pode ser comercializado como créditos de carbono (SZYMANSKI et al., 2010; SALOMON & LORA, 2005).

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar viabilidade técnica da adoção de biodigestores no setor de bovinocultura visando a substituição de combustíveis convencionais por biogás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica - RJ, cujas coordenadas geográficas são: 22º 45' 33" S e 43º 41' 51". O clima da região é classificado como Aw segundo a classificação de Köppen e temperatura média anual de 24,5 ºC (CARVALHO et al., 2006).

Utilizaram-se dejeto coletado na Bovinocultura de Leite da UFRRJ e água mineral. Os dejetos de bovino foram coletados por meio de raspagem com pá de pedreiro no curral de espera, evitando-se a retirada de materiais estranhos (solo, pasto e pedra). Ressalta-se

sistema convencional de produção na bovinocultura de leite da UFRRJ, em que os animais foram alimentados à base de pasto de *Brachiaria* juntamente com ração comercial com 20% de proteína bruta, farelo de algodão, milho, soja e complementação com macronutrientes e micronutrientes.

No experimento foram utilizados biodigestores modelo indiano de bancada abastecidos com 1,7 kg de material de entrada contendo 75:25 dejetos de bovino:água (DB:A).

O sistema de abastecimento ocorreu em batelada, ou seja, acondicionou-se o afluente, no biodigestor, apenas no início do experimento. O abastecimento dos biodigestores com o afluente ocorreu 24 h após a coleta do dejeto bovino, a fim de evitar perda de biogás gerado devido ao precoce processo fermentativo. O tempo de retenção hidráulica (TRH) foi de 84 dias (12 semanas).

O cálculo da conversão energética foi baseado no potencial de produção de biogás ($m^3\ kg^{-1}$), quantidade média de dejetos produzidos por bovinos em propriedades rurais com diferente tamanho de rebanho e equivalência de um metro cúbico de gás com óleo diesel, lenha e gás de cozinha (GLP).

O potencial de produção de biogás foi calculado utilizando-se a produção acumulada atingida na 12ª semana e a quantidade de material de entrada adicionado nos biodigestores, totalizando em 0,013 $m^3\ kg^{-1}$.

Para determinar a produção acumulada calculou-se o

volume de biogás produzido por meio do produto do deslocamento vertical do gasômetro por sua área da seção transversal interna durante TRH. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm e 20 ^oC foi efetuada com base no trabalho realizado por Matos et al. (2017), no qual, pelo fator de compressibilidade, o biogás apresenta comportamento próximo ao ideal. Para a correção do volume de biogás utilizou-se a expressão resultante da combinação das leis de Boyle e Gay-Lussac (Equação 1).

$$\frac{V0 \times P0}{T0} = \frac{V1 \times P1 V0 \times P0}{T1 \quad T0} = \frac{V1 \times P1}{T1} \qquad (1)$$

Em que:

V_0 - Volume de biogás corrigido, m^3;

P_0 - Pressão corrigida do biogás, 10.322,72 mm de H_2O;

T_0 - Temperatura corrigida do biogás, 293,15 K;

V_1 - Volume do gás no gasômetro, m^3;

P_1 - Pressão do biogás no instante da leitura, mm de H_2O; e

T_1 - Temperatura do biogás, em K, no instante da leitura.

Considerando-se a pressão atmosférica de Seropédica igual a 10290,90 mm de coluna d'água e pressão média conferida nos manômetros em mm de H_2O, obteve-se, como resultado, a seguinte expressão para a correção do volume de biogás (Equação 2).

$$V0 = \frac{V1}{T1} \times 293{,}9283 \quad (2)$$

Para quantidade média de dejetos foi adotado 20, 40, 60, 80 e 100 bovinos leiteiros com produção de dejetos 15 kg (animal dia)$^{-1}$ (BARRERA, 1993). Sabendo-se o potencial de produção acumulada de biogás e a quantidade média de dejetos produzidos, foi determinada a produção de biogás gerado pela Equação 3.

$$PB = PPB \text{ X } QD \quad (3)$$

Em que:

PB - Produção de Biogás, m³;

PAB - Potencial de Produção Acumulada de Biogás, m³ kg^{-1};

QD - Quantidade de Dejetos, kg.

A equivalência energética do biogás em relação a outros combustíveis foi determinada levando em conta o poder calorífico e a eficiência média de combustão. Apresenta-se na Tabela 1 a equivalência de biogás para cada combustível, segundo Nogueira (1986).

Tabela 12. Comparação entre o biogás e fontes energéticas.

Combustíveis fósseis	Equivalência de um m³ de biogás (EQB)	Unidade
Óleo diesel	0,55	L
Lenha	3,50	kg
GLP	1,43	kg

Sabendo-se a equivalência de biogás para cada combustível, foi estimada a conversão energética para cada combustível pela Equação 4.

$$CE = PB \times EQB \quad (4)$$

Em que:

CE - Conversão energética, m^3;

PB - Produção de biogás, $m^3\ kg^{-1}$;

EQB - Equivalência de um m^3 de biogás.

Para o cálculo da economia energética, considerou-se 0,56450 R$ kWh^{-1} para propriedades rurais localizadas no Rio de Janeiro com consumo até 300 kWh (LIGHT, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os dados de potencial acumulado e quantidade de dejetos produção de dejetos, foram calculados a produção de biogás. Apresentam-se os resultados na Tabela 2.

Tabela 2. Estimativa da produção de (PB) para diferentes quantidades de animais.

Quantidade de animais	Quantidade de matéria orgânica (kg)	Produção de biogás (m^3)
20	375	5
40	750	10
60	1125	15
80	1500	20
100	1875	24

Para o biogás com destino ao consumo em uma bovinocultura, verificou-se que a partir da 12ª semana há fornecimento de biogás contínuo, variando de acordo com o número de animais na propriedade (Tabela 2).

A conversão energética obtida com os valores obtidos pelas Tabela 1 e 2 estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Potencial de substituição dos combustíveis fósseis por biogás

Quantidade de animais	Óleo diesel (L)	Lenha (kg)	GLP (kg)
20	3	17	7
40	5	34	14
60	8	51	21
80	11	68	28
100	13	85	35

Para o biogás com destino a substituição ao óleo diesel, ao considerar um grupo eletrógeno com motor a combustão diesel para geração de eletricidade, necessita-se de 0,26 L para gerar 1 kWh (PEREIRA, 2018). Dessa forma, a adoção de biodigestores em propriedades rurais para geração de energia elétrica iria gerar a partir da 12ª semana 10, 21, 31, 41 e 52 kWh, respectivamente, para propriedade com 20, 40, 60, 80 e 100 cabeças de gado.

Apresenta-se na Tabela 4 a geração de energia elétrica e a economia anual pela utilização do biogás em substituição ao óleo diesel.

Tabela 4. Geração de energia elétrica e economia anual do biogás em substituição ao óleo diesel

Quantidade de animais	Eletricidade (kWh)	Economia (R$/kWh)
20	539	304,36
40	1.078	608,73
60	1.618	913,09
80	2.157	1.217,46
100	2.696	1.521,82

Dentre as fontes energéticas, utiliza-se lenha para principalmente a cocção de alimentos em regiões rurais (GODOY, 2008). Segundo Vale & Resende (2002), o consumo residencial de lenha para a cocção de alimentos equivale a 10,54 kg por domicílio. Assim, a substituição da lenha pelo biogás poderia atender 2, 3, 5, 6 e 8 domicílios, respectivamente, para propriedade com 20, 40, 60, 80 e 100 cabeças de gado.

Além da lenha para cocção, em propriedades rurais utiliza-se o GLP comercializado em botijão de 13 kg. No presente trabalho, pode-se obter com a adoção de biodigestores

em propriedades rurais a partir da 12ª semana 7, 14, 21, 28 e 35 kg de GLP, respectivamente, para propriedade com 20, 40, 60, 80 e 100 cabeças de gado.

Considerando que cada domicílio utiliza um botijão de gás (13 kg) por mês (ESPERANCINI et al., 2007), no valor em média de R$ 86,00 (ANP, 2018), calculou-se a quantidade de botijões obtidos anualmente e o retorno financeiro. (Tabela 5).

Tabela 5. Quantidade de botijões e economia anual do biogás em substituição ao GLP.

Quantidade de animais	Botijão (unidade)	Economia (R$)
20	6	553,41
40	13	1.106,82
60	19	1.660,23
80	26	2.213,64
100	32	2.767,05

Diante dos resultados obtidos, pode-se verificar a viabilidade da substituição de qualquer uma das fontes energéticas pelo biogás, independentemente da quantidade de animais na propriedade. No entanto, o maior retorno econômico seria alcançado com a substituição do biogás ao GLP.

No geral, pode-se inferir que a economia obtida pelo proprietário ao instalar um biodigestor pode ser revertida para própria propriedade.

CONCLUSÕES

Conclui-se que, a adoção de biodigestores em propriedades rurais para geração de biogás visando energia térmica e elétrica consiste em uma tecnologia viável e sustentável a fim gerar renda ao produtor rural e descarte correto de resíduos agrícolas considerados como um problema ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Sistema de levantamento de preços. Disponível em: <https://preco.anp.gov.br/include/resumo_mensal_combustiveis.asp>. Acessado em: 30 de novembro de 2018.

BARRERA, P. Biodigestores - Energia, Fertilidade e Saneamento para Zona Rural. São Paulo: Ícone, 1993.

BRASIL. Novas regras para geração distribuída entram em vigor a partir de hoje. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticas Acesso em: 23 de dezembro de 2018

CALZA, L.F.; LIMA, C.B.; NOGUEIRA, C.E.C.; SIQUEIRA, J.A.C., SANTOS, R.F. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. Revista Engenharia Agrícola, v.35, n.6, p.990-997, 2015.

CARVALHO, T.; ANTUNES, M.N. Créditos de carbono e geração de energia com uso de biodigestores no tratamento de dejetos suínos. Revista Acadêmica Ciência Animal, v.4, n.3, p. 23-32, 2006.

ESPERANCINI, M. S. T.; COLEN, F.; BUENO, O. C.; PIMENTEL, A. E. B.; SIMON, E. J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do estado de são paulo. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 110-118, 2007.

GODOY, I. Fogão a lenha: um passatempo agradável, uma rotina perigosa. Jornal Brasileiro de Pneumologia, n.09, v. 34, p. 637-638, 2008.

LIGHT. Composição da tarifa. Disponível em: http://www.light.com.br/para-residencias/SuaConta/composicao-da-tarifa.aspx Acesso em: 22 de DEZ de 2018.

MATOS, C.F.; PAES, J.L.; PINHEIRO, E.F.M.; CAMPOS D.V.B. Biogas production from dairy cattle manure, under organic and conventional production systems. Engenharia Agrícola, v. 37, p. 1081-1090, 2017.

NOGUEIRA, L. A. H. Biodigestão a Alternativa Energética. Editora Nobel, São Paulo. 93p, 1986.

PEREIRA, J.C. Diesel ou Gás Natural?. 2017. Disponível em: http://www.joseclaudio.eng.br/geradores/Diesel_versus_gas.html. Acesso em: 26 DEZ. 2018.

SZYMANSKI, M. S. E.; BALBINOT, R.; NAGEL, W. Biodigestão anaeróbia da vinhaça: aproveitamento energético do biogás e obtenção de créditos de carbono – estudo de caso. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 4, p. 901-912, 2010.

VALE, A.T.; RESENDE, R. Estimativa do consumo residencial de lenha em uma pequena comunidade rural do Município de São João D'Aliança - GO. In Procedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural, 2002, Campinas (SP) [online]. 2002 [cited 27 July 2017].

 ISBN: 978-85-66836-24-0

RESPOSTAS PRODUTIVAS DE FRANGOS DE CORTE DE 1 A 21 DIAS DE IDADE SUBMETIDOS A CONDIÇÕES FRIAS, TERMONEUTRA E QUENTE DURANTE A SEGUNDA SEMANA DE VIDA

Marcelo Bahuti[1], Lucas Henrique Pedrozo Abreu[1], Tadayuki Yanagi Junior[1], Renato Ribeiro de Lima[1], Dian Lourençoni[2], Édison José Fassani[1], Maria Alice Junqueira Gouvêa Silva[1]

[1]Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG. marcelo_bahuti@hotmail.com, lucas.abreu@deg.ufla.br, yanagi@deg.ufla.br, rrlima@des.ufla.br, fassani@dzo.ufla.br, malicejgsilva@gmail.com,
[2]Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIFASV, Juazeiro-BA. dian.loureconi@univasf.edu.br

RESUMO – As variáveis climáticas do ambiente de criação de frangos de corte influenciam diretamente o desempenho produtivo destas aves. Em vista disso, objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte submetidos a diferentes condições de temperatura (24, 27, 30 e 33 ºC) por diferentes períodos de exposição (1, 2, 3 e 4 dias) durante a segunda semana de vida. Foram utilizados 240 frangos de corte Cobb 500, alojados em ambiente com temperatura, umidade, luminância e velocidade do ar controlados. Após 21 dias de criação os dados acumulados de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar foram submetidos a análise de variância e teste de médias de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados indicaram que os estresses por baixas (24 e 27 ºC) e alta (33 ºC) temperaturas do ar aumentaram o consumo de ração, porém o ganho de peso final não foi alterado significativamente ($p>0,05$, teste F) quando comparado a situação de conforto térmico (30 ºC), resultando em menores eficiências nas conversões alimentares.
Palavras-chave: desempenho produtivo, estresse térmico, frangos de corte, temperatura de criação.

INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor de carne de frango do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (ABPA, 2018). A crescente produção dos últimos anos se deve, em parte, aos avanços genéticos proporcionados as aves, tornando-as mais eficientes (ROVARIS et al., 2014). No entanto, o manejo em ambiente inadequado pode inibir o potencial genético destas aves (CASSUCE et al., 2013).

As aves são animais homeotérmicos, ou seja, conseguem manter sua temperatura corporal constante. Porém, quanto maior o nível de desconforto térmico, maior será o dispêndio de energia metabólica necessária para a manutenção da temperatura corporal (MELO et al., 2016), seja dissipando ou retendo calor, diminuindo assim a eficiência produtiva do animal.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

Uma das formas de avaliar o estresse calórico no ambiente de criação é por meio do acompanhamento das respostas produtivas como, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. De modo que, em condições adversas, as aves tendem a aumentar ou diminuir a ingestão de alimento, entretanto, sem benefícios ao ganho de peso, e consequentemente, à conversão alimentar, resultando em prejuízo ao produtor.

Para obter a máxima produtividade, é importante verificar a interação entre animal e ambiente, a fim de proporcionar trocas mínimas de energia e atender às necessidades de bem-estar do animal, disponibilizando máxima energia para a produção (ANDRADE et al., 2018). Assim, faz-se necessário submeter as aves a condições de conforto, com temperatura e umidade do ar adequadas durante cada fase da vida.

Diante do exposto, objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte, por meio da análise do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, submetidos a diferentes temperaturas do ar por diferentes períodos de exposição durante a segunda semana de vida.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em laboratório climatizado, com pé direito de 3,5 metros e área total equivalente a 31,92 m^2, equipado com dois sistemas de ar condicionado com potência de 18.000 BTUs/h cada (marca Komeco, modelo KOS 18 FC 3HX, fabricado em Manaus, Brasil), destinados ao controle e manutenção da temperatura da sala. O laboratório conta também com quatros tuneis de vento climatizados, sendo que, cada túnel é equipado com resistências elétricas e nebulizadores, usados para o aquecimento e umidificação do ar no seu interior. Ademais, em cada túnel foi alocada uma gaiola com 0,24 m^2, dividida em três repartições.

Duzentos e quarenta frangos de corte Cobb 500® foram utilizados, sendo sessenta em cada etapa e quinze por túnel durante a primeira semana do experimento. Dessa forma, a fim de controlar a densidade de alojamento, a cada semana uma ave era retirada de todas as repartições das gaiolas, iniciando a segunda e terceira semana com quatro e três aves, respectivamente.

Foram realizados dezesseis tratamentos distribuídos em quatro etapas, de forma que os tratamentos foram definidos com base nos valores de temperatura ambiente para o conforto térmico animal propostos em literatura. Com isso, foi realizada a programação

do sistema de controle dos túneis de vento climatizados, cujos valores foram monitorados durante todo o período experimental.

Dessa forma, em todos as etapas as aves foram submetidas ao estresse térmico somente durante a segunda semana de vida. Assim, durante a primeira e terceira semana de vida, as temperaturas do ar foram mantidas em condições de conforto térmico de 33 e 27 ºC, respectivamente (CASSUCE et al., 2013; MENEGALI et al., 2013). Por sua vez, durante a segunda semana de vida, foram aplicadas temperaturas de 24, 27 e 33 ºC, uma em cada etapa, a fim de proporcionar estresse por altas e baixas temperaturas (CASSUCE et al., 2013). Ademais, a temperatura de 30 ºC, preconizada como de conforto para a segunda semana de vida (CONY E ZOCCHE, 2004), também foi aplicada em uma das etapas experimentais como tratamentos controle.

Em todas as etapas, além de variar a intensidade das temperaturas no ambiente de criação durante a segunda semana, houveram também diferenças com relação a duração de aplicação do estresse calórico, sendo aplicado somente em alguns dias que compõem a segunda semana. Desse modo, em cada tratamento os frangos de corte foram expostos às temperaturas citadas durante um, dois, três ou quatro dias, sendo aplicadas nos dias oito, nove, dez e onze (Tabela 1). Nos demais dias da segunda semana, as temperaturas retornaram à condição de termoneutralidade para as aves (30º C).

Tabela 1. Temperaturas de exposição e seus respectivos dias de aplicação em cada tratamento.

Etapa	Tratamentos	Temperaturas de exposição (ºC)	Dias de exposição
1	1	24	8º
	2		8º e 9º
	3		8º, 9º e 10º
	4		8º, 9º, 10º e 11º
2	5	27	8º
	6		8º e 9º
	7		8º, 9º e 10º
	8		8º, 9º, 10º e 11º
3	9	33	8º
	10		8º e 9º
	11		8º, 9º e 10º
	12		8º, 9º, 10º e 11º
4	13 a 16*	30	Todos

* Tratamento controle (temperatura de conforto térmico).

Durante o período experimental foi fornecida às aves ração balanceada, formulada à base de milho e farelo de soja, seguindo as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2011), tanto ração quanto água estavam disponíveis a todo momento. A umidade relativa do ar foi mantida em 60 ± 1% e a velocidade do ar em 0,2 ± 0,1 $m.s^{-1}$, caracterizada como de conforto para frangos de corte (MEDEIROS et al., 2005). A luminosidade foi ajustada, por meio de um luxímetro (LDR-380, precisão de ± 3%), com intensidades de 25, 10 e 5 lux para a primeira, segunda e terceira semana de vida, respectivamente (COBB, 2013).

Ao fim dos 21 dias de criação, valores de consumo de ração e ganho de peso de todos os animais ainda alojados foram quantificados e, a conversão alimentar calculada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias por meio do teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação de desempenho das aves é realizada por meio de algumas respostas produtivas como, consumo de ração e ganho de peso (ABREU et al., 2000; MEDEIROS et al., 2001), variáveis estas que são influenciadas pela condição climática do ambiente de alojamento das aves.

A interação entre as temperaturas de exposição e o tempo de exposição do estresse térmico foi significativa ($p<0,05$, teste F) para a variável consumo de ração (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de consumo de ração (g) acumulado aos 21 dias, seguidos de desvio padrão, em função das temperaturas e dos dias de exposição.

Tempo de exposição	**Temperatura de exposição (°C)**			
	24	**27**	**30***	**33**
1 dia	941,33 ± 80,89 c A	824,43 ± 31,30 b A	717,86 ± 37,45 a A	911,86 ± 28,16 c A
2 dias	901,93 ± 47,78 b A	811,36 ± 59,47 a A	758,96 ± 16,04 a A	826,83 ± 46,76 a B
3 dias	902,00 ± 75,49 b A	888,53 ± 68,68 b A	776,26 ± 28,09 a A	783,70 ± 36,34 a B
4 dias	867,86 ± 75,98 a A	830,03 ± 36,55 a A	797,63 ± 50,27 a A	808,00 ± 26,17 a B

Médias com letras diferentes (maiúsculas na coluna e minúsculas na linha) indicam diferenças estatísticas ($p<0,05$) pelo teste de Scott Knott; * Temperatura de conforto térmico para a segunda semana de vida.

Na Tabela 2, ao analisar as temperaturas dentro de cada período de exposição, observa-se que as maiores médias de consumo de ração ocorreram na temperatura de exposição de 24°C. Esse aumento do consumo de ração em condições de estresse por

baixas temperaturas deve-se a necessidade das aves em obterem maiores quantidades de energia para aumentar a produção metabólica de calor (SILVA et al., 2009).

No geral, para a exposição de quatro dias não foi verificado diferença significativa (p>0,05, teste Scott-Knott) entre as temperaturas, sugerindo que as aves se adaptaram a situação de desconforto após maior período de exposição.

A temperatura do ar de 30 ºC foi o tratamento que apresentou os menores valores de consumo de ração e não foi verificado diferença significativa (p>0,05, teste Scott-Knott) nos quatro períodos analisados. Verifica-se ainda que a temperatura do ar de 33 °C, após a exposição de um dia, não representa condição de desconforto significativa para os frangos de corte (p>0,05, teste Scott-Knott) quando comparado à condição de conforto.

Considerando a duração de um dia de exposição ao estresse, verificou-se diferença estatística entre as temperaturas do ar de 30 e 33°C. Segundo Faria Filho (2003), em situações de estresse por calor as aves diminuem o consumo de ração, pois a ingestão de alimento aumenta a produção de calor corporal. No entanto, neste trabalho observa-se que para um dia de exposição, o consumo de ração na temperatura de 33 aumentou em relação a de 30 ºC.

Com relação a análise do ganho de peso, a interação da temperatura do ar e o tempo de exposição do estresse térmico não foi significativa (p>0,05, teste F). A Tabela 3 lista os valores quantificados do ganho de peso considerando-se separadamente a aplicação das temperaturas e dos dias de exposição para todas as temperaturas no geral.

Tabela 3. Valores médios de ganho de peso acumulado aos 21 dias, seguidos de desvio padrão, em função das temperaturas e do tempo de exposição para todas as temperaturas.

	Temperatura de exposição			
Ganho de peso (g)	24 ºC	27 ºC	30 ºC	33 ºC
	613,77 ± 19,74 a	599,22 ± 21,08 a	592,68 ± 21,29 a	590,13 ± 44,33 a
	Tempo de exposição independente da temperatura			
Ganho de peso (g)	1 dia	2 dias	3 dias	4 dias
	605,33 ± 28,80 a	598,88 ± 11,41 a	612,73 ± 41,25 a	578,87 ± 13,92 a

Médias com letras diferentes na linha indicam diferenças estatísticas (p<0,05) pelo teste de Scott-Knott.

Analisando o efeito separado das diferentes temperaturas do ar e tempos de exposição do estresse térmico (Tabela 3), verificou-se a não existência de diferença significativa (p>0,05, teste F). Dessa forma, constata-se que mesmo com a variação

positiva do consumo de ração (Tabela 2), o ganho de peso foi igual em todos os tratamentos testados.

Faria Filho (2003) ao submeter as aves a baixas temperaturas pelo período de 7 a 21 dias de idade, verificou aumento de 1,5% no consumo de ração, entretanto, o ganho de peso apresentou decréscimo de 7,3%, pois possivelmente a ave aumentou a produção de calor corporal a partir da energia destinada à taxa metabólica.

Desconsiderando o quarto dia de duração da exposição térmica (Tabela 2), uma vez que não foi constatada diferença estatística entre os tratamentos, observa-se que os maiores valores no consumo de ração ocorreram na condição de 24 ºC, sendo a média para essa temperatura equivalente a 915 g. Por sua vez, na condição de conforto térmico (30ºC) a média de consumo é de 751 g. Assim, a diferença de consumo entre as duas condições é de 164 g, indicando menor eficiência quando submetidos a baixa temperatura, visto que as aves obtiveram o mesmo ganho de peso aos 21 dias de idade em ambas as condições de exposição (Tabela 3).

Esse valor da diferença no consumo entre as situações de 24 e 30 ºC corresponde ao consumo total que as aves realizam durante a primeira semana de vida, de acordo com o manual de desempenho da linhagem (COBB, 2015). A Tabela 4 lista o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar esperadas para as aves Cobb 500 em condição de conforto térmico em conjunto de criação misto (machos e fêmeas).

Tabela 4. Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar para frangos de corte da linhagem Cobb 500 criados em conjunto misto na condição de conforto.

Semana	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (g g^{-1})
primeira	167	143	1,17
segunda	375	280	1,34
terceira	650	478	1,36
Acumulado	**1192**	**901**	**1,32**

Fonte: Cobb (2015).

A interação da temperatura do ar e o tempo de exposição do estresse térmico não foi significativa ($p>0,05$, teste F) para a variável conversão alimentar. No entanto, houve diferença significativa ($p<0,05$, teste Scott-Knott) entre as conversões alimentares para cada temperatura (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios de conversão alimentar (g g^{-1}), acumulado aos 21 dias, em função das temperaturas de exposição.

Conversão alimentar (g.g^{-1})	**Temperatura de exposição**			
	24 ºC	27 ºC	30 ºC	33 ºC
	1,47 c	1,39 b	1,28 a	1,41 b

Médias com letras diferentes indicam diferenças estatísticas (p<0,05) pelo teste de Scott-Knott.

A comparação entre os dados do manual (Tabela 4) com os valores obtidos experimentalmente nas condições de 30 e 24 ºC (Tabela 5), que resultaram em conversões alimentares equivalentes a 1,32; 1,28 e 1,47 g g^{-1}, respectivamente, indicam que a temperatura de 30 ºC promove a melhor resposta produtiva, e que em condição de frio acentuado (24 ºC) ocorre a pior eficiência alimentar.

Esse fato demonstra que as aves foram submetidas a condições de desconforto térmico, uma vez que a energia adquirida no consumo da ração que deveria ser aplicado para o ganho de peso, foi destinado ao processo de termorregulação corporal (NAZARENO et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2009). Assim, o desempenho das aves é afetado quando ocorre variação térmica no ambiente de produção (BARACHO et al., 2013).

CONCLUSÃO

O efeito do estresse térmico na segunda semana de vida de frangos de corte promove queda do desempenho aos 21 dias de idade, prejudicando a produtividade e a rentabilidade da atividade. O melhor desempenho foi obtido com temperatura de 30 ºC, sendo confirmada como temperatura de conforto para a segunda semana de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2018. 2018.178 p. Disponível em: < http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf >. Acesso em: 18 de janeiro de 2019.

ABREU, P.G.; BAÊTA, F.C.; ABREU, V.M.N. Desempenho produtivo e bioeconômico de frangos de corte criados em diferentes sistemas de aquecimento. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 1, p. 159-167, 2000.

ANDRADE, R.R.; TINÔCO, I.F.F.; SOUZA, C.F.; OLIVEIRA, K.P.; BARBARI, M.; CRUZ, V.M.F.; BAPTISTA, F.J.F.; VILELA, M.O.; CONTI, L.; ROSSI, G. Effect of thermal environment on body temperature of early-stage laying hens. Agronomy Research, v. 16, n. 2, p. 320–327, 2018.

BARACHO, M.S.; CASSIANO, J.A.; NÄÄS, I.A; TONON, G.S.; GARCIA, R.G.; ROYER, A.F.B.; MOURA, D.J.; SANTANA, M.R. Ambiente interno em galpões de frango de corte com cama nova e reutilizada. Revista Agrarian, v. 6, n. 22, p. 473-478, 2013.

CASSUCE, D.C.; TINÔCO, I.D.F.; BAÊTA, F.C.; ZOLNIER, S.; CECON, P.R.; VIEIRA, M.D.F. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. Engenharia Agrícola, v. 33, n. 1, p. 28-36, 2013.

COBB. Broiler management guide. Arkansas: Cobb-Vantress USA, 2013. 73 p.

COBB. Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte Cobb 500. 2015. 14 p.

CONY, A.V.; ZOCCHE, A.T. Manejo de frangos de corte. In: MENDES, A.; NÄÄS, I. de A.; MACARI, M. (Ed.). Produção de frangos de corte. Campinas: Facta, 2004. p. 118-136.

FARIA FILHO, D. E. Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria, termoneutra e quente. 2003. 85 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

MEDEIROS, C.M. Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. 2001. 115 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.D.C.; OLIVEIRA, R.D.; TINÔCO, I.D.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. Engenharia na Agricultura, , v. 13, n. 4, p. 277-286, 2005.

MELO, A.S.; FERNANDES, R.T.V.; MARINHO, J.B.M.; ARRUDA, A.M.V.; FIGUEIRÊDO, L.C.; FERNANDES, R.T.V. Relação temperatura e nutrição sobre o desempenho de galinhas poedeiras. PUBVET, v. 10, n. 11, p. 795-872, 2016.

MENEGALI, I.; TINOCO, I.F.; CARVALHO, C.D.; SOUZA, C.D.F.; MARTINS, J.H. Comportamento de variáveis climáticas em sistemas de ventilação mínima para produção de pintos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi, v. 17, n. 1, 2013.

NAZARENO, A.C; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.; GIONGO, P.R.; PEDROSA, E.M.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, v. 13, n. 6, p.802-808, 2009.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.

ROVARIS, E.; CORRÊA, G.D.S.S.; CORRÊA, A.B.; JUNIOR, J.G.C.; LUNA, U.V.; ASSIS, S.D. Desempenho de frangos de corte criados em aviários dark house versus convencional. PUBVET, v. 8, n. 18, p. 2173-2291, 2014.

SILVA, V.K.; SILVA, J.D.T.; GRAVENA, R.A.; MARQUES, R.H.; HADA, F.H.; MORAES, V.M.B. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de leveduras e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 4, p. 690-696, 2009.

TEIXEIRA, E.N.M.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; MARTINS, T.D.D.; GIVISIEZ, P.E.N.; FURTADO, D.A. Efeito do tempo de jejum pós-eclosão, valores energéticos e inclusão do ovo desidratado em dietas pré-iniciais e iniciais de pintos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 38, n. 2, p. 314-322, 2009.

EFEITOS DA INTENSIDADE DE RUÍDOS EM VIAS DE TRÁFEGO DE VEÍCULOS NO CAMPUS DA UFLA

Camila Lúcia Cardoso Ribeiro[1], Sílvia de Nazaré Monteiro Yanagi[2], Tadayuki Yanagi Junior[3], Bruna Pontara Vilas Boas Ribeiro[4], Jefferson Ázara Cardoso[5]

[1]Graduanda em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, camilalcr@hotmail.com
[2]Eng. Agrícola, Profa. Dra., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, silvia.yanagi@deg.ufla.br
[3]Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, yanagi@deg.ufla.br
[4]Pós-graduanda em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, brunapontara07@gmail.com
[5]Graduando em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, jazara28@gmail.com

RESUMO - O objetivo do presente estudo foi quantificar a intensidade de ruídos na Universidade Federal de Lavras - MG, em pontos de intenso fluxo de pessoas e de veículos, caracterizando assim dentro da normativa para ruídos a ambiência sonora do ambiente universitário. Os dados foram coletados no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram escolhidos dois pontos de coleta, sendo um localizado no canteiro central, próximo à biblioteca e o outro perto ao prédio das engenharias (ABI). A coleta foi realizada durante três semanas entre os meses de setembro e outubro, de segunda-feira a sexta-feira, em quatro intervalos de tempo, sendo eles de 13:00h às 13:29h, 13:30h às 13:59h, 14:00h às 14:29h e 14:30h às 15:00h horas. Todas as variáveis avaliadas: ponto de coleta, dias da semana e intervalos de hora foram significativas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de significância. As variáveis analisadas dentro da Universidade Federal de Lavras, demonstram que houve aumento na intensidade de ruídos para o local de maior fluxo de pessoas, em horário de retorno às atividades após almoço e em todos os dias da semana houve uma variação na intensidade de ruído para ambos os locais avaliados. Neste sentido, conclui-se que o nível encontrado para todas as variáveis acima de 50 dB(A) é sinal de alerta para a saúde sonora das pessoas, considerando que o tráfego de pessoas e veículos dentro do ambiente acadêmico seja intermitente e igual durante todo o período letivo.
Palavras-chave: ambiente universitário, pressão sonora, ruído de trânsito, saúde pública.

INTRODUÇÃO

Os efeitos de saúde não auditivos do ruído têm sido amplamente investigados nas últimas décadas. A poluição sonora é um risco real, fator de doença e, dada a sua frequência na população, é uma questão de saúde pública (OMS, 2008). A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 10% da população mundial esteja exposta a níveis de pressão sonora que poderiam causar perda auditiva induzida por ruído. Em cerca de

metade dessas pessoas, o dano auditivo pode ser atribuído à exposição ao ruído intenso (Oishi e Schacht, 2011). Segundo a *World Health Organization* (WHO, 2003), a poluição sonora é, depois da poluição do ar e da água, o problema ambiental que afeta o maior número de pessoas. Além disso, o ruído é um dos agentes físicos nocivos mais comuns encontrados em ambientes de trabalho.

Embora as pessoas tendam a habituar-se à exposição ao ruído, o grau de habituação difere para os indivíduos e raramente é completo (Basner e Muller, 2011). Se a exposição ao ruído é crônica e excede certos níveis, podem ser observados resultados negativos à saúde.

De acordo com a Norma Brasileira NBR 7731/83 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a definição de ruído é "a mistura de sons cujas frequências não seguem nenhuma lei precisa e que se diferem entre si por valores imperceptíveis ao ouvido humano."

O impacto negativo que o ruído pode causar ao meio ambiente é inquestionável, como Halperin (2014) relatou que o distúrbio do sono é causado pelo ruído do tráfego de forma significativa, desta forma, o sono ruim causa resultados sociais negativos, tanto em adultos quanto em crianças.

A exposição ao ruído se caracteriza em diversas formas: o ruído social (por exemplo, ouvido em bares ou através de tocadores de música pessoais) e o ruído ambiental (por exemplo, ruído de tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo e construção industrial), sendo o ruído ocupacional, o tipo de exposição ao ruído mais estudado (Basner et al., 2014). O ruído do tráfego rodoviário está se tornando o principal problema na área urbana devido às suas altas intensidades. Segundo Basner et al (2014), o ruído do tráfego pode causar efeitos auditivos e não auditivos à saúde humana.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi quantificar a intensidade de ruídos na Universidade Federal de Lavras - MG, em pontos de intenso fluxo de pessoas e de veículos, caracterizando assim dentro da normativa para ruídos a ambiência sonora do ambiente universitário.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de dados foi realizada no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram escolhidos dois pontos de coleta, sendo um localizado no canteiro central, próximo à biblioteca, contemplando a avenida principal e o outro próximo ao

prédio das engenharias ABI, localizado na avenida sul. Como essas vias permitem o acesso aos departamentos e pavilhões de aula, apresentam grande fluxo de veículos e pessoas, sendo, portanto, escolhidos tais pontos de amostragem.

Os equipamentos utilizados para a coleta de dados foram decibelímetros digitais da (modelo DEC-490, Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda, rua Jorge de Freitas, 264, Freguesia do Ó (São Paulo, SP)). Os aparelhos têm precisão de 1,4 dB e resolução de 0,1 dB e a escala de frequência é de 31,5 Hz a 8 KHz, sendo os níveis de escala de 30 a 80, 50 a 100, 80 a 130 e 30 a 130 dB(A). Os equipamentos foram configurados no modo SLOW, com nível de escala entre 30 e 130 dB(A) e frequência A, de ruído contínuo, sendo a coleta realizada a cada minuto. A coleta de dados de ruído foi realizada em ambos os pontos avaliados durante três semanas, entre os meses de setembro e outubro de (ano), de segunda-feira a sexta-feira, em quatro intervalos de tempo, sendo eles de 13:00h às 13:29h, 13:30h às 13:59h, 14:00h às 14:29h e 14:30h às 15:00h horas. Os intervalos foram escolhidos levando-se em consideração o grande tráfego de veículos e o fluxo de pessoas nesses horários devido ao início das aulas após o almoço.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), constituído por um fatorial 5x4x2 (5 dias da semana x 4 intervalos de hora x 2 pontos de coleta), considerando o nível de significância de $p<0,05$. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2014) para o tratamento dos dados. Os gráficos em formato *boxplots* foram trabalhados no programa estatístico R Core Team (2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o maior fluxo de pessoas, de carros e a poluição sonora causada pelos diversos elementos que emitem som, o ponto de coleta com maior intensidade de ruídos é o próximo a biblioteca [56,63 dB(A)] quando comparado com o prédio da Área básica de ingresso / Engenharias - ABI [52,15 dB(A)] da Universidade, como pode ser observado na Figura 1.

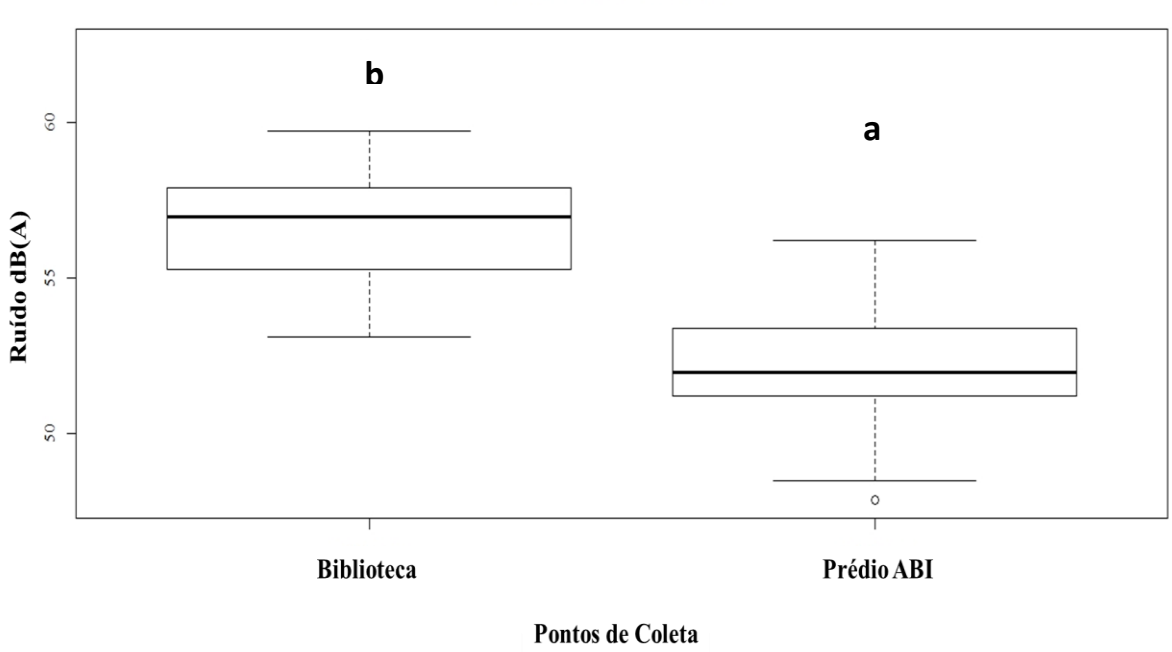


Figura 1. Gráficos em formato *boxplots* para a variável ruído nos pontos de coleta. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O impacto da intensidade desse ruído é pelo fato de causar incômodos, estresse e quando em níveis mais elevados, sua relação é extremamente prejudicial ao ouvido humano, podendo causar perda auditiva. Segundo a Norma ISO 2204/1973, guia de padrões internacionais de medição de ruídos e seus efeitos na saúde humana, o ruído pode ser: contínuo, apresentando pequenas variações de nível durante o período de observação; flutuante, cujo nível varia continuamente e a uma considerável duração, levando em conta um intervalo de tempo analisado; e de impacto, caracterizado por um ou mais picos de energia sonora com uma duração menor que um segundo.

Os níveis são considerados elevados (Tabela 1) quando ultrapassam o estabelecido pelo anexo n. 1 da NR-15: Atividades e Operações Insalubres (2011), que especifica os níveis de ruídos toleráveis em decibéis (dB), durante determinado período de tempo de exposição do receptor.

"De acordo com a Organização Mundial de Saúde (...) a partir de 55 dB, pode haver a ocorrência de estresse leve, acompanhado de desconforto. O nível de 70 dB é tido como o nível inicial do desgaste do organismo, aumentando o risco de infarto, derrame cerebral, infecções, hipertensão arterial e outras patologias". (PORTELA, 2008).

Tabela 1. Limites de tolerância para ruído

NÍVEL DE RUÍDO	MÁXIMA EXPOSIÇÃO
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte:Norma Regulamentadora n. 15, quadro n. 1.

Quando avaliado a intensidade de ruído em relação aos dias da semana (Figura 2), os dias quarta e quinta-feira destacam-se como os dias com maior movimentação de pessoas, tráfego de carros, entre outros ruídos para ambos os pontos de coleta (biblioteca e prédio ABI). Os ruídos por serem intermitentes e diversificados, atingiram intensidades entre 53,29 a 54,94 dB(A), que, quando comparado a ruídos de tráfego, a OMS estipula que o limiar da incomodidade se situa entre 50 e 55 dB(A) em Leq (nível sonoro médio integrado) diurno.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

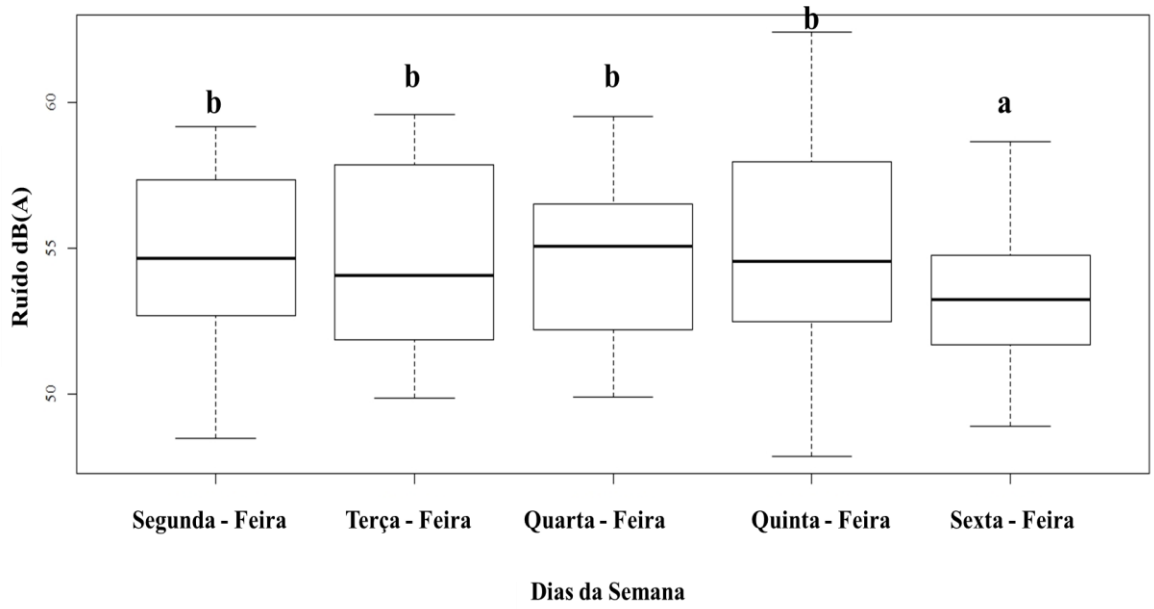


Figura 2. Gráficos em formato *boxplots* para a variável ruído avaliada em ambos os pontos de coleta biblioteca e prédio ABI, em relação aos dias da semana. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Essas intensidades entre 50 e 55 dB(A) podem afetar pessoas tanto psicologicamente quanto fisiologicamente (Kang, 2006), com efeitos negativos, incluindo estimulação cardiovascular, perda auditiva, supressão da resposta imune à infecção (Xie et al., 2009). Comparativamente, ruídos entre 50 dB e 55 dB equivalem a conviver diuturnamente em ambiente de escritório com máquinas de escrever (Leal, 2014).

A audição pode ser afetada pelos ruídos por meio da mudança temporária no limiar (fadiga auditiva), via trauma acústico (perda auditiva súbita) ou pela perda auditiva induzida por ruído (Ribas et al., 2010).

Conforme ilustrado na Figura 3, foram observadas diferenças significativas para os primeiros intervalos avaliados [55,12 dB(A): 13:00 – 13:29 / 54,71 dB(A): 13:30 – 13:59], o que pode ser explicado pela movimentação de alunos, professores e colaboradores de todos os setores (principalmente, construção civil próximo ao prédio da ABI) em mudanças de horários, inicio de aulas, retorno do horário de almoço, maior tráfego de carros e ônibus dentro da Universidade.

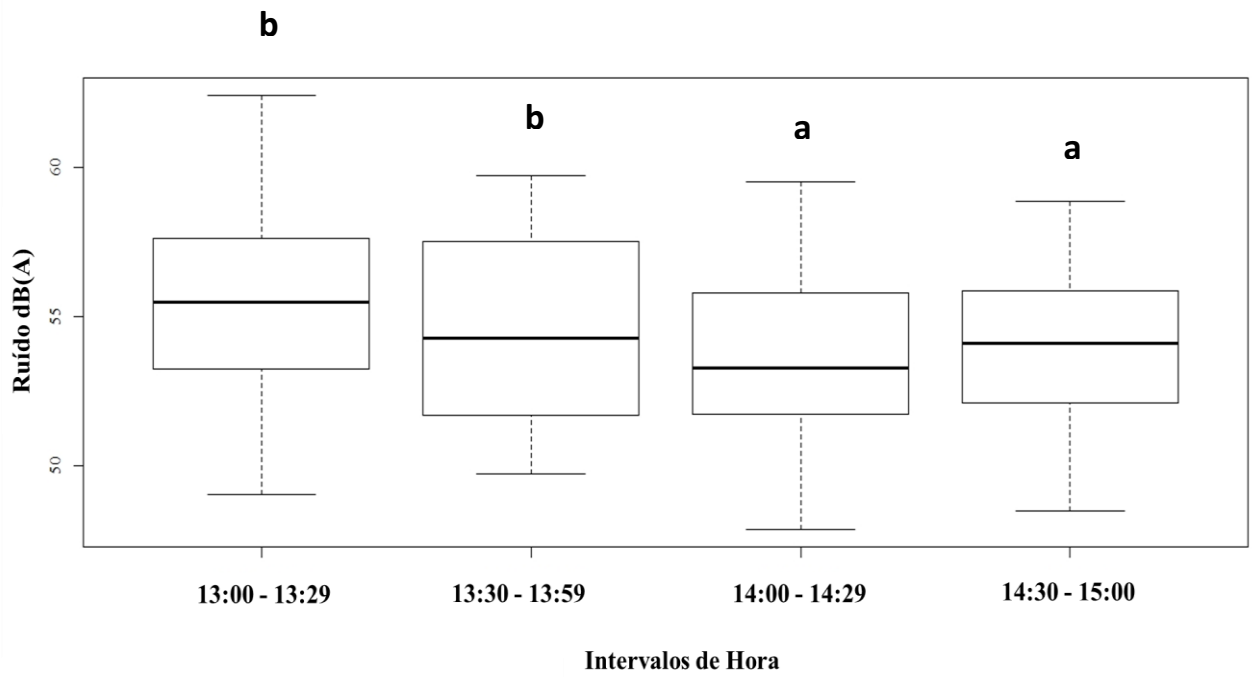


Figura 3. Gráficos em formato *boxplots* para a variável ruído avaliada em ambos os pontos de coleta biblioteca e prédio ABI, em relação aos intervalos de hora. Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A intensidade de ruído advinda do alto fluxo de veículos avaliados nos pontos de coleta deste estudo, destaca-se por ser a exposição mais frequente durante as coletas de dados. O ruído veicular se destaca como fonte de poluição sonora nos centros urbanos, sendo os veículos automotores a principal fonte de ruído (Huang et al., 2009). O ruído ambiental, especialmente o causado pelos meios de transporte, é um problema crescente em cidades modernas. É considerada uma das principais causas de distúrbios exógenos do sono, após problemas somáticos e tensões no dia (Basner et al., 2011).

O ruído do tráfego rodoviário também afeta o desempenho dos trabalhadores, conforme afirma Debasish e Debasish (2012). O mesmo estudo destaca ainda os problemas de redução da eficiência dos indivíduos em seus respectivos locais de trabalho devido à poluição sonora do tráfego rodoviário.

CONCLUSÃO

As variáveis analisadas dentro da Universidade Federal de Lavras, indicam que houve aumento na intensidade de ruídos para o local de maior fluxo de pessoas, em horário de retorno às atividades após almoço e em todos os dias da semana houve uma variação na intensidade de ruído para ambos os locais avaliados. Neste sentido, conclui-

se que o nível encontrado para todas as variáveis acima de 50 dB é sinal de alerta para a saúde sonora das pessoas, considerando que o tráfego de pessoas e veículos dentro do ambiente acadêmico seja intermitente e igual durante todo o período letivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7731**: (Guia de execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação dos seus efeitos sobre o homem) fevereiro de 1983.

BASNER, M., MÜLLER, U., Elmenhorst, E.M. Single and combined effects of air, road, and rail traffic noise on sleep and recuperation. 2011. **Sleep Science**. 34: 11–23.

BASNER, M., BABISCH, W., DAVIS, A., BRINK, M., CLARK, C., JANSSEN S., and STANSFELD, S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613- X>. **Science Direct**.

DEBASISH, P., and DEBASISH, B**. Effect of Road Traffic Noise Pollution on Human Work Efficiency in Government Offices, Private Organizations, and Commercial Business Centres in Agartala City Using Fuzzy Expert System: A Case Study**. 2012. Disponível em: <http:// dx.doi.org/ 10.1155/ 2012/828593>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponible en: ISSN 1413- 7054. http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001.

HALPERIN, D. Environmental noise and sleep disturbances: A threat to health? **Sleep Science**, 7:209–212. 2014.

HUANG, K., ZHANG, J., HE, M., and ZHU, J. 2009. Bi-level programming model of urban traffic network considering noise pollution control. In Proceedings of the International Conference on Transportation Engineering 2009. Reston: American Society of Civil Engineers. http://dx.doi.org/10.1061/41039(345)560.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – **ISO 2204/1973**. Acoustics; Guide to International Standards on the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on human beings.

KANG, J. **Urban Sound Environment**. London: Taylor and Francis. 2006.

LEAL, A**. Excesso de ruídos de tráfego pode causar distúrbios no sono.** Agência Brasil, 2014. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/noticias/brasil/2014/10/excesso-de-ruidos-de-trafego-pode-causar-disturbios-no-sono>. Acesso em: out., 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora nº15: Atividade e Operações Insalubres. Brasil: MTE, 2011. Acesso em: out., 2018.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Relatório Mundial da Saúde 2008: Cuidados de Saúde Primários - Agora mais que nunca**. Genebra: OMS, 2008.

OISHI, N., SCHACHT, J. Emerging treatments for noise-induced hearing loss. **Expert Opin Emerg Drugs**. 2011. 16: 235–45.

PORTELA, B. S. **Análise da exposição ocupacional ao ruído em motoristas de ônibus urbanos: avaliações objetivas e subjetivas.** Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.pgmec.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_103_bruno_sergio_portela.pdf>. Acesso em: out., 2018.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria, 2015. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

RIBAS, A., SCHMID, A., and RONCONI, E. (2010). Topofilia, conforto ambiental e o ruído urbano como risco ambiental: a percepção de moradores dos setores especiais estruturais da cidade de Curitiba. Desenvolvimento e Meio ambiente, 21, 183-199. http://dx.doi.org/10.5380/dma.v21i0.15599.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Résumé D'orientation Des Directives De I'oms Relatives Au Bruit Dans I'environmental**. 2003. Disponível em: <http://www.who.int/homepage/primers>.

XIE, H., KANG, J., and MILLS, G. H. Clinical review: The impact of noise on patients' sleep and the effectiveness of noise reduction strategies in intensive care units. 2009. **Critical Care**, 13:208 (doi:10.1186/cc7154).

COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA CLOACAL DE GALINHAS POEDEIRAS EM DIFERENTES DESAFIOS TÉRMICOS

Bruna Pontara Vilas Boas Ribeiro[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Daniela Duarte Oliveira[3], Renato Ribeiro de Lima[4], Márcio Gilberto Zangeronimo[5], Maria Alice Junqueira Gouvêa Silva[6], Marcelo Bahuti[7]

[1]Pós-graduanda em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, brunapontara07@gmail.com
[2]Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, yanagi@deg.ufla.br
[3]Médica Veterinária do Aviário Santo Antônio, Nepomuceno-MG, asadaniela@asaeggs.com.br
[4]Prof. Dr., Depto. de Estatística, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829. 1965, rrlima@des.ufla.br
[5]Prof. Dr., Depto. de Medicina Veterinária, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1735, zangeronimo@dmv.ufla.br
[6]Pós-graduanda em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, malicejgsilva@gmail.com
[7]Pós-graduando em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, marcelo_bahuti@hotmail.com

RESUMO – o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da temperatura corporal de galinhas poedeiras diante de diferentes desafios térmicos. A coleta de dados foi realizada em quatro túneis de vento climatizados. Foram utilizadas 54 galinhas poedeiras comerciais em fase de pico de produção, com idade variando entre 26 e 28 semanas. As aves foram acondicionadas por 7 dias no local do experimento para aclimatação e posterior início da coleta de dados. As variáveis do ambiente térmico avaliadas foram: 3 temperaturas do ar - t_{bs} (28, 32 e 36ºC), 2 umidades relativa - UR (40 e 60%) e 3 velocidades do ar -V_{ar} (0,2; 0,7 e 1,4 m s^{-1}). A variável resposta avaliada, $t_{cloacal}$ (ºC), foi medida por meio de um termômetro digital com acurácia de ±0,2 ºC. Os resultados observados indicam que as poedeiras conseguiram realizar o processo de termorregulação de forma eficiente quando submetidas a valores elevados de temperatura do ar e assim dissiparem o calor corpóreo incidente do ambiente térmico ao qual estavam acondicionadas. Entretanto, os ajustes fisiológicos necessários para manutenção da homeotérmica pode impactar negativamente na produtividade das aves.
Palavras-chave: estresse térmico, ambiência avícola, resposta fisiológica.

INTRODUÇÃO

As altas temperaturas, de ocorrência característica em países tropicais, são identificadas como uma das principais estressoras na produção avícola (Kadim et al., 2008) e mais especialmente em países subdesenvolvidos, onde os avicultores não possuem capacidade de investimento em sistemas modernos de controle da temperatura ambiente em aviários (Deeb e Cahaner, 2001).

As aves, como os mamíferos, são homeotérmicas, produzem calor para manter a temperatura corporal relativamente constante e podem permitir certas variações dentro de sua faixa de temperatura sem perturbação significativa (St-Pierre et al., 2003). A temperatura ambiente para o conforto térmico de aves poedeiras encontra-se entre 21 e 28°C (Castilho et al., 2015). Ferreira (2016), descreve que aves adultas apresentam melhor produção quando estão em ambientes com umidade relativa na faixa de 40 a 70%.

A temperatura corporal das aves aumenta quando a temperatura ambiente atinge rapidamente 30°C (Boone; Hughes, 1971). Quando a temperatura se eleva gradativamente, a temperatura corporal se mantém aproximadamente constante até a temperatura ambiente atingir 33°C (Camerini et al., 2016).

O aumento da temperatura cloacal é uma resposta fisiológica às condições de temperatura e umidade elevadas que resulta do armazenamento do calor metabólico (Silva et al., 2003). Para avaliação de temperatura cloacal, o intervalo considerado como de conforto térmico pode variar de 41 a 42°C (Oliveira et al., 2006).

Os efeitos do estresse térmico em galinhas poedeiras são a susceptibilidade ao estresse por calor e sua alta produção metabólica de calor (Blem, 2000), adicionada com pouca dissipação de calor por convecção e radiação devido ao volume de penas. O estresse térmico é geralmente acompanhado por redução do consumo de ração com consequente redução da produtividade, menor produção de ovos, ovos pequenos, ovos em casca e prolapsos cloacais.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da temperatura corporal de galinhas poedeiras diante de diferentes desafios térmicos.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de dados foi realizada em quatro túneis de vento climatizados, localizados no interior de uma sala experimental com área de 31,92 m^2, equipado com dois sistemas de ar condicionado, utilizados para a manutenção da temperatura do ar abaixo do valor desejado no interior dos túneis de vento climatizados. Foram utilizadas 54 galinhas poedeiras comerciais em fase de pico de produção, com idade variando entre 26 e 28 semanas. As aves foram acondicionadas por 7 dias no local do experimento para aclimatação e posterior início da coleta de dados.

As variáveis do ambiente térmico avaliadas foram: 3 temperaturas do ar - t_{bs} (28, 32 e 36ºC), 2 umidades relativa - UR (40 e 60%) e 3 velocidades do ar -V_{ar} (0,2; 0,7 e 1,4

m s^{-1}). A variável resposta avaliada, $t_{cloacal}$ (ºC), foi medida por meio de um termômetro digital com acurácia de ±0,2 ºC.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, teste F a 5% de probabilidade, para cada variável do ambiente térmico (t_{bs}, UR e V_{ar}) em relação à variável resposta ($t_{cloacal}$). Foi realizado teste Tukey a 5% de significância para comparação das médias dos tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas no *software* R Core Team (2015).

Foram confeccionados gráficos (*boxplots*) para visualizar o comportamento da variável resposta dentro de cada variável do ambiente térmico (t_{bs} x $t_{cloacal}$), (UR x $t_{cloacal}$), (V_{ar} x $t_{cloacal}$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável $t_{cloacal}$ apresentou valores próximos durante toda a duração dos testes, principalmente naqueles conduzidos nos valores mais elevados de t_{bs}, e, dentro da faixa considerada de conforto térmico (41 e 42ºC).

Na tabela 1, pode ser visualizado a ocorrência de diferença significativa da $t_{cloacal}$ para o fator t_{bs} (ºC). Para o maior valor de t_{bs} (36ºC) o valor de $t_{cloacal}$ foi de 40,8ºC, diferenciando estatisticamente ($p<0,05$, teste Tukey) daqueles observados para t_{bs} de 28 e 32 ºC, que são estatisticamente iguais ($p>0,05$, teste Tukey).

Os resultados observados indicam que as poedeiras conseguiram realizar o processo de termorregulação de forma eficiente quando submetidas a valores elevados de temperatura do ar e assim dissiparem o calor corpóreo incidente do ambiente térmico ao qual estavam acondicionadas. Sottnik (2002) destacou que para manter a temperatura corporal aproximadamente constante não é um problema quando a temperatura do ar é pelo menos 10-15ºC menor que a temperatura corporal. Mas o movimento do ar é crítico. Uma ave só pode transferir calor para o ambiente se a temperatura desse ambiente for mais baixa que a do corpo da ave, caso contrário inicia-se um quadro de estresse por calor, ativando mecanismos fisiológicos para manutenção da temperatura corpórea.

Tabela 1. Médias de temperatura cloacal (ºC) de galinhas poedeiras em relação as variáveis do ambiente temperatura do ar (ºC), umidade relativa (%) e velocidade do ar (m s^{-1}).

Temperatura do ar (ºC)	Médias de temperatura cloacal (ºC)
28	39,9 b
32	40,2 b
36	40,8 a
Umidade relativa (%)	
40	40,3 a
60	40,3 a
Velocidade do ar (m s^{-1})	
0,2	40,3 a
0,7	40,4 a
1,4	40,3 a

*Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

As variações na temperatura interna (núcleo corporal) dos animais atuam como um indicativo de alterações fisiológicas, mais especificamente como uma tentativa de aumentar a dissipação de calor para a periferia do corpo (Nascimento, 2010).

O aumento da t_{bs} e consequente aumento da temperatura cloacal, sugere segundo Yahav et al (2010) que poedeiras representam um segmento complexo quando relacionado ao ambiente térmico, pois o ciclo do ovo consiste em um período de secreção proteica maciça seguido por um período de secreção consistente de cálcio e bicarbonato. O efeito da t_{bs} na qualidade da casca do ovo é mais provável de ser mediado por mudanças no cálcio e no bicarbonato ionizados. Ambas as concentrações de íons no plasma estão diretamente relacionado ao aumento da $t_{bs.}$

As diferenças entre as médias dos tratamentos para os níveis do fator t_{bs} (28, 32 e 36ºC) são ilustradas na Figura 1, na qual, nos *boxplots* podem ser visualizados as assimetrias entre os extremos de temperatura do ar (28 e 36ºC). Teeter et al. (1992) encontraram que aves aclimatadas ao calor apresentavam maiores temperaturas cloacais à termoneutralidade e menores temperaturas cloacais quando colocadas em ambientes de 35°C.

Ajakaiye et al (2011) afirmam que a alta temperatura constante de 30-32°C é mais prejudicial para as aves que as temperaturas cíclicas ou alternadas de 30-32°C por dia e 25°C por noite.

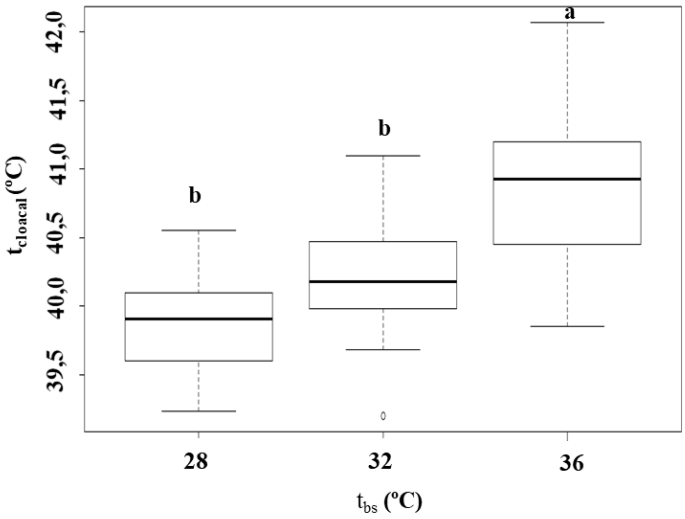


Figura 1. *Boxplot* do comportamento da temperatura cloacal ($t_{cloacal}$, ºC) de galinhas poedeiras em relação a variável temperatura do ar (t_{bs}, ºC).

A temperatura do ar acima de 25ºC é estressante para as aves, porém mais estressante é a flutuação causada por essas mudanças térmicas ambientais, principalmente quando acompanhada de alta umidade relativa, pois desencadeia diversas respostas fisiopatológicas em aves (Simon, 2003). Na Figura 2 pode ser visualizado o comportamento da $t_{cloacal}$ em relação à UR.

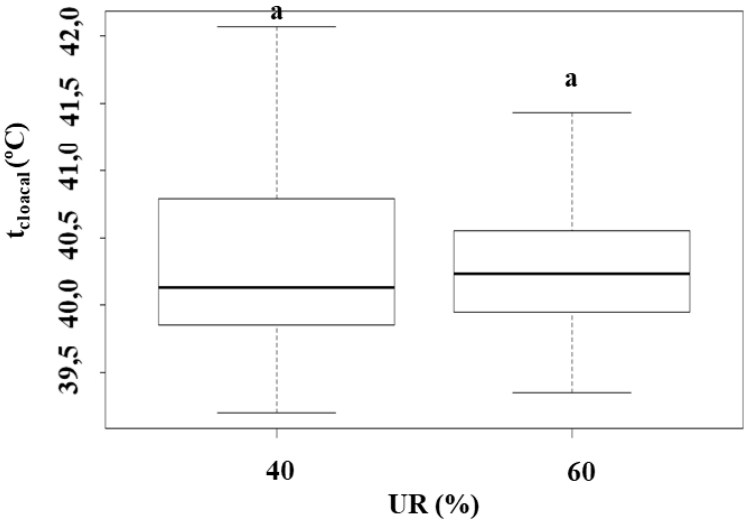


Figura 2. *Boxplot* do comportamento da temperatura cloacal ($t_{cloacal}$, ºC) de galinhas poedeiras em relação a variável umidade relativa (UR, %).

A melhor produtividade do animal é alcançada quando mantida em um ambiente termoneutro, ou seja, quando o conteúdo de energia de alimentação não é desviado para compensar os desvios térmicos (CIGR, 2002).

O aumento da temperatura cloacal é um mecanismo termorregulatório que demonstra que a aves estão em estresse por calor, assim como o aumento da frequência respiratória e a inclinação das asas, tudo na tentativa de dissipar calor corpóreo. Isso requer aumento da atividade muscular e resulta em uma maior exigência de energia que está associada ao estresse térmico (Tao e Xin, 2003).

O fator velocidade do ar (m s^{-1}) também não foi significativo ($p>0,05$, teste Tukey), sendo que o comportamento da $t_{cloacal}$ em relação V_{ar} é ilustrado na Figura 3.

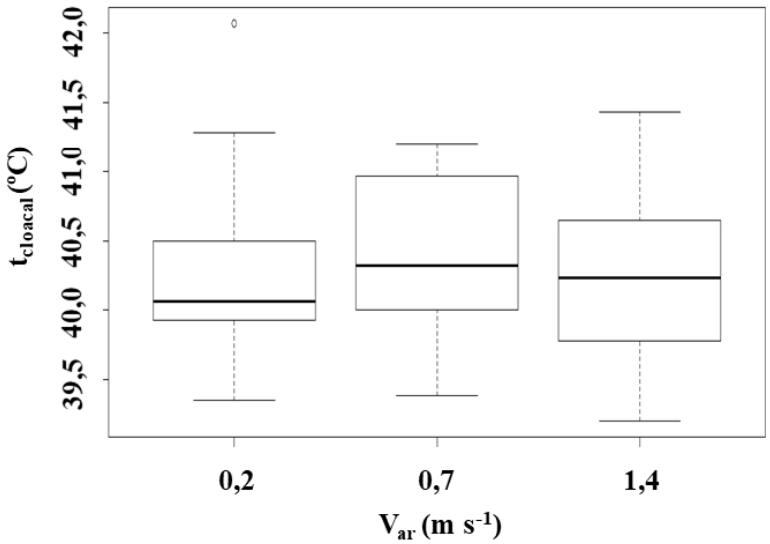


Figura 3. *Boxplot* do comportamento da temperatura cloacal ($t_{cloacal}$, ºC) de galinhas poedeiras em relação a variável velocidade do ar (V_{ar}, m s^{-1}).

CONCLUSÃO

O estudo indica que a temperatura do ar de 36 ºC resulta em maior valor da resposta fisiológica temperatura cloacal quando comparo às temperaturas de 28 e 32 ºC. Utilizar as variáveis respostas das aves, como a temperatura cloacal, para acompanhar o bem-estar dentro das instalações é de extrema importância, uma vez que reflete o quadro térmico dos animais no local de acondicionamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJAKAIYE, J. J.; PÉREZ, A. B.; MOLLINEDA, A. T. Effects of high temperature on production in layer chickens supplemented with vitamins C and E. **Rev.MVZ**. Córdoba, 16(1):2283-2291. 2011.

BLEM, C. R. **Energy balance**. In: G. C. Whittow (ed), Sturkie's Avian Physiology, 5th ed., (Academic Press, New York). 2000.

BOONE, M. A.; HUGHES, B. L. Wind velocity as it affects body temperature, water consumption during heat stress of roosters. **Poultry Science**, v.50, p.1535- 1537. 1971.

CAMERINI, N.L., SILVA, R.C., NASCIMENTO, J.W.B., OLIVEIRA, D.L., and SOUZA, B.B. Surface temperature variation of laying hens created in two creation systems using Thermography. **Agropecuária Científica no Semiárido**, 12, 145–152. 2016.

CASTILHO, V. A. R.; GARCIA, R. G.; LIMA, N. D. S.; NUNES, K. C.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A., BARRETO, B., JACOB, F. G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v. 9, n. 2, p. 122-131. 2015.

CIGR. Climatization of Animal Houses - Heat and moisture production at animal and house levels. **4th Report of Working Group of International Commission of Agricultural Engineering**, Section II. Editors: Pedersen, S. & Sallvik, K., 46 pp. 2002.

DEEB, N. and CAHANER, A. Genotype-by-environment interaction with broiler genotypes differing in growth rate. 1. The effect of high ambient temperature and naked-neck genotypes on lines differing in genetic background. **Poultry Science**, 80, 695–702. 2001.

FERREIRA, R.A. **Greater production with better environment for poultry, pigs and cattle**. Learn Easy, Vicosa, 296 pp. 2016.

KADIM, I.T., AL-QAMSHUI, B.H.A., MAHGOUB, O., AL-MARZOOQ, W. and JOHNSON, E.H.Effect of seasonal temperatures and ascorbic acid supplementation on performance of broiler chickens maintained in closed and opened sided houses. **International Journal of Poultry Science**, 7, 655–660. 2008.

NASCIMENTO, S. T. **Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais**. Dissertação de mestrado. Disponível em: < file:///C:/Users/bruna/Downloads/Sheilla_Nascimento.pdf>. 2010.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho

e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa - MG, v. 35, n. 3S, p. 797-803, May/June. 2006.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2015.

SILVA, M. A. N.; HELLMEISTER FILHO, P.; ROSÁRIO, M. F.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M.; GARCIA, A. A. F.; SILVA, I. J. O.; MENTEN, J. F. M. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 208-213. 2003.

SIMON, M.S. Reducing heat stress problems. **World Poult**; 19(3):16-17. 2003.

SOTTNIK, J. **Climatical factors and their effect on production in animal housing**. In: ASAE Annual International Meeting/ CIGR XVth World Congress; Chicago, Illinois, USA: ASAE editors. 2002.

ST-PIERRE, N.R, COBANOV, B, SCHNITKEY, G.X. Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. **J Dairy Sci**; 86(E):E52–E77. 2003.

TAO, X. and XIN, H. Acute synergistic effects of air temperature, humidity and velocity on homeostasis of market size broilers**. Transactions of the ASAE,** 46 (2): 491-497. 2003.

TEETER, R.G; SMITH, M.O.; WIERNUSZ, C.J. Broiler acclimation to heat distress and feed intake effects on body temperature in birds exposed to thermineutral and high ambient temperatures. **Poultry Science,** 71: 1101-1104. 1992.

YAHAV, S.; SHINDER D.; RAZPAKOVSKI, V.; RUSAL, M.; BAR, A. Lack of response of laying hens to relative humidity at high ambient temperature. **British Poultry Science**. 41: 660–663. 2010.

FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA EM GALINHAS POEDEIRAS EM AMBIENTE DE ESTRESSE TÉRMICO

Bruna Pontara Vilas Boas Ribeiro[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Daniela Duarte Oliveira[3], Alessandro Campos Torres[4], Renato Ribeiro de Lima[5], João Vitor Dias Rocha[6], Bruna Campos Amaral[7]

[1]Pós-graduanda em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, brunapontara07@gmail.com
[2]Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, yanagi@deg.ufla.br
[3]Médica Veterinária do Aviário Santo Antônio, Nepomuceno-MG, asadaniela@asaeggs.com.br
[4]Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, campos@deg.ufla.br
[5]Prof. Dr., Depto. de Estatística, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829. 1965, rrlima@des.ufla.br
[6]Graduando em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, joao.rocha2@engagricola.ufla.br
[7]Graduanda em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, bruna.amaral@engagricola.ufla.br

RESUMO – Objetivou-se com o presente estudo avaliar o comportamento da frequência respiratória como mecanismo termorregulador de galinhas poedeiras, em cenários de desafios térmicos. A coleta de dados foi realizada em quatro túneis de vento climatizados. Foram utilizadas 54 galinhas poedeiras comerciais em fase de pico de produção, com idade variando entre 26 e 28 semanas. As aves foram acondicionadas por 7 dias no local do experimento para aclimatação e posterior início da coleta de dados. As variáveis do ambiente térmico avaliadas foram: 3 temperaturas do ar - t_{bs} (28, 32 e 36ºC), 2 umidades relativas - UR (40 e 60%) e 3 velocidades do ar -V_{ar} (0,2; 0,7 e 1,4 m s^{-1}). A variável resposta avaliada, frequência respiratória (mov min^{-1}) foi medida por meio do aumento do ofego das aves durante 15 segundos e posteriormente convertido em movimentos por minuto. Os resultados da frequência respiratória de galinhas poedeiras indicaram que, para manter tal equilíbrio, as aves precisam eliminar o calor produzido pelo seu organismo durante os processos metabólicos por meio dos mecanismos da termorregulação. Neste sentido, a aclimatação e o acondicionamento são observações de extrema importância para o produtor avaliar dentro do sistema de produção avícola.
Palavras-chave: altas temperaturas, ambiência avícola, variável fisiológica.

INTRODUÇÃO

As variáveis fisiológicas são usadas para avaliar a condição de conforto térmico dos animais. Ocorrendo variações destas variáveis em relação aos valores considerados de conforto térmico, iniciam-se as tentativas de manter o equilíbrio térmico pelo animal. Em um cenário de estresse por elevadas temperaturas, as aves ativam mecanismos termorregulatórios, como o aumento da temperatura corporal e da frequência respiratória,

processos fisiológicos com a finalidade de aumentar a dissipação de calor e reduzir a produção metabólica de calor para manutenção da homeotermia corporal (Yahav et al., 2005).

As oscilações de temperatura do ar em países tropicais causam grandes preocupações com as aves dentro dos sistemas de produção avícola. Nestes locais, um dos fatores limitantes está relacionado com a dificuldade das aves dissiparem calor em condições de altas temperaturas, uma vez que aves não dispõem de glândulas sudoríparas e apresentam o corpo recoberto por penas (Albino et al., 2014).

Em condições de estresse por altas temperaturas, o comportamento das aves é aumentar a frequência respiratória em até dez vezes o seu ritmo normal em resposta ao desconforto térmico, indicando o uso de mecanismos evaporativos na troca de calor (Santos et al., 2006). Em condições de elevadas temperaturas associadas a alta umidade relativa do ar, as aves podem desenvolver alcalose respiratória (Borges et al., 2003).

O aumento da frequência respiratória e da pressão parcial de CO_2 no sangue provoca o aumento do pH sanguíneo, processo conhecido como "alcalose respiratória" (Floriano, 2013). A alcalose respiratória desencadeia, também, um desequilíbrio eletrolítico e mineral, que pode resultar na produção de ovos pequenos, de casca fina ou mesmo sem casca. Isto ocorre porque, entre outros fatores, a alcalose determina a redução na concentração do cálcio difusível no sangue.

De maneira geral, as perdas de calor nas aves são controladas por meio da alteração do fluxo sanguíneo na superfície corporal, ou alterando a taxa de evaporação no trato respiratório (Abreu et al., 2007).

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da frequência respiratória como mecanismo termorregulador de galinhas poedeiras, em diferentes condições de estresse térmico.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no laboratório de ambiência animal, localizado no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados quatro túneis de vento climatizados, localizados no interior de uma sala experimental com área de 31,92 m^2, equipado com dois sistemas de ar condicionado, utilizados para a manutenção da temperatura do ar abaixo do valor desejado no interior dos túneis de vento climatizados.

A unidade experimental foi composta por 54 galinhas poedeiras em fase de pico de produção, com idade variando entre 26 e 28 semanas poedeiras comerciais. As aves foram acondicionadas por 7 dias no local do experimento para aclimatação e posterior início da coleta de dados.

As variáveis do ambiente térmico avaliadas foram: 3 temperaturas do ar - t_{bs} (28, 32 e 36ºC), 2 umidades relativa - UR (40 e 60%) e 3 velocidades do ar -V_{ar} (0,2; 0,7 e 1,4 m s^{-1}), estas variáveis foram combinadas entre sim em um fatorial 3x2x3, trabalhou-se possíveis cenários com diferentes oscilações de t_{bs}, UR e V_{ar} para caracterizar o ambiente térmico. A variável resposta avaliada, frequência respiratória (mov min^{-1}) foi medida por meio do aumento do ofego das aves durante 15 segundos e posteriormente multiplicado por quatro, para obter os movimentos em minuto.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, teste F ao nível de 5% de significância, para cada variável do ambiente térmico (t_{bs}, UR e V_{ar}) em relação à variável resposta (frequência respiratória). O teste Tukey ao nível de 5% de significância foi aplicado para comparação das médias dos tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas no *software* R Core Team (2015).

Foram confeccionados gráficos (*boxplots*) para visualizar o comportamento da variável resposta para cada variável do ambiente térmico (t_{bs} x frequência respiratória), (UR x frequência respiratória), (V_{ar} x frequência respiratória).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para a variável resposta frequência respiratória (FR) demonstram que a as aves utilizaram do mecanismo fisiológico, aumentando a ofegação para maior dissipação do calor corpóreo. O aumento da temperatura do ar tem efeito direto no metabolismo, para estimular a perda evaporativa de calor (ofegação) e para manter o equilíbrio térmico corporal (Macari et al., 2004). Maia et al. (2005) destacam que a perda de calor latente ocorre devido a um diferencial de pressão de vapor. As aves, por apresentarem a ausência das glândulas sudoríparas que impossibilita a sudorese, realizam então, a troca por evaporação que ocorre na forma da ofegação.

Na Tabela 1 pode ser visualizado o aumento da FR à medida que aumenta a temperatura do ar (t_{bs}), o que indicou diferenças significativas ($P<0,05$) para os valores observados.

Tabela 1. Médias de frequência respiratória (mov min^{-1}) de galinhas poedeiras em relação as variáveis do ambiente: temperatura do ar (ºC), umidade relativa (%) e velocidade do ar (m s^{-1})

Temperatura do ar (ºC)	Médias de frequência respiratória (mov min^{-1})
28	34 a
32	47 a
36	137 b
Umidade Relativa (%)	
40	66 a
60	80 a
Velocidade do ar (m s^{-1})	
0,2	73 a
0,7	72 a
1,4	74 a

*Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os níveis dos fatores umidade relativa (UR) e velocidade do ar (m s^{-1}) não apresentaram diferenças estatísticas ($p>0,05$, teste Tukey) para a FR. Quando os valores de umidade relativa ultrapassam 80% e com oscilações constantes torna-se mais difícil para as aves manterem a homeostase e perder calor latente (Jácome et al., 2007), valor este, que não foi avaliado neste experimento específico.

Na Figura 1, pode ser visualizado o comportamento crescente da FR de acordo com os valores também crescentes de t_{bs} (ºC), ou seja, à medida que a temperatura do ar aumenta, as aves aumentam sua troca evaporativa com o ambiente. Estudos realizados por Barbosa Filho (2004) demonstraram que a frequência respiratória de poedeiras pode variar de 23 movimentos por minuto, em ambiente termoneutro (20°C) a 273 movimentos por minuto, quando submetidas a temperaturas elevadas (35°C).

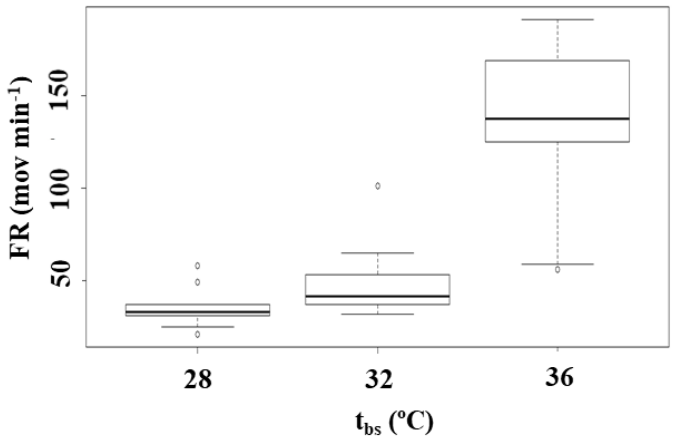


Figura 1. *Boxplot* do comportamento da frequência respiratória (FR, mov min^{-1}) de galinhas poedeiras em relação a variável temperatura do ar (t_{bs}, ºC).

Na Figura 2, a relação FR (mov. min^{-1}) e UR (%) indicam o comportamento das frequências respiratórias, evidenciando a capacidade das aves em manter a homeostase, uma vez que, a UR de 60% é considerada como ambiente termoneutro. Oliveira et al. (2006) afirmam que a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade do ar sendo que, quanto maior a umidade relativa do ar maior também a dificuldade dos animais em remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória.

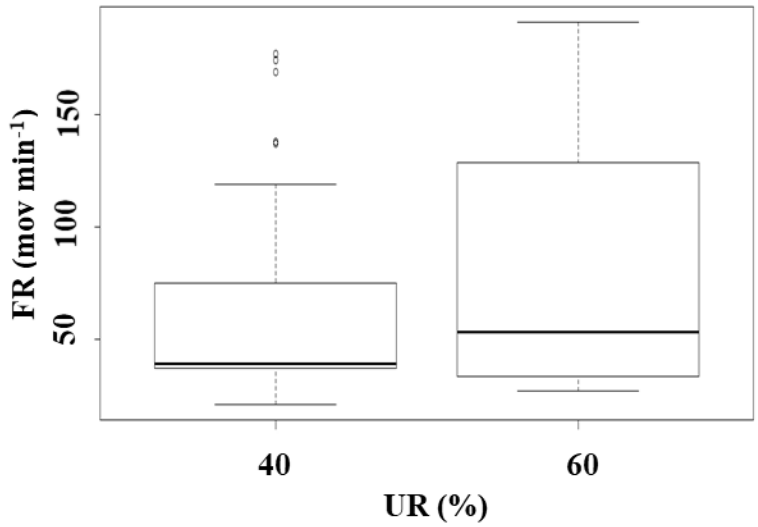


Figura 2. *Boxplot* do comportamento da frequência respiratória (FR, mov min^{-1}) de galinhas poedeiras em relação a variável umidade relativa (UR, %).

Na Figura 3, podem ser visualizados os valores para a relação entre velocidade do ar (m s^{-1}) e frequência respiratória, indicando comportamentos similares para as três velocidades do ar avaliadas (0,2; 0,7 e 1,4 m s^{-1}). Em temperatura ambiente entre 28°C e 36°C, as perdas de calor por radiação, condução e convecção são normalmente adequadas para manter a temperatura corporal. Floriano (2013) afirmou que à medida que a temperatura do ar se aproxima da temperatura do núcleo corporal das aves, que é de 41°C, a eficiência da perda de calor sensível diminui. Nestas condições, a transferência de calor por evaporação torna-se mais importante para as aves.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

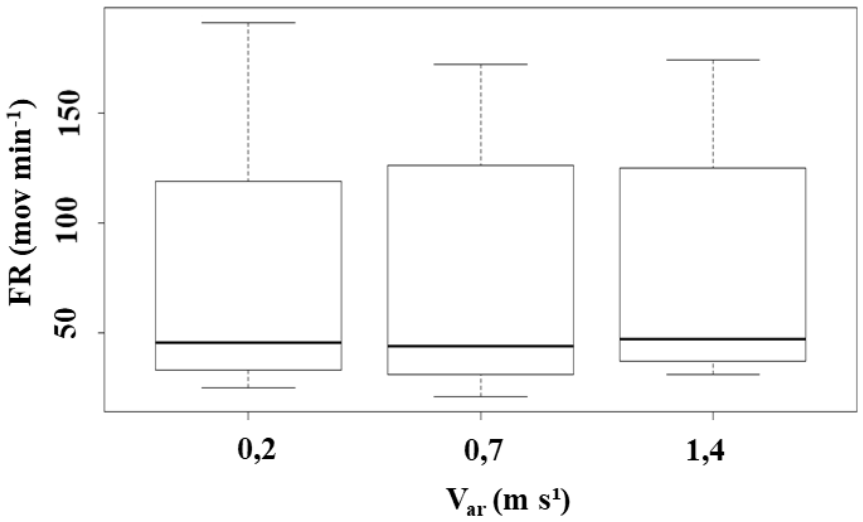


Figura 3. *Boxplot* do comportamento da frequência respiratória (FR, mov min^{-1}) de galinhas poedeiras em relação a variável velocidade do ar (Var, m s^{-1}).

CONCLUSÃO

A frequência respiratória de galinhas poedeiras constitui-se em importante forma de dissipação de calor em condições de elevadas temperaturas do ar, atuando efetivamente na termorregulação destas aves. Contudo, não foram verificadas diferenças estatísticas significativas na frequência respiratória de galinhas poedeiras em relação aos diferentes valores testados de umidade relativa e velocidade do ar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A.; JAENISH, F.R.F.; PAIVA, D.P. Condições térmicas ambientais e desempenho das aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.1014-1020. 2007.

ALBINO, L. F. T.; CARVALHO, B. R.; MAIA, R. C.; BARROS, V. R. S. M. **Galinhas Poedeiras: Criação e Alimentação.** Viçosa, Minas Gerais: Aprenda Fácil, 376p. 2014.

BARBOSA FILHO, J.A. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens.** Dissertação (Mestrado). Piracicaba: ESALQ/USP, 123p. 2004.

BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981. 2003.

FLORIANO, L. S. **Anatomia e fisiologia das aves domésticas**. Boletim Técnico. 2013. Disponível em: < http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1470/An_Fi_Av_Do_Livro_WEB.pdf ?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: Dez., 2018.

JÁCOME, I.M.T.D.; FURTADO, D.A.; LEAL, A.F.; SILVA, J.H.V.; MOURA, J.F.P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.537-531. 2007.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. (Eds.). **Produção de frangos de corte**. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, p.137- 155. 2004.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**. Heidelberg, v.50, p.17-22, 2005.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803. 2006.

SANTOS, J. R. S. et al. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 30, n. 5, p. 995-1001, 2006.

YAHAV, S.; SHINDER, D.; TANNY, J. et al. Sensible heat loss: the broiler's paradox. **World's Poultry Science Journal**, v.61, n.3, p.419-434. 2005.

COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL DE GALINHAS POEDEIRAS SUJEITAS A ESTRESSE TÉRMICO

Bruna Pontara Vilas Boas Ribeiro[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Daniela Duarte Oliveira[3], Márcio Gilberto Zangeronimo[4], Alessandro Campos Torres[5], João Vitor Dias Rocha[6], Maria Alice Junqueira Gouvêa Silva[7]

[1]Pós-graduanda em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, brunapontara07@gmail.com
[2]Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, yanagi@deg.ufla.br
[3]Médica Veterinária do Aviário Santo Antônio, Nepomuceno-MG, asadaniela@asaeggs.com.br
[4]Prof. Dr., Depto. de Medicina Veterinária, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1735, zangeronimo@dmv.ufla.br
[5]Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, campos@deg.ufla.br
[6]Graduando em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, joao.rocha2@engagricola.ufla.br
[7]Pós-graduanda em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, malicejgsilva@gmail.com

RESUMO – o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da temperatura superficial na fisiologia de galinhas poedeiras acondicionadas em ambiente de altas temperaturas. A coleta de dados foi realizada em quatro túneis de vento climatizados. Foram utilizadas 54 galinhas poedeiras comerciais em fase de pico de produção, com idade variando entre 26 e 28 semanas. As aves foram acondicionadas por 7 dias no local do experimento para aclimatação e posterior início da coleta de dados. As variáveis do ambiente térmico avaliadas foram: 3 temperaturas do ar - t_{bs} (28, 32 e 36ºC), 2 umidades relativa - UR (40 e 60%) e 3 velocidades do ar -V_{ar} (0,2; 0,7 e 1,4 m s^{-1}). A variável resposta temperatura superficial (t_{sup}, ºC) foi mensurada por meio de uma câmera termográfica (modelo TI 55, Fluke, acurácia de 0,05 ºC). Os valores de t_{sup} avaliados de acordo com as variáveis do ambiente térmico (t_{bs}, UR, V_{ar}), diferenciaram estatisticamente ($p<0,05$, teste Tukey) para as variáveis t_{bs} e UR. O estudo indica que a variação da t_{sup} de galinhas poedeiras está diretamente relacionada com o aumento da t_{bs} e UR, o que demonstra que as aves estão em estresse por calor e que alterações fisiológicas são ativadas para que estas permaneçam em homeostase, ocorrendo assim uma aclimatação térmica das condições as quais estas aves estão acondicionadas.
Palavras-chave: ambiente térmico, altas temperaturas, resposta fisiológica.

INTRODUÇÃO

As poedeiras são animais homeotérmicos, pois mantêm uma temperatura corporal relativamente constante, apesar das amplas flutuações ambientais. A temperatura ambiente para o conforto térmico de aves poedeiras encontra-se entre 21 e 28°C (Castilho

et al., 2015). Ferreira (2016), descreve que aves adultas apresentam melhor produção quando estão em ambientes com umidade relativa na faixa de 40 a 70%. Ambientes com temperaturas de 26,7°C e umidade relativa de 60%, as aves completamente emplumadas estão próximas ao limite superior de sua zona de conforto, ou seja, não estão estressadas pelo calor, porém em ambientes com a mesma temperatura e umidade relativa do ar superior a 80%, se tornam desconfortáveis, estando os animais em estresse térmico (Donald, 1998).

Devido ao espesso isolamento proporcionado pelo revestimento de penas na maior parte da superfície do corpo, a perda de calor sensível das aves é mais eficiente nas áreas corporais sem penas, onde o fluxo sanguíneo aumenta quando estas são expostas ao estresse térmico. Galinhas poedeiras não têm glândulas sudoríparas e a capacidade de transpirar é nula. Assim, elas perdem o calor em excesso principalmente evaporando a água através da respiração e liberando calor de superfícies como barbelas, canelas e áreas sem penas sob as asas.

Tinôco (2001), afirmou que as aves estão em constante troca de temperatura com o ambiente, essa troca é eficiente quando a temperatura do ambiente encontra-se dentro de limites, os quais são definidos pela sensação térmica estabelecida pela temperatura, umidade e velocidade do ar dentro da instalação. A sensação térmica é decorrente do fato de que o movimento de ar sobre a superfície corporal das aves facilita a dissipação de calor para o ambiente (Miragliotta et al., 2006).

As aves têm a captação da sensação de calor na superfície da pele por meio das células especializadas que funcionam como termorreceptoras periféricas, captando aquelas sensações e levando-as ao sistema nervoso central. O hipotálamo anterior é responsável pela sensação de calor em ambientes quentes (Abreu; Abreu, 2004). Desta forma, o estresse induzido pela hipertermia é tradicionalmente caracterizado pelo aumento na temperatura corpórea central, a diminuição da temperatura corporal superficial (como resultado da vasoconstrição periférica) também faz parte do processo mais amplo de hipertermia induzida por estresse (Busnardo et al., 2010).

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da temperatura superficial na fisiologia de galinhas poedeiras acondicionadas em ambiente de altas temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de dados foi realizada em quatro túneis de vento climatizados, localizados no interior de uma sala experimental com área de 31,92 m^2, equipado com dois sistemas de ar condicionado, utilizados para a manutenção da temperatura do ar abaixo do valor desejado no interior dos túneis de vento climatizados. Foram utilizadas 54 galinhas poedeiras comerciais em fase de pico de produção, com idade variando entre 26 e 28 semanas. As aves foram acondicionadas por 7 dias no local do experimento para aclimatação e posterior início da coleta de dados.

As variáveis do ambiente térmico avaliadas foram: 3 temperaturas do ar - t_{bs} (28, 32 e 36ºC), 2 umidades relativa - UR (40 e 60%) e 3 velocidades do ar -V_{ar} (0,2; 0,7 e 1,4 m s^{-1}). A variável resposta temperatura superficial (t_{sup}, ºC) foi mensurada por meio de uma câmera termográfica (modelo TI 55, Fluke, acurácia de 0,05ºC).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, teste F ao nível de 5% de significância, para cada variável do ambiente térmico (t_{bs}, UR e V_{ar}) em relação à variável resposta (t_{sup}). Foi aplicado o teste Tukey à 5% de significância para comparação das médias dos tratamentos. As análises estatísticas foram realizadas no *software* R Core Team (2015).

Foram confeccionados gráficos (*boxplots*) para visualizar o comportamento da variável resposta em relação a cada variável do ambiente térmico (t_{bs} x t_{sup}), (UR x t_{sup}), (V_{ar} x t_{sup}).

Na Figura 01 pode ser visualizado aves acondicionadas em ambientes de altas temperaturas 28, 32 e 36ºC com 40% de umidade relativa, representadas pelas letras a, b e c, respectivamente.

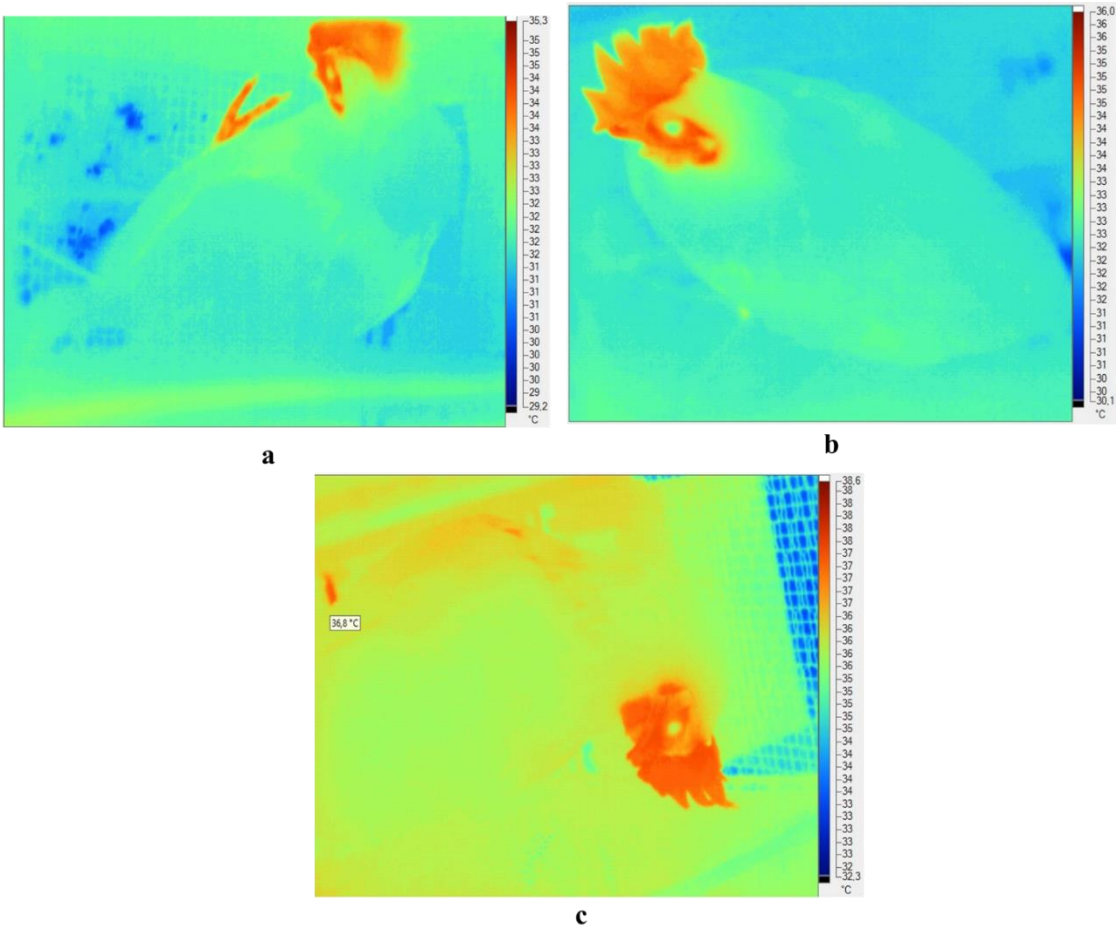


Figura 1. Termografia de galinhas poedeiras acondicionadas em diferentes ambientes térmicos: (a) 28, (b) 32 e (c) 36ºC de temperatura do ar e 40% de umidade relativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de t_{sup} avaliados de acordo com as variáveis do ambiente térmico (t_{bs}, UR, V_{ar}), diferenciaram estatisticamente ($p<0,05$, teste Tukey) para as variáveis t_{bs} e UR, conforme listado na Tabela 1. A temperatura superficial está diretamente ligada a percepção do estado de conforto do animal, portanto, uma variação brusca da temperatura ambiente, tem-se um aumento nos valores de t_{sup}. O uso da termografia infravermelha é preponderante para avaliar essa variação da temperatura de superfície da ave. Quando se tem um aumento de temperatura ambiente e umidade relativa do ar, a capacidade das aves de dissipar calor diminui, pois, os valores ultrapassam os limites da zona termoneutra; como resultado, a temperatura corporal da ave sobe e logo aparecem os sintomas do estresse por calor (Curto et al., 2007).

Tabela 1. Valores de temperatura superficial (t_{sup}, ºC) da umidade relativa (UR, %) em função da variável temperatura do ar (t_{bs}, ºC).

	t_{sup} (ºC)		
UR (%)	**t_{bs} = 28ºC**	**t_{bs} = 32ºC**	**t_{bs} = 36ºC**
40	31,54 Aa	33,76 Ba	36,76 Cb
60	33,08 Ab	36,03 Bb	36,53 Ba

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Nos locais onde não tem a presença das penas (crista, barbela, canelas) é que a ave consegue ter uma maior vasodilatação periférica e neste sentido maior dissipação de calor via convecção. Segundo Camerini et al. (2016), na região da cabeça, a elevada temperatura de superfície, aliada a superfície membranosa e rica rede vascular, faz desta região um importante sítio de termólise, onde ocorre fluxo de calor sensível do animal para o ambiente.

Na Tabela 02, tem-se as médias de t_{sup} para a variável do ambiente térmico V_{ar}. Conforme listado, não se observou diferenças significativas entre os níveis de velocidade do ar, indicando que o aumento do fluxo de ar não alterou a t_{sup}, o que sugere que as aves mantiveram um padrão de controle do metabolismo dentro das três velocidades do ar avaliadas. Chepete e Xin (2000) destacaram que o movimento do ar sobre as aves é especialmente crítico durante o tempo quente, quando o calor produzido pelas aves aumenta a temperatura corporal, quando a capacidade das aves de perder calor diminui. O aumento da velocidade do ar aumenta significativamente a capacidade das aves de dissipar o calor por convecção, neste caso, para o aumento da velocidade do ar de 0,2 para 1,4 m s^{-1}, neste estudo, não foram encontradas variações para os valores de t_{sup}. Isto deve-se principalmente, devido aos valores mais elevados de t_{bs}, que reduz a capacidade de dissipação de calor das aves por vias sensíveis.

Tabela 2. Médias de temperatura superficial (t_{sup}, ºC) de galinhas poedeiras em relação a variável velocidade do ar (V_{ar}, m s^{-1})

V_{ar} (m s^{-1})	**Médias t_{sup} (ºC)**
0,2	34,66 a
0,7	34,43 a
1,4	34,76 a

*Médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para Camerini et al (2016) em ambiente de altas temperaturas (26 e 32ºC) podem ser encontradas temperaturas distintas em diferentes partes do corpo da ave, pelo fato de que estas possuem sistema circulatório do tipo contra-corrente, sendo possível que diferentes regiões corporais apresentem variações consideráveis de temperatura.

Moura (2001), destaca que sob temperaturas ambientais maiores que 32ºC e taxas superiores a 75% de umidade relativa, as aves estão severamente estressadas. Por sua vez, para o presente trabalho, os resultados para ambas as taxas de umidade relativa (40 e 60%) analisadas demonstram que o comportamento da t_{sup} para os dois níveis de UR foram distintos, sendo que nas temperaturas altas do ar de 32 e 36ºC e 40% de umidade relativa as aves apresentaram valores maiores de t_{sup}, o que pode ser explicado pela baixa saturação de água do ar envolto as aves, ar quente.

O fator velocidade do ar (m s^{-1}) não foi significativo ($p>0,05$, teste Tukey), sendo que o comportamento da t_{sup} em relação V_{ar} é ilustrado na Figura 3.

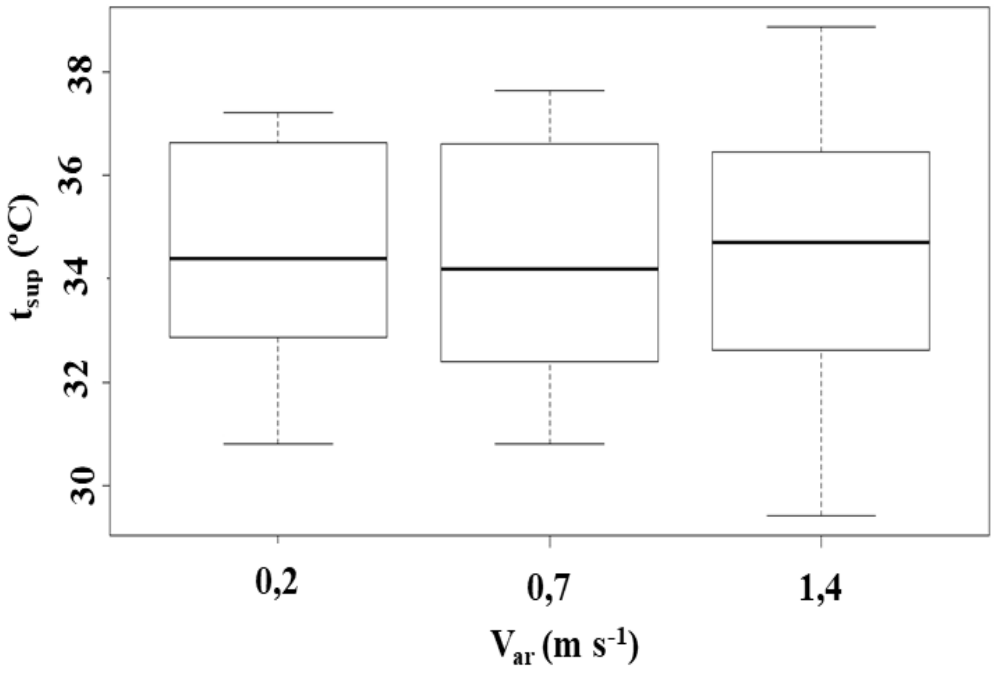


Figura 3. *Boxplot* do comportamento da temperatura superficial (t_{sup}, ºC) de galinhas poedeiras em relação a velocidade do ar (V_{ar}, m s^{-1}).

CONCLUSÃO

O estudo indica que a variação da temperatura superficial de galinhas poedeiras está diretamente relacionada com o aumento da temperatura do ar e umidade relativa, o que

 ISBN: 978-85-66836-24-0

demonstra que as aves em estresse por calor promovem alterações fisiológicas que são ativadas para que estas permaneçam ou tentem permanecer em homeostase.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. **Conforto Térmico para Aves**. Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico 365, Dez., 2004.

BUSNARDO, C.; TAVARES, R.F.; RESSTEL, L.B.M.; ELIAS, L.L.K.; CORREA, F.M.A. Paraventricular nucleus modulates autonomic and neuroendocrine responses to acute restraint stress in rats. **Auton Neurosci**., 158: 51-7. 2010.

CAMERINI, N.L., SILVA, R.C., NASCIMENTO, J.W.B., OLIVEIRA, D.L., and SOUZA, B.B. Surface temperature variation of laying hens created in two creation systems using Thermography. **Agropecuária Científica no Semiárido**, 12, 145-152. 2016.

CASTILHO, V. A. R.; GARCIA, R. G.; LIMA, N. D. S.; NUNES, K. C.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A., BARRETO, B., JACOB, F. G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v. 9, n. 2, p. 122-131. 2015.

CHEPETE, H.J.; XIN, H. Cooling laying hens by intermittent partial surface sprinkling. **Transactions of the ASAE**, 43: 965–971. 2000.

CURTO, F.P.F.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F.; SALGADO, D.D. Estimativa do padrão de preferência térmica de matrizes pesadas (frangos de corte). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, p.211-216. 2007.

DONALD, J. Environmental control options under different climatic conditions. **World Poultry- Elsevier**, v.14, n.11, p.22- 23. 1998.

FERREIRA, R.A. **Greater production with better environment for poultry, pigs and cattle**. Learn Easy, Vicosa, 296 pp. 2016.

MIRAGLIOTTA, M. Y.; NÄÄS, I. A.; MANZIONE, R. L.; NASCIMENTO, F. F. Spatial analysis of stress conditions inside broiler house under tunnel ventilation. **Sciencia Agricola**, v.63, p.426-432. 2006.

MOURA, D.J. **Ambiência na produção de aves de corte**. In: Silva IJO, Ed. Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: SBEA, p. 75-149. 2001.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.1, p.1-26. 2001.

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL NA FASE DE CRESCIMENTO NO TREINAMENTO PARA COLETA DE SÊMEN

Ariane Cristina de Castro[1], Marcela Fernanda Delagracia[1], Alessandra Arno[1], Iran José Oliveira da Silva[1].

[1]Núcleo de Pesquisa em Ambiência (NUPEA), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, Brasil, marceladelagracia@gmail.com, alessandraarno@usp.br, iranoliveira@usp.br.

RESUMO - O objetivo foi comparar o desempenho sexual de machos de linhas puras e cruzadas, durante o treinamento para coleta de sêmen, em função da criação desses animais em ambientes enriquecidos ou estéreis na fase de crescimento. Com três diferentes tipos de objetos oferecidos de forma alternada. Após a fase de crescimento, 32 machos foram escolhidos aleatoriamente e avaliados durante o treinamento para coleta de sêmen. O treinamento ocorreu durante seis dias consecutivos e cada animal foi treinado três vezes em dias alternados. Os fatores que formaram os tratamentos foram as linhas genéticas (puras e cruzadas) e o ambiente de criação na fase de crescimento (enriquecido e estéril). Como resposta foi avaliado o comportamento animal. Os resultados demonstraram haver diferença entre o comportamento sexual dos machos entre as linhas genéticas. Sendo assim, observou-se que os machos de linha cruzada tiveram maior facilidade durante o treinamento para coleta de sêmen e apresentaram maior média do escore de libido, diferindo das linhas puras ($P<0,001$). Verificou-se que não houve diferença na média do escore de libido entre os tratamentos com e sem enriquecimento ambiental ($P=0,276$), porém, os animais dos tratamentos com enriquecimento tiveram o menor número de animais treinados. Esses resultados permitiram concluir que os animais criados em ambientes enriquecidos na fase de crescimento apresentaram menor destreza durante a monta e consequentemente, maior número de animais não treinados. Além disso, os animais das linhas cruzadas apresentaram maior facilidade no treinamento para a coleta de sêmen e, assim, maior rapidez na monta e menor necessidade de auxílio e estímulo do treinador.
Palavras-chave: Cachaço, Desempenho sexual, Enriquecimento ambiental.

INTRODUÇÃO

No processo de coleta de semen é desejável que os machos secretem maior volume de ejaculado em menor período, reduzindo assim o tempo gasto com manejo. A libido dos reprodutores não faz parte dos critérios de seleção, mas sua ausência pode causar grandes implicações econômicas, pois ocasiona o descarte independentemente do mérito genético do animal (HEMSWORTH; TILBROOK, 2007).

A libido dos machos pode ser verificada relacionando o tempo gasto entre a entrada do macho na baia de coleta até a monta, a duração da ejaculação e o número de

saltos (HEMSWORTH et al., 1978; LEVIS; REICKS, 2005; FRYDRYCHOVA et al., 2011; WYSOKIŃSKA; KONDRACKI, 2014). Assim, busca-se saber por que alguns animais montam rapidamente e outros são mais lentos ou não montam (LEVIS; REICKS, 2005) e quais fatores podem influenciar no processo de aprendizagem.

A utilização de enriquecimento ambiental tem proporcionado efeito positivo no comportamento, desenvolvimento neural e na aprendizagem de suínos de diferentes idades e categorias (JANSEN et al., 2009). Contudo, é desconhecido o efeito do ambiente enriquecido no comportamento de machos reprodutores (VAN DE WEERD; DAY, 2009) e se sua aplicação durante o crescimento pode aumentar o desempenho sexual e a destreza durante a monta. Destaca-se também que faltam informações sobre objetos cujas caraterísticas poderiam influenciar na libido do animal.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma granja do Grupo Agroceres (Agroceres Pic Génétiporc). Foram utilizados machos reprodutores de linhas genéticas puras e cruzadas, criados em ambientes enriquecidos e estéreis na fase de crescimento.

Na fase de crescimento (90 dias) foram utilizados 128 machos, nos tratamentos com enriquecimentos ambientais foram utilizados três diferentes objetos: correntes suspensas (1° mês), galão (5 litros) suspenso (2° mês) e um galão (50 litros) solto no piso da baia (3° mês).

Uma amostra de 32 animais, sendo oito de cada tratamento, foi escolhida de forma aleatória. O treinamento ocorreu durante seis dias consecutivos de forma que cada animal foi treinado por três vezes em dias alternados.

O comportamento dos animais foi registrado por meio da adaptação da metodologia proposta por Hemsworth et al. (1977a; 1978; 1981; 1983), que considera, dentre outros comportamentos, o número de saltos, tempo gasto para ejacular e a habilidade dos animais. O método de observação foi direto, com amostragem focal e registros contínuos dentro de cada período de treinamento.

A análise comportamental teve duração máxima de 20 minutos. Com os dados registrados, foi possível calcular o escore de libido dos animais por meio da adaptação da metodologia utilizada por Kozink et al. (2002), Okere et al. (2005), Estienne et al. (2007) e Frydrychová et al. (2011).

Adotou-se o delineamento aleatorizado com esquema de tratamentos fatorial 2x2, sendo o animal considerado como unidade experimental. Os dados sobre os comportamentos dos animais foram explorados por meio de estatísticas descritivas. Para averiguar se os tratamentos diferem quanto ao escore de libido, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis. A fim de comparar os grupos de animais, dois a dois, para inferir sobre os efeitos de linhagem e enriquecimento ambiental sobre a variável libido, utilizou-se o teste de Mann- Whitney. Para avaliar a influência dos fatores experimentais sobre respostas quantitativas, utilizou-se a análise de variância, seguida de testes *"post hoc"*. Todas as análises foram realizadas por meio do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 32 animais, 19 animais (59,37%) obtiveram sucesso no treinamento, o que significa que 40,63% dos machos não foram coletados após três tentativas. Na avaliação do comportamento dos animais durante o treinamento considerou-se como "treinado" o animal que montou no manequim, deixou ser coletado e não apresentaram dificuldade nos treinamentos subsequentes. A porcentagem de animais por tratamentos que obtiveram sucesso durante os três treinamentos para coleta de sêmen está exemplificada na Figura 1.

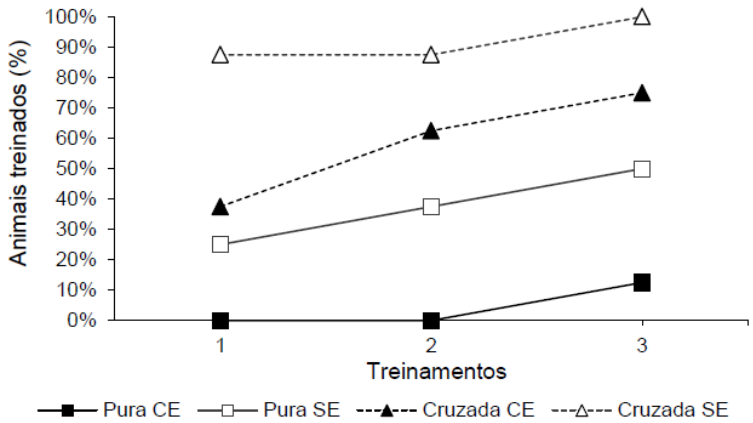


Figura 1. Porcentagem de animais treinados por tratamento com linhagens pura e cruzada e com enriquecimento ambiental (CE) e sem enriquecimento ambiental (SE), em cada treinamento avaliado.

A baixa porcentagem de animais treinados nos grupos com enriquecimento ambiental pode ser devido ao fato que os animais que anteriormente estavam alojados em

baias coletivas com enriquecimento foram alojados em gaiolas individuais. De acordo com Douglas et al. (2012), os animais são sensíveis a um decréscimo na qualidade do ambiente, assim, um suíno alojado em ambiente enriquecido, quando é transferido para um ambiente estéril, pode sofrer alterações no estado emocional e no comportamento.

Também é possível observar que os animais de linhas cruzadas foram mais eficientes que os de linhas puras em todos os treinamentos para coleta de sêmen. A diferença na atividade sexual entre animais de diferentes raças também foi verificada por, Wysokińska e Kondracki (2014) e Savić e Petrović (2015). Indicam que o melhor desempenho dos animais cruzados comparados aos puros pode ser resultado do efeito da heterose (WYSOKIŃSKA; KONDRACKI, 2014).

Verificou-se que pelo menos um par de tratamentos difere quanto à distribuição da variável libido (P=0,0037) e verificou-se que a distribuição da variável libido difere entre as linhas puras (3,187) e cruzadas (5,562), confirmando que as linhas cruzadas apresentaram maior média de escore de libido (P<0.001). Além disso, verificou-se que as distribuições do escore de libido não diferem entre os tratamentos CE (3,937) e SE (4,812) de maneira significativa (P=0,276).

Podemos afirmar que as linhas cruzadas apresentaram maior média de escore de libido. Já os tratamentos CE e SE na fase de crescimento não influenciaram no escore de libido dos machos na fase de treinamento.

CONCLUSÃO

A utilização de uma combinação de enriquecimentos ambientais na fase de crescimento de suínos reprodutores não influenciou no treinamento para coleta de sêmen desses animais. Todavia, os machos criados em ambientes enriquecidos obtiveram um maior número de animais não treinados. Os animais das linhas cruzadas apresentaram maior facilidade no treinamento para a coleta de sêmen e, consequentemente, maior rapidez na monta e menor necessidade de auxílio e estímulo do treinador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOUGLAS, C.; BATESON, M.; WALSH, C.; BÉDUÉ, A.; EDWARDS, S.A. Environmental enrichment induces optimistic cognitive biases in pigs. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v. 139, n. 1, p. 65-73, 2012.

ESTIENNE, M.J.; HARPER, A.F.; BEAL, W.E.; CRAWFORD, R.J. Effects of prostaglandins and prostaglandin synthesis inhibitors on sexual behavior in boars. Reproductive Biology, Amsterdam, v. 7, p. 163-175, 2007.

FRYDRYCHOVÁ, S.; OPLETAL, L.; MACÁKOVÁ, K.; LUSTYKOVÁ, A.; ROZKOT, M.; LIPENSKÝ, J. Effects of herbal preparation on libido and semen quality in boars. Reproduction in domestic animals, Berlim, v. 46, n. 4, p. 573-578, 2011.

HEMSWORTH, P.H.; TILBROOK, A.J. Sexual behavior of male pigs. Hormones and Behavior, New York, v. 52, n. 1, p. 39-44, 2007.

HEMSWORTH, P.H.; FINDLAY, J.K.; BEILHARZ, R.G. The importance of physical contact with other pigs during rearing on the sexual behaviour of the male domestic pig. Animal Production, Bletchley, v. 27, n. 02, p. 201-207, 1978.

HEMSWORTH, P.H.; WINFIELD, C.G.; CHAMLEY, W.A. The influence of the presence of the female on the sexual behaviour and plasma testosterone levels of the mature male pig. Animal Production, Bletchley, v. 32, n. 01, p. 61-65, 1981.

HEMSWORTH, P.H.; WINFIELD, C.G.; HANSEN, C. High mating frequency for boars: predicting the effect on sexual behaviour, fertility and fecundity. Animal Production, Bletchley, v. 37, n. 03, p. 409-413, 1983.

JANSEN, J.; BOLHUIS, J.E.; SCHOUTEN, W.G.; SPRUIJT, B.M.; WIEGANT, V.M. Spatial learning in pigs: effects of environmental enrichment and individual characteristics on behaviour and performance. Animal cognition, Berlim, v. 12, n. 2, p. 303-315, 2009.

KOZINK, D.M.; ESTIENNE, M.J.; HARPER, A.F.; KNIGHT, J.W. The effect of lutalyse on the training of sexually inexperienced boars for semen collection. Theriogenology, Stoneham, v. 58, n. 5, p. 1039-1045, 2002.

LEVIS, D.G.; REICKS, D.L. Assessment of sexual behavior and effect of sêmen collection pen design and sexual stimulation of boars on behavior and sperm output: a review. Theriogenology, Stoneham, v. 63, p. 630–642, 2005.

OKERE, C.; JOSEPH, A.; EZEKWE, M. Seasonal and genotype variations in libido, semen production and quality in artificial insemination boars. Journal of Animal and Veterinary Advances, Faisalabad, v. 4, n. 10, p. 885-888, 2005.

SAVIĆ, R.; PETROVIĆ, M. Effect of photoperiod on sexual activity of boar. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 44, n. 8, p. 276-282, 2015.

VAN DE WEERD, H.A.; DAY, J.E.L. A review of environmental enrichment for pigs housed in intensive housing systems. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v. 116, p. 1–20, 2009.

WYSOKIŃSKA, A.; KONDRACKI, S. Assessment of sexual activity levels and their association with ejaculate parameters in two-breed hybrids and pure-bred Duroc and Pietrain boars. Annals of Animal Science, Siedlce, v.14, n. 3, p. 559-571, 2014

INSTALACIONES PARA CONFINAMIENTO DE VACAS LECHERAS DEL TIPO COMPOST BARN EN LA ARGENTINA Y BRASIL: REVISIÓN

Juan Leandro Monge[1], Flávio Alves Damasceno[2], Carlos Eduardo Alves Oliveira[3], Jairo Alexander Osorio Saraz[4], Cristian Chiavassa[5].

[1]Universidad Nacional de Villa María, Córdoba-AR. leandromonge@gmail.com
[2]Universidade Federal de Lavras, Lavras-BR. flavio.damasceno@deg.ufla.br.
[3]Universidade Federal de Lavras, Lavras-BR. carlos.oliveira@engagricola.ufla.br
[4]Universidad Nacional de Colômbia, Sede Medellín, Medellín-CO. aosorio@unal.edu.co
[5]Produtor rural, Carlos Pellegrini-AR. cristian.chiavassa@grupochiavassa.com

RESUMEN - El sistema de compost barn (CBP) esta siendo cada vez más difundido en países que están intensificando la producción de leche, siendo un modelo de confinamiento que presenta condiciones de tales como, flexibilidad de manejo de camas y animales, un comportamiento animal más natural, relativa baja inversión, adaptable a pequeñas escalas, entre otros. El presente trabajo presenta ejemplos lo que sucede en Brasil y Argentina en los últimos 5 años, donde se ha observado un creciente incremento en la implementación de estos sistemas. Esto genera un impacto positivo en la producción, y a su vez, nuevas demandas de tecnología (insumos y procesos), maquinaria y asesoramiento. En Brasil, estados como Minas Gerais ya presentan alrededor de 50 instalaciones de CBP, mientras que en Argentina, el número llega alrededor de 30 establecimientos con CBP. Los unos nuevos desafíos para el sistema están enfocados en la adaptación regional y de los productores para lograr el aprovechamiento del modelo de CBP para obtener mejor eficiencia productiva y económica de su establecimiento.
Palabras claves: ganadería lechera, producción animal, compostaje.

CONCEPTO E HISTORIA

Es un sistema relativamente reciente en todo el mundo, el *compost bedded pack barn* - o simplemente *compost barn* (CBP) - surgió como una alternativa a los sistemas convencionales utilizados en la ganadería lechera. Se calcula que su aparición se produjo en el año 2001, en el estado de Minnesota, como una variación a los sistemas denominados *loose housing*. El concepto principal de este sistema es presentar una gran área común recubierta por cama de material suave y confortable, generalmente aserrín o viruta de madera, donde los animales permanecen libres para acostarse, moverse y expresar su comporto naturalmente. Se destacan como ventajas de la implantación del CBP la mejora en el confort y bienestar del rebaño, incrementos en productividad y sanidad, reducción de los costos de producción, así como una mejora en la gestión de los

desechos orgánicos producidos en la instalación, a través del proceso de compostaje (BARBERG et al., 2007; JANNI et al., 2007; BLACK et al., 2013).

El sistema CB viene ganando adeptos en las diferentes partes del mundo, habiendo información de su implantación en varios países, como Alemania, Brasil, China, Dinamarca, Estados Unidos, Holanda, Italia, Israel, Japón, entre otros (DAMASCENO, 2012).

CBP EN BRASIL

En Brasil, el interés por el CBP comenzó en el año 2012, siendo el primer registro de su utilización fue en la Hacienda Santa Andrea, en Itararé – SP. Allí, se instaló el sistema en sustitución de corrales (ensenadas) con comederos cubiertos, optando por la utilización del CBP por su bajo costo comparado con sistemas de free-stall, la rapidez de construcción y de la mejora en las condiciones de bienestar de los animales, que cita la literatura a respecto (SILANO & SANTOS, 2012). Actualmente, ya se tienen registros de la construcción de este tipo de instalaciones en forma creciente en el país estados como, Minas Gerais (BRITO, 2016; RIBEIRO et al., 2018), São Paulo (BARRETO, 2017), Paraná (JOAQUIM et al., 2016), Santa Catarina (RADAVELLI, 2018), Rio Grande do Sul (WEBER et al., 2018), Ceará (PEIXOTO, 2017), entre otros.

En el Estado de Minas Gerais, principal productor de leche del país, es creciente el número de CBP, habiendo registros de más de 50 instalaciones en funcionamiento (Figura 1).

A. B.



C. D.



Figura 1. Instalaciones CBP en el Estado de Minas Gerais: Carmo da Cachoeira (A), Coqueiral (B), Madre de Deus de Minas (C) e Varginha (D).

CBP EN ARGENTINA

El CBP en Argentina se presenta como una alternativa de estabulación para productores que no estaban convencidos de poder construir o gestionar el sistema de free stall, como así también la necesidad de mejorar las condiciones de confort (estres por calor y barro principalmente) de los actuales corrales al aire libres (Open lot).

En Argentina, el sistema de confinamiento CBP tiene sus inicios con la experiencia de un establecimiento en la zona de Pahuajó en provincia de Buenos Aires en alrededor del año 2009.

Por otra parte, en la zona rural de la ciudad de Carlos Pellegrini, provincia de Santa, la empresa Grupo Chiavassa, ha sido un importante impulsor del sistema, no solo poniendo en marcha el su propio CBP, sino desarrollando tareas de investigación sobre los mismos para mejorar la adaptación del sistema a las condiciones de Argentina. Para ello, los miembros de la empresa viajaron a Israel y visitaron algunas instalaciones CBP las cuales cuentan con una densidad de 20 a 30 m^2 por animal y utilizan desecho de los animales secos en el área de cama. De los datos recogidos y los sistemas visitados, los productores observaron que los animales expresaban el comportamiento más cercano al natural (corrían, saltaban, echaban, etc.) y también que el manejo de la cama era simple, además de la posibilidad de no ser necesario gestionar efluentes líquidos diariamente. En este sentido, se tomó la decisión de iniciar el proyecto de una instalación CBP como herramienta para proporcionar mayor confort a las vacas. El primer proyecto de CBP fue basado en la extrapolación de los sistemas israelíes, con dos CBP que proporcionarían 20 m^2 por vaca, techos deslizantes que permitieran su apertura para mayor aireación y entrada de radiación para mejorar el secado de la cama (Figura 2C); a su vez el techo

brinda la posibilidad de recoger y almacenar el agua de lluvia. En septiembre de 2013 se concluyó la construcción de los dos CBP de 33 m de ancho y 120 m de longitud, uno adyacente al otro (Figura 2D), con la calle de mixer y comedero compartida entre ambos CBP (Sammartino, 2015).

Como los CBP fueron proyectados con un 100% de área de cama, es decir, sin la presencia de pasillo de alimentación con piso de concreto donde la vaca se para a comer o beber, se agregó una línea adicional de comedero en el lado externo de cada uno de los CBP para proporcionar la ración en laterales opuestos día por medio, y así lograr una mejor distribución de las heces y orina. Además, los bebedores se ubicaron en el centro del área de cama de cada CBP (Figura 3) con la intensión de que el área de cama tuviera una mayor homogeneidad en la distribución de heces y orina.



Figura 2. Corrales (open lot) con comederos de madera y sombras móviles (A); Sistema de corral al aire libre y pista de alimentación fija (B); Sistema de corral al aire libre (Open lot) con sombras móviles (C); Sistema de corral al aire libre, pista de alimentación fija y techada (D).

La decisión del productor de no incorporar el pasillo de alimentación con piso de concreto se basó en la necesidad de reducir el manejo diario del efluente líquido, aumentando la flexibilidad del sistema, y considerando que la acumulación de desechos en la cama facilita la logística de aplicación a campo y una reducción de los costos, ya que el material aplicado es de menor humedad que el efluente líquido.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

Una vez finalizado la construcción, el material de inicio que se colocó en el área de cama (desecho seco de corrales externos) se había mezclado con un poco de suelo presente en la base de los CBP. Cuando las vacas se ingresaron en cada CBP y el sistema se puso en funcionamiento, el productor comenzó, con el paso de unos meses, a incrementar la cantidad de animales en cada CBP, con el fin de reducir la inversión inicial por animal. En consecuencia, con las condiciones ambientales locales, errores de diseño y falta de experiencia, las instalaciones CBP comenzaron a generar deficiencias en el funcionamiento adecuado del proceso de compostaje, dificultando el incremento de la temperatura de la cama y equilibrio de la humedad, resultando en condiciones desfavorables e incluso perjudiciales para los animales.

A. B.



C. D.

Figura 3. Compost barn en Argentina.

A partir de las dificultades presentadas inicialmente, el productor buscó ayuda de profesionales con experiencia en manejo de camas de instalaciones CBP en Brasil y Estados Unidos. Las recomendaciones que fueron la incorporación de ventilación artificial, retirar los bebederos del centro de la cama, incorporar el sustrato orgánico seco con alta relación carbono:nitrógeno (cascara de maní) al material de la cama utilizando, incorporación de roto cultivador, entre otras (Figura 4).

 ISBN: 978-85-66836-24-0

A. B.



Figura 4. Mejoras realizada en el manejo de cama en instalaciones de CBP en Argentina.

La implementación del sistema de CBP en Argentina se vio acelerada desde el año 2017 al presente, esto impulsado principalmente por los excesos hídricos que afectan a los sistemas de confinamiento al aire libre, y que intensificaron durante los otoños de 2015 y 2016, con inundaciones y temporales prolongados que afectaron, no solo la producción individual y su performance general, sino la salud y vida de los animales. Actualmente, alrededor de 30 establecimientos cuentan con sistemas de compost CBP (en muchos casos con más de un galpón por establecimiento), considerando los que ya están en funcionamiento y los que se encuentran en construcción para iniciar su puesta en marcha durante 2019 (Sammartino, 2015). Los CBP se distribuyen principalmente en la provincia de Córdoba, Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos y Salta (com. Pers. Iachetta, 2018*).* Los productores promedio que adoptan estas tecnologías van de 200 a 300, pero hay experiencias de hasta de 1200 vacas en ordeño.

El principal sustrato que se considera actualmente es la cascara de maní (90% de la producción se concentra en la provincia de Córdoba). En este sentido, los CBP han surgido como un nuevo demandante de este insumo, que debe competir con los feed lots principalmente, pero también con la creciente demanda para su uso como fuente de energía en la generación de electricidad, lo cual genera un motivo de incertidumbre en los productores al momento de definir la estrategia de diseño y futuro manejo del CBP (Figura 5).

A. B.



C. D.

Figura 5. CBP para 300 vacas con cama de cascara de maní (también paja trigo), con pista de concreto laterales (carga media 9 m^2/vaca) con 3,5 kg de sustrato/vaca/día (A-B); y con cama de cascara de maní (también se usa paja de maíz y trigo), sin pista de concreto (carga media 13,8 m^2/vaca) con 5 kg de sustrato/vaca/día (C-D).

CONCLUSIONES

En los últimos años, se observa un crecimiento rápido de la implantación del sistema Compost Barn para la creación de novillas y vacas en lactación en Argentina y Brasil, por ofrecer, principalmente a los pequeños y medianos productores, una alternativa para el aumento de la productividad y mejora en la calidad de la leche, proporcionando mayor confort e higiene al rebaño, además de contribuir a la reducción de problemas en las piernas y los cascos.

A pesar del aumento de la popularidad del sistema Compost Barn, el conocimiento científico sobre este sistema, principalmente para las condiciones brasileñas y argentinas, es escaso, necesitando, por lo tanto, de más estudios que puedan auxiliar a los productores y técnicos especializados en el proceso de toma de decisión y, la planificación.

REFERENCIAS BIBLIGRÁFICAS

BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; JANNI, K. A. Compost dairy barns in Minnesota: A descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, p. 97-102, 2007.

BARRETO, N. **Gestão da qualidade do através do sistema Compost Barn:** Um estudo de caso na Fazenda Adriana – Valentim Gentil/SP. 2017. Monografia (Bacharelado em Administração) – Centro Universitário de Votuporanga, Votuporanga – SP.

BLACK, R. A.; TARABA, J. L.; DAY, G. B.; DAMASCENO, F. A.; BEWLEY, J. M. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 12, p. 8060-8074, 2013.

BRITO, E. C. **Produção intensiva de leite em Compost Barn: Uma avaliação técnica e econômica sobre a sua viabilidade**. 2016. Dissertação de Mestrado (Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora – MG.

DAMASCENO, F. A. **Compost Bedded Pack Barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

JANNI, K. A.; ENDRES, M. I.; RENEAU, J. K.; SCHOPER, W. W. Compost dairy barn layout and management recommendations. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 23, n. 1, p. 97-102, 2007.

JOAQUIM, S. F.; JUNQUEIRA, N. B.; OLIVEIRA, G. C.; GUIMARÃES, F. F.; DALANEZI, F. M.; SALINA, A.; MANZI, M. P.; LANGONI, H. Mastite bovina por *Mycoplasma spp.* em propriedade de vacas leiteiras de alta produção no estado do Paraná, Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 14, n. 3, p. 73-74, 2016.

PEIXOTO, M. S. M. **Termorregulação de bovinos leiteiros confinados em instalação *Compost Barn* em região semiárida**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.

RADAVELLI, W. M. **Caracterização do sistema *Compost Barn* em regiões subtropicais do Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro Educacional do Oeste, Universidade Estadual de Santa Catarina, Chapecó – SC.

RIBEIRO, V. S.; ANDRADE, J. P. N.; GRACIOSA, M. G. Importância da ambiência para o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas leiteiras. **Saber Digital**, v. 11, n. 1, p. 67-76, 2018.

SAMMARTINO, A. El galpón de compost - La tercera vía. Revista Infortambo. Outubro de 2015, pg. 52 - 60.

SILANO, C.; SANTOS, M. V. Você sabe o que é um Compost Barn?. **Revista Leite Integral**, n. 46, p. 40-43, 2012. Disponível em: <http://www.revistaleiteintegral.com.br>. Acesso em: 18 de setembro de 2018.

WEBER, C. T.; BUSANELLO, M.; CALGARO, J. L. B.; SCHNEIDER, C. L. C.; GEHRKE, C. R.; ALMEIDA, A. P. A.; ANTUNES, G. V.; HAYGERT-VELHO, I. M. P. Composição do leite em relação às estações do ano em um rebanho leiteiro confinado em sistema *Compost Barn*. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 28., Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 55., 2018, Goiânia. *Anais*... Goiânia: SBZ, 2018. p. 1-5.

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA ESTIMATIVA DA CARGA TÉRMICA RADIANTE NO INTERIOR DE GALPÕES

Pedro Hurtado de Mendoza Borges[1], Zaíra Morais dos Santos Hurtado de Mendoza[2], Pedro Hurtado de Mendoza Morais[3], Felipe Schmidt Ruver[4], Charles Esteffan Cavalcante[5], Ronei Lopes dos Santos[6].

[1]Professor Titular, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Cuiabá-MT. pborges@ufmt.br
[2]Professora Associada, Faculdade de Engenharia Florestal, Cuiabá-MT. zaira@ufmt.br
[3]Acadêmico do Curso de Agronomia da UFMT, Cuiabá-MT. pedromorais08@hotmail.com
[3]Acadêmico do Curso de Agronomia da UFMT, Cuiabá-MT. felipexz789@gmail.com
[3]Acadêmico do Curso de Agronomia da UFMT, Cuiabá-MT. charlescavalcante05@gmail.com
[3]Acadêmico do Curso de Agronomia da UFMT, Cuiabá-MT. roneilopis@gmail.com

RESUMO - Objetivou-se com este estudo desenvolver redes neurais artificiais para a predição do conforto térmico animal, com base na temperatura ambiente e a velocidade do ar correspondente ao dia no calendário juliano. Os dados de temperatura e velocidade do ar foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia, referentes a uma série histórica de 30 anos proveniente da Estação Meteorológica Convencional Padre Ricardo Remetter, localizada no município de Santo Antônio de Leverger-MT. A carga térmica de radiação, em função das variáveis climáticas, foi determinada para cada dia do ano. Assim, o dia do ano foi a variável de entrada para as redes neurais e a carga térmica de radiação a de saída. O número de camadas e neurônios foi variável de acordo com as diferentes arquiteturas. O ajuste dos modelos foi verificado com base no coeficiente de determinação, no erro absoluto médio, na porcentagem média do erro absoluto, bem como nos testes de normalidade e do teste t-Student. Os valores estimados pelas redes e os obtidos a partir da série histórica não evidenciaram discrepância significativa. Entretanto, as redes com melhor desempenho foram selecionadas para uma análise gráfica de resíduos. Concluiu-se que as redes neurais desenvolvidas neste estudo foram apropriadas para predizer o conforto térmico animal com adequada confiabilidade e precisão, sendo quatro modelos com duas camadas ocultas os que melhor se adequaram para o objetivo proposto, dado que apresentaram índices superiores.
Palavras-chave: inteligência artificial, conforto térmico, séries temporais.

INTRODUÇÃO

Dentre outros critérios, o conforto térmico é fundamental para avaliar o bem-estar animal, uma vez que possibilita identificar as condições ambientais e microclimáticas do seu alojamento. Diversas pesquisas têm constatado redução significativa no desempenho produtivo e reprodutivo dos animais devido ao estresse térmico (COUTINHO et al., 2014; NAVAS et al., 2016; NETO & BITTAR, 2018). O grau de estresse térmico do animal pode ser acentuado pela influência de variáveis climáticas como a temperatura e a velocidade do vento. As condições ambientais dos animais têm sido avaliadas por meio

de índices de conforto térmico como a carga térmica radiante (CTR) sugerida por Esmay (1982).

Tanto a temperatura ambiente, quanto a velocidade do vento são informações meteorológicas disponíveis em bancos de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e podem ser obtidas facilmente. Já, a temperatura do globo negro, nem sempre é possível a sua aquisição de forma direta nessas bases de dados. Nesse sentido, Abreu et al. (2011) ajustaram um modelo linear com erro na predição de 3,19% para estimar a temperatura do globo negro, em função da temperatura de bulbo seco.

As redes neurais artificiais têm sido aplicadas na estimativa de variáveis e modelagem de processos a partir de valores conhecidos. Santos et al. (2016) utilizaram esses recursos para monitorar suínos e obtiveram resultados precisos com adequada confiabilidade. Borges et al. (2018) desenvolveram redes neurais artificiais para predizer o Índice de Temperatura e Umidade conforme o dia do ano na cidade de Santo Antônio de Leverger-MT. Nesses estudos adotaram-se as redes neurais artificiais do tipo perceptrón com múltiplas camadas. Nesses trabalhos constata-se a viabilidade da aplicação das redes neurais e a sua habilidade para a previsão de informações.

As pesquisas consultadas permitem inferir que as redes neurais artificiais constituem uma útil e poderosa ferramenta computacional no processamento de dados meteorológicos e que pode ser viável o seu uso para estimar a carga térmica de radiação, baseada em informações climáticas de séries históricas registradas nas proximidades de instalações zootécnicas. Assim, este estudo fundamenta-se na hipótese de que esses modelos podem proporcionar os critérios para caracterizar o ambiente térmico em galpões, auxiliando a tomada de decisão para o adequado manejo dos animais. A problemática abordada motivou a elaboração deste trabalho, que tem como objetivo aplicar redes neurais artificiais na predição do conforto térmico animal para cada dia do ano, em função da temperatura do bulbo seco e da velocidade do ar.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo foram utilizados os dados horários da temperatura de bulbo seco e da velocidade do vento para uma série histórica de 30 anos, coletados na Estação Meteorológica Convencional Padre Ricardo Remetter, código OMN 83364, operante desde 01/01/1986, localizada no município Santo Antônio de Leverger-MT, com latitude de -15,7833°, longitude de -56,0667° e altitude de 140 m. As referidas informações

correspondem ao período compreendido entre 01/07/1998 e 30/06/2018 nos horários de 00:00, 12:00 e 18:00 horas, disponíveis no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia. A região apresenta clima tropical, com temperatura média anual de 26,1°C e pluviosidade média anual de 1267 mm (INMET, 2018).

Os dados obtidos foram armazenados em arquivos textos e planilhas eletrônicas. Com as ferramentas de filtro e classificação disponíveis nas planilhas foram determinados os valores da carga térmica de radiação (CTR) para cada dia. Esse índice foi estimado utilizando-se a expressão sugerida por Esmay (1982), dada por:

$$CTR = \alpha \cdot TRM^4 \quad (1)$$

em que,
CTR - Carga térmica de radiação (W m^{-2});
α - Constante de Stefan-Boltzmann (5,67 x 10^{-8} W m^{-2} K^{-4});
TRM - Temperatura média radiante (K).

Pela sua vez a temperatura média radiante foi determinada por:

$$TRM = 100 \cdot \left[2{,}51 \cdot \sqrt{v} \cdot (Tgn - Tbs) + (Tgn100)\right]^{0,25} \quad (2)$$

em que,
Tgn - Temperatura do globo negro (K);
Tbs - Temperatura de bulbo seco ou ambiente (K);
v - Velocidade do vento (m s^{-1}).

A temperatura do globo negro foi estimada conforme Abreu et al. (2011), como sendo:

$$Tgn = 1{,}0335 \cdot Tbs + 0{,}456 \quad (3)$$

Os valores da Carga Térmica de Radiação (CTR) para cada dia do ano foram introduzidos e processados pelo programa estatístico R para definir as possíveis arquiteturas das redes neurais artificiais (R CORE TEAM, 2018). Tomando como referência os estudos de Borges et al. (2017, 2018), optou-se pelas redes neurais artificiais com estrutura perceptrón de múltiplas camadas (MPL), para a predição do referido índice térmico, em função do dia juliano. Em seguida, foram definidas diversas arquiteturas de redes, tendo como variável independente na camada de entrada o dia juliano e como

variável dependente na camada de saída a carga térmica radiante (CTR), contendo também uma ou duas camadas intermediárias com até 15 neurônios cada uma. Tanto a variável de entrada, quanto a de saída foram normalizadas entre 0 e 1 para evitar saturação e erros no resultado e depois os valores estimados foram desnormalizados, utilizando-se as relações:

$$Vnor = \frac{Vori - Vmin}{Vmax - Vmin} \quad (4) \text{ e}$$

$$Vdnor = Vnor\,(Vmax - Vmin) + Vmin \quad (5)$$

em que,
Vnor – valor normalizado de CTR (adimensional);
Vori – valor original de CTR (W m^{-2});
Vmin – valor mínimo do conjunto de dados de CTR (W m^{-2});
Vmax – valor máximo do conjunto de dados de CTR (W m^{-2}).
Vdnor – valor estimado desnormalizado de CTR (W m^{-2}).

Conforme Borges et al. (2017, 2018), para reduzir o número de redes neurais obtidas e selecionar as mais adequadas, foram calculados o coeficiente de determinação (R^2), erro absoluto médio (MAE), erro quadrático médio (MSE), raiz do erro quadrático médio (RMSE) e porcentagem média do erro absoluto (MAPE). As redes que apresentaram os melhores índices foram submetidas a uma análise de normalidade dos resíduos por meio dos testes de Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors e Shapiro-Wilk e de ajuste entre os valores observados e estimados aplicando-se o teste t-Student (BORGES et al., 2017, 2018). Embora os critérios analíticos apresentados possibilitam concluir sobre a precisão das redes na previsão da carga térmica de radiação (CTR), Borges et al. (2017, 2018) recomendam elaborar o histograma dos resíduos e o diagrama quantil-quantil com as bandas do intervalo de confiança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na presente pesquisa foram testadas 78 arquiteturas de redes neurais artificiais, contendo uma camada de entrada, uma ou duas camadas intermediarias (ocultas) e uma de saída. O aumento de uma camada intermediária para duas elevou a precisão dos resultados. Entretanto, o aumento do número de neurônios nessas camadas não interferiu no desempenho da rede neural. Na Tabela 1 constam os resultados correspondentes às dez redes neurais artificiais com índices satisfatórios. De acordo com essa Tabela as arquiteturas 2, 5, 6 e 10 apresentaram os maiores coeficientes de determinação (R^2) e os

menores valores do erro absoluto médio (MAE), da raiz do erro quadrático médio (RMSE) e da porcentagem do erro absoluto médio (MAPE).

Tabela 1. Valores dos índices avaliados para cada arquitetura de rede neural artificial.

RNA	Arquitetura	R^2 (-)	MAE (-)	MSE (-)	RMSE (-)	MAPE (%)
1	MLP 1:1-2-6-1:1	0,7597	0,0129	0,0003	0,0170	1,2909
2	MLP 1:1-3-6-1:1	0,7755	0,0127	0,0003	0,0166	1,2711
3	MLP 1:1-4-4-1:1	0,7635	0,0130	0,0003	0,0170	1,2982
4	MLP 1:1-5-4-1:1	0,7658	0,0128	0,0003	0,0169	1,2846
5	MLP 1:1-6-5-1:1	0,7823	0,0123	0,0003	0,0164	1,2325
6	MLP 1:1-6-6-1:1	0,7755	0,0127	0,0003	0,0166	1,2653
7	MLP 1:1-7-8-1:1	0,7643	0,0127	0,0003	0,0170	1,2735
8	MLP 1:1-8-5-1:1	0,7618	0,0130	0,0003	0,0171	1,3013
9	MLP 1:1-8-7-1:1	0,7664	0,0128	0,0003	0,0169	1,2784
10	MLP 1:1-9-5-1:1	0,7717	0,0127	0,0003	0,0168	1,2740

Os valores do coeficiente de determinação obtidos neste estudo foram inferiores aos estimados por Borges et al. (2017), sendo maiores do que 0,9. Entretanto, foram superiores aos determinados por Borges et al. (2018) de 0,71 em média. Provavelmente, essas discrepâncias devem-se à elevada oscilação diária ao longo dos anos das variáveis temperatura e velocidade do ar, o que sem dúvidas gera diferenças entre os valores observados e estimados pelos modelos. Contudo, as quatro referidas arquiteturas apresentaram coeficientes de determinação superiores a 0,7, valor mínimo aceito neste trabalho para indicar ajuste adequado.

Os testes de Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk e Lilliefors aplicados aos resíduos das quatro redes neurais artificiais evidenciaram probabilidade superior a 0,05 (Tabela 2). De acordo com esse resultado podemos aceitar a hipótese de normalidade da sua distribuição. Na Tabela 2 observa-se, ainda, que não há diferença significativa entre os valores observados e os estimados pelas quatro redes conforme o teste t-Student, dado pela probabilidade maior do que 0,99. Esses resultados constituem premissas básicas para obter um adequado ajuste entre valores observados, isto é, os coletados ou obtidos experimentalmente e os estimados por modelos.

Tabela 2. Resultados dos testes de normalidade e ajuste para as quatro redes neurais artificiais

RNA e Arquitetura	Estatísticas e probabilidades dos testes realizados			
	Normalidade dos resíduos			Ajuste
	Kolmogorov-Smirnov	Shapiro-Wilk	Lilliefors	t-Student
2) MLP 1:1-3-6-1:1	D= 0,0513 p= 0,2923 (ns)	W= 0,9843 p= 0,0523 (ns)	D= 0,0513 p= 0,0795 (ns)	t=0,0115 p= 0,9908 (ns)
5) MLP 1:1-6-5-1:1	D= 0,0617 p= 0,1241 (ns)	W= 0,9857 p= 0,0583 (ns)	D= 0,0617 p= 0,0571 (ns)	t= 0,0077 p= 0,9939 (ns)
6) MLP 1:1-6-6-1:1	D= 0,0518 p= 0,2824 (ns)	W= 0,9861 p= 0,0867 (ns)	D= 0,0518 p= 0,0753 (ns)	t= 0,0043 p= 0,9965 (ns)
10) MLP 1:1-9-5-1:1	D= 0,0535 p= 0,2465 (ns)	W= 0,9853 p= 0,0829 (ns)	D= 0,0535 p= 0,0817 (ns)	t= 0,0054 p= 0,9957 (ns)

Legenda: D, W e t: Estatísticas dos testes; p: Valor de probabilidade; ns: Não significativo.

Neste estudo os três testes de normalidade evidenciaram resultados semelhantes. A premissa de normalidade dos resíduos confere maior confiabilidade na aplicação do teste t-Student. Assim, os resultados obtidos permitem afirmar que os valores dos resíduos seguem uma distribuição simétrica sem ocorrência de valores estimados discrepantes ou muito distantes dos observados.

Os resultados dos testes analíticos confirmaram a normalidade dos resíduos das redes e o seu adequado ajuste. Entretanto, foram elaborados o histograma com a curva da probabilidade para os resíduos padronizados e o gráfico de probabilidade normal com as bandas do intervalo de confiança de 95% com o propósito de visualizar a distribuição desses resíduos em relação às suposições de normalidade e independência, bem como à ocorrência de valores estimados muito discrepantes dos observados e sua magnitude (Figuras 1 e 2).

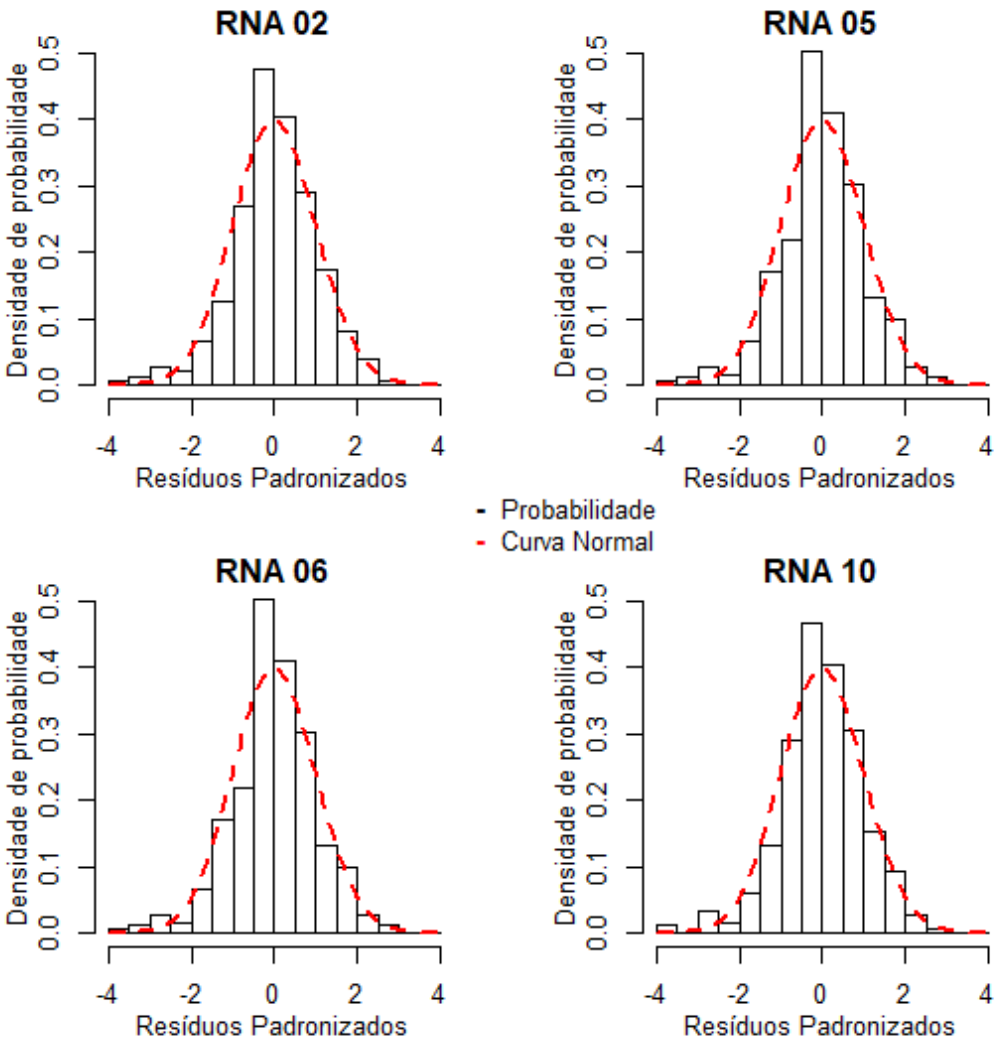


Figura 1. Histograma da densidade de probabilidade dos resíduos padronizados para cada rede.

Para as quatro redes neurais selecionadas, observa-se uma distribuição simétrica com a maior concentração de valores na região central e poucos valores nas extremidades, estando muito próxima da curva normal (Figura 1). Na Figura 2, nota-se que a maior parte dos pontos coordenados formados pelos valores dos quantis teóricos e dos resíduos aproximaram-se da linha de referência ou bissetriz e afastaram-se alguns pontos somente nos extremos. Na própria Figura constata-se, ainda, que todos os pontos permaneceram entre os limites de confiança para 95%. Essas características indicam que os resíduos apresentaram distribuição normal, o que confere maior confiabilidade à estimativa dos valores da carga térmica de radiação pelas redes neurais artificiais desenvolvidas.

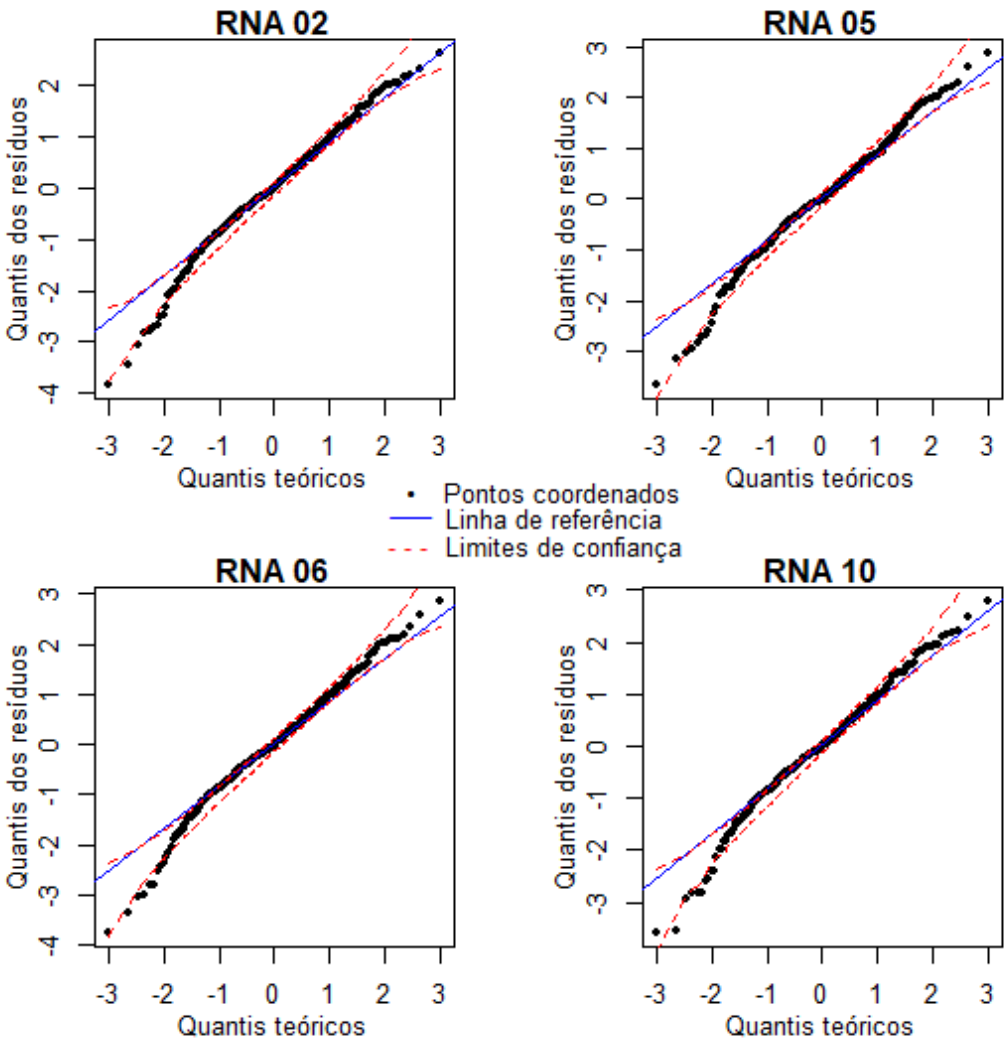


Figura 2. Gráfico de probabilidade normal dos resíduos padronizados (Q-Q Normal) com as bandas do intervalo de confiança para 95%.

Após a confirmação do adequado ajuste das quatro redes neurais selecionadas por meio de análises analítica e gráfica, foi elaborado o diagrama de dispersão para representar os valores da carga térmica de radiação (CTR) observados e estimados, em função do dia juliano (Figura 5). Conforme essa Figura, os valores estimados pelas quatro redes seguiram a tendência apresentada pelos valores reais observados da referida variável de forma semelhante e não evidenciaram grandes diferenças entre elas, ficando as correspondentes curvas muito próximas.

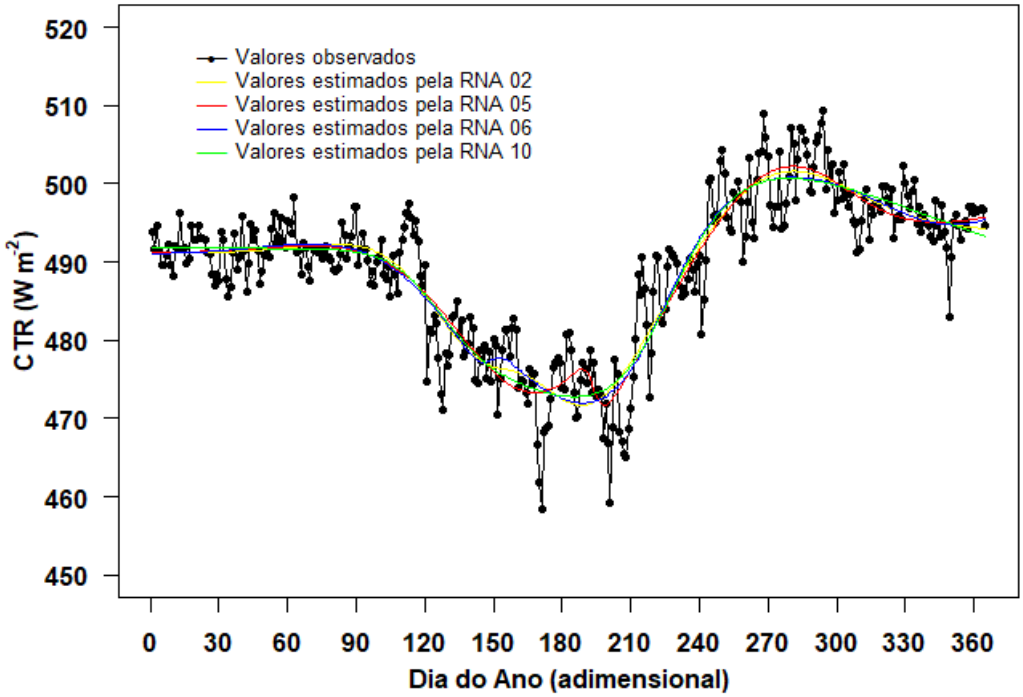


Figura 3. Diagrama de dispersão do índice de temperatura e umidade, em função do dia do ano.

Os resultados obtidos evidenciaram a excelente capacidade das redes neurais artificiais para estimar ou predizer valores com adequada precisão, apesar da elevada variabilidade diária dos dados iniciais da temperatura ambiente e da velocidade do vento na região. Nesta pesquisa corroboram-se as afirmações formuladas por Borges et al. (2017, 2018). Deve-se salientar que as referidas redes detectaram satisfatoriamente a sazonalidade climática da região, referente à carga térmica de radiação em ambiente coberto, aspecto de relevante importância no manejo de animais, principalmente em confinamento.

CONCLUSÃO

Os dados meteorológicos utilizados possibilitaram definir as arquiteturas de redes neurais artificiais satisfatórias para o objetivo desta pesquisa. As redes do tipo perceptrón formadas por tipologias de duas camadas ocultas foram apropriadas na predição do conforto térmico animal, em função do dia juliano. As redes neurais desenvolvidas apresentaram adequada confiabilidade e precisão nas predições, o que justifica a sua aplicação como uma ferramenta útil e viável no planejamento, gestão e manejo de animais, principalmente em confinamento.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; FRANCISCON, L.; COLDEBELLA, A.; AMARAL, A. G. Estimativa da temperatura de globo negro a partir da temperatura de bulbo seco. Revista Engenharia na Agricultura, v.19, n..6, p.557-563. 2011.

BORGES, P.H.M.; MENDOZA, Z.M.S.H.; MAIA, J.C.S.; BIANCHINI, A.; FERNÁNDES, H.C. Estimation of fuel consumption in agricultural mechanized operations using artificial neural networks. Revista Engenharia Agrícola, v. 37, n.1, p.136-147. 2017.

BORGES, P.H.M.; MENDOZA, Z.M.S.H.; MORAIS, P.H.M.; SANTOS, R.L. Artificial neural networks for predicting animal thermal comfort. Revista Engenharia Agrícola, v.38, n.6, p.844-856. 2018.

COUTINHO, G.S.; MAGALHÃES, P.C.M.; FORMIGONI, A.S.; VALLE, G.R.; MOREIRA, A.H. Conforto térmico e manejo de suínos na maternidade levando em consideração o bem-estar animal. Revista Eletrônica Nutritime. v.11, n.1, p.3109-3119. 2014.

ESMAY, M.L. Principles of animal environment. 2 nd . West Port: AVI, 1982. 325p.
INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 20 junho 2018.

NAVAS, T.O.; OLIVEIRA, H.F.; CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; HELLMEISTER FILHO, P. Estresse por calor na produção de frangos de corte. Revista Eletrônica Nutritime, v.13, n.1, p.4550-4557. 2016.

NETO, O.V.; BITTAR, D.Y. Análise do conforto térmico e sua influência na produção e qualidade do leite em ambiente de domínio de cerrado. Revista PUBVET, v.12, n.4, p.1-6. 2018.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 10 junho 2018.

SANTOS, D.S.; ARCE, A.I.C.; PIZA, L.V.; SILVA, A.C.S.; COSTA, E.J.X.; TECH, A.R.B. Redes bluetooth associadas a redes neurais artificiais para monitoramento de suínos. Revista Archivos de Zootecnia, v.65, n.252, p.557-563. 2016.

AUTOMAÇÃO DE BAIXO CUSTO NO CONTROLE E MONITORAMENTO DA ILUMINAÇÃO PARA AVES DE CORTE

Pedro Hurtado de Mendoza Morais[1], Pedro Hurtado de Mendoza Borges[2], Zaíra Morais dos Santos Hurtado de Mendoza[3], Ronei Lopes dos Santos[4], Charles Esteffan Cavalcante[5], Felipe Schmidt Ruver[6].

[1]Acadêmico do Curso de Agronomia da UFMT, Cuiabá-MT. pedromorais08@hotmail.com
[2]Professor Titular, Faculdade de Agronomia e Zootecnia, Cuiabá-MT. pborges@ufmt.br
[3]Professora Associada, Faculdade de Engenharia Florestal, Cuiabá-MT. zaira@ufmt.br
[1]Acadêmico do Curso de Agronomia da UFMT, Cuiabá-MT. roneilopis@gmail.com
[1]Acadêmico do Curso de Agronomia da UFMT, Cuiabá-MT. charlescavalcante05@gmail.com
[1]Acadêmico do Curso de Agronomia da UFMT, Cuiabá-MT. felipexz789@gmail.com

RESUMO - Os programas de iluminação nos aviários têm como principal finalidade estimular o consumo de alimentos no momento adequado para melhorar o desempenho, pois possibilita o acesso às aves a água e ração. Esses programas têm relevante importância durante a fase inicial de desenvolvimento das aves, uma vez que facilita a adaptação das aves ao ambiente. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema automatizado de baixo custo para controlar e monitorar o programa de luz de instalações para avicultura de corte. Por meio de um sensor de luminosidade (TSL2561) conectado a um microcontrolador Arduíno foi possível acionar dois circuitos de iluminação para manter valores adequados do fluxo luminoso e do fotoperíodo requerido pelas aves, em função da sua idade. Os valores foram estabelecidos com base nas referências bibliográficas consultadas. Para o correto funcionamento do sistema foram elaborados o fluxograma para um programa computacional e a sua implementação na linguagem C, utilizando-se o ambiente de desenvolvimento do próprio microcontrolador. Durante os testes, o sistema controlou os circuitos e armazenou os dados conforme previsto, evidenciando bom desempenho. Concluiu-se que, foi possível a automação em pequenas propriedades rurais para controlar e monitorar o programa de luz na avicultura de corte. O sistema proposto poderá reduzir o consumo de energia na propriedade, dado que os circuitos são acionados, apenas, para completar o fotoperíodo requerido pelas aves. Este trabalho servirá como uma ferramenta para os avicultores, contribuindo com a redução de custos e com a sustentabilidade de seus empreendimentos.
Palavras-chave: pograma de luz; conforto animal; Arduíno.

INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso destaca-se como produtor e exportador da carne de frango no cenário nacional, ocupando a sétima e a oitava posição respectivamente (EMBRAPA, 2018). Esses resultados poderiam melhorar com o controle automatizado do programa de iluminação, pois a sua influência sobre o desempenho tem sido constatada em diversas pesquisas (MORAES et al., 2008; LIMA et al., 2014; SANTANA et al., 2014; SILVA & GAI, 2017). Entretanto, o elevado custo desses sistemas pode inviabilizar o uso dessa

tecnologia nas propriedades de pequenos e médios produtores rurais, que nem sempre dispõem de recursos e capital financeiro suficientes para essa finalidade.

As plataformas eletrônicas de baixo custo do tipo Arduíno, tem possibilitado a automação de processos e sistemas na agricultura (OKABE et al., 2015; REIS et al., 2015; FERREIRA et al., 2016; MELO et al., 2016; PENIDO, 2017). Esses dispositivos são microcontroladores e têm como principal vantagem o seu fácil manuseio e programação.

Esta problemática motivou o presente estudo, que teve como objetivo principal desenvolver um sistema automatizado para controlar e monitorar o programa de iluminação de uma instalação para aves de corte, em função da idade e do peso a ser atingido. O sistema forneceu a quantidade de iluminação requerida durante o período necessário.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema foi desenvolvido no Laboratório de Informática da Faculdade de Agronomia e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, onde foram realizados os pré-testes. Em seguida, o sistema foi testado "*in loco*" num aviário da Fazenda Experimental dessa instituição. Na Tabela 1, apresentam-se os principais componentes do sistema e acessórios, bem como o correspondente orçamento e o custo aproximado da mão de obra.

Tabela 1. Orçamento dos principais componentes do sistema e acessórios.

Itens	Descrição	Quantidade	Custo (R$)
Componentes do sistema	Microcontrolador Arduíno UNO R3	1	80,00
	Placa para circuitos e fios de conexão	1	40,00
	Módulo RTC DS3231	1	25,00
	Módulo SD para cartão de memória	1	30,00
	Sensor de luminosidade TSL2561	1	45,00
	Relé de dois canais	1	35,00
	Fonte de 5 Volts	1	45,00
	Subtotal com o custo dos componentes do sistema		300,00
Acessórios	Lâmpadas fluorescentes com suporte	10	420,00
	Fios elétricos	50 m	30,00
	Subtotal com o custo dos acessórios		450,00
Mão de obra	Eletricista	1	165,00
	Ajudante de eletricista	1	85,00
	Subtotal com o custo da mão de obra		265,00
TOTAL			**1.000,00**

O sistema desenvolvido teve como referência o Programa de Luz para Frangos de Corte proposto por MACARI et al. (2014), descrito na Tabela 2. Conforme essa Tabela, foi necessário distribuir a iluminação em dois circuitos com o propósito de garantir a intensidade luminosa requerida pelas aves, levando-se em consideração a idade. Previamente foi calculado o número de lâmpadas dos circuitos, em função das dimensões do aviário, bem como da potência e do fluxo luminoso das lâmpadas.

Tabela 2. Programa de iluminação para aviários com ambientes controlados.

Peso vivo ao abate (Kg)	Idade (dias)	Intensidade luminosa (Lux)	Fotoperíodo (Horas)
Até 2,5	0 a 7	30 a 40	23 horas de luz e 1 escuro
	8 até 3 dias antes do abate	5 a 10	20 horas de luz e 4 escuro
Acima de 2,5	0 a 7	30 a 40	23 horas de luz e 1 escuro
	8 até 3 dias antes do abate	5 a 10	18 horas de luz e 6 escuro

Fonte: Adaptado de Macari et al. (2014).

Inicialmente, utilizando-se uma fonte de 5 V, foram energizados todos os componentes do sistema tais como: o microcontrolador Arduíno, o sensor de luminosidade TSL2561, os módulos RTC DS3231 (relógio interno) e SD para cartão de memória e o relé de dois canais. Com auxílio da placa de circuitos e por meio de fios, os pinos do sensor foram ligados às entradas analógicas do microcontrolador para realização da coleta de dados referentes a luminosidade do local. Os módulos RTC DS3231 e do cartão de memória foram instalados no sistema, conforme o esquema elétrico fornecido pelo fabricante, levando-se em consideração os pinos analógicos e digitais do microcontrolador para a adequada e segura comunicação entre os componentes. Os fios de fase para a tensão de 110 V dos dois circuitos, o A com seis e o B com quatro lâmpadas, foram ligados à rede elétrica e os respectivos fios neutros conectados às saídas de cada canal do relé.

O sistema automatizado foi projetado para garantir as faixas de valores de intensidade luminosa e fotoperíodo contidas na Tabela 2. Para esse propósito foi implementado no Ambiente de Desenvolvimento Integrado (ID) do microcontrolador Arduíno um programa computacional na linguagem C, conforme o fluxograma representado na Figura 1. Também, o microcontrolador foi responsável por enviar e armazenar os dados no cartão de memória. Esses dados servirão de referência no

aperfeiçoamento, tanto do sistema automatizado desenvolvido, quanto das próprias instalações avícolas.

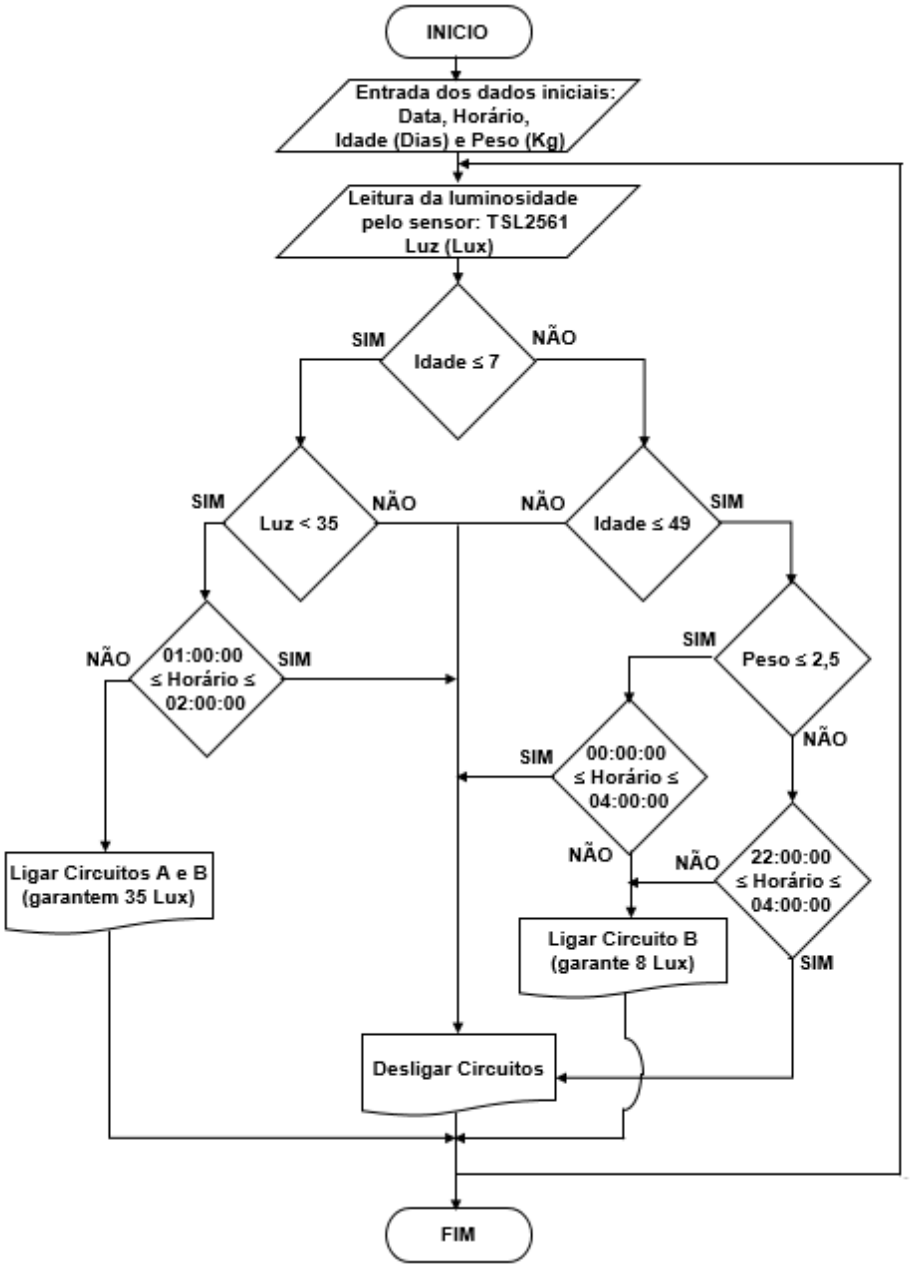


Figura 1. Fluxograma do programa computacional desenvolvido para o microcontrolador.
Fonte: Elaborado pelos Autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 apresenta-se as principais informações geradas pelo sistema automatizado para o monitor do computador. A inclusão dessas informações no programa

computacional para o microcontrolador foi necessária para verificar o funcionamento do sistema durante os pré-testes. Na referida Figura constata-se que o programa fornece dados relacionados com o início e fim do ciclo, horário de leitura com o correspondente valor de iluminação, bem como o programa de luz e os circuitos atuantes nesse instante.

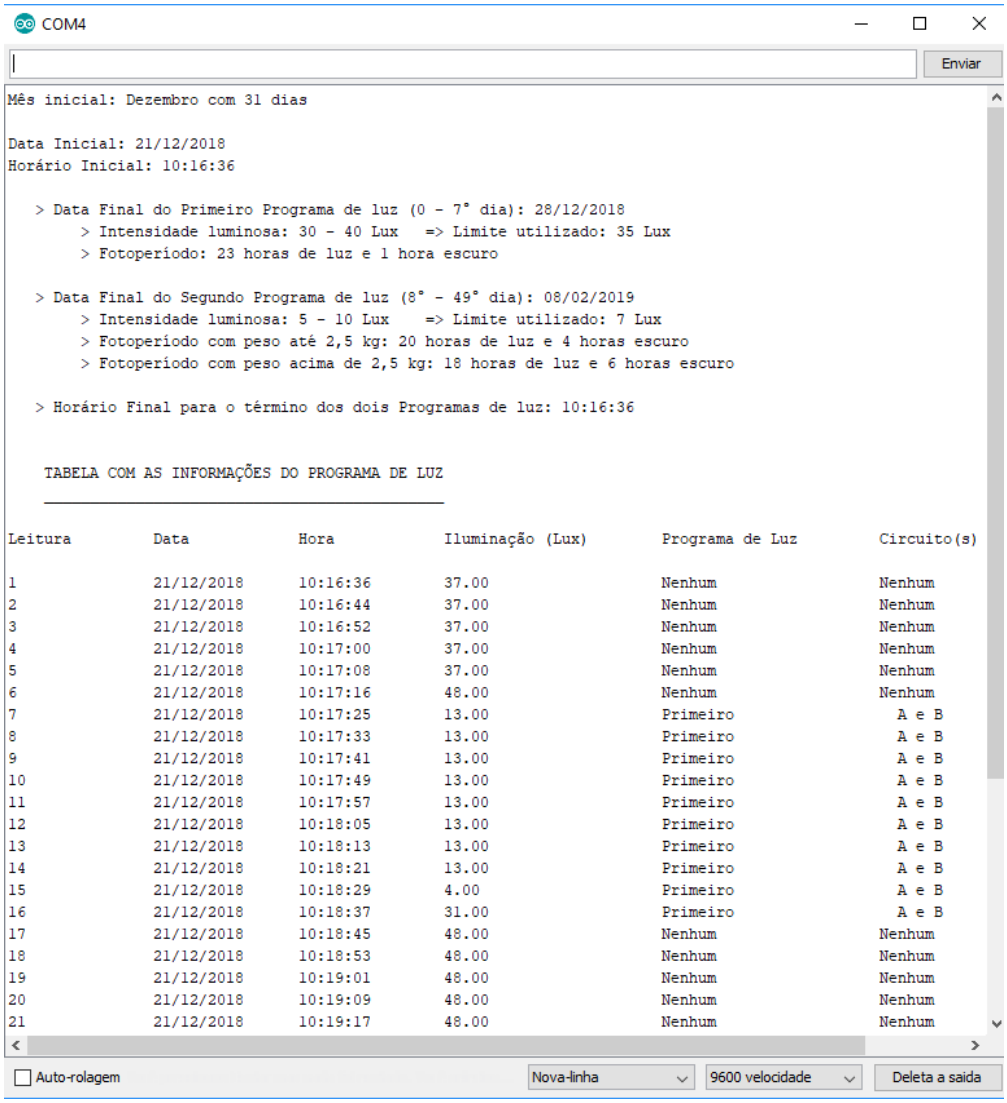


Figura 2. Informações geradas pelo sistema automatizado para o monitor serial do Arduino.

Fonte: Elaborado pelos Autores.

Também, as informações contidas na Figura 2 foram enviadas e armazenadas no cartão de memória do módulo SD. Deve-se salientar, ainda, que esse módulo pode ser retirado do sistema sem prejudicar o seu correto e eficiente funcionamento. Com os resultados obtidos foi possível confirmar que, o sistema automatizado de baixo custo composto pelo microcontrolador Arduíno, sensor TSL2561, relé de dois canais, dois circuitos de iluminação, módulo de relógio RTC3231 e módulo de cartão de memória SD,

forneceu um programa eficiente para controlar a iluminação, permitindo, ainda, o envio e o armazenamento dos dados em arquivos de texto, de forma rápida e precisa. Esses testes foram realizados em um aviário da Fazenda Experimental da UFMT durante três semanas. Nesses testes constatou-se que o sistema garantiu a intensidade luminosa requerida, conforme o fotoperíodo previsto, seguindo as recomendações de MACARI et al (2014).

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo conclui-se que a automação em pequenas propriedades rurais é uma realidade próxima ao avicultor, sendo inclusive acessível e aplicada. O sistema proposto possibilitará, reduzir o consumo de energia elétrica na propriedade, uma vez que os circuitos foram acionados, apenas quando necessário, para completar o fotoperíodo requerido pelas aves. Consideramos que este trabalho servirá como uma ferramenta útil e viável nas mãos dos avicultores, contribuindo assim, com a sustentabilidade de seus empreendimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. Estatísticas: Desempenho da produção. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Concórdia - SC. Embrapa Suínos e Aves. 2018.

Disponível em: https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas. Acesso em: 06 dez. 2018.

FERREIRA, B.O.; OKABE, A.M.S.; SILVA, A.J.C.; ALMEIDA, J.F.S.; CHASE, O.A. Irrigação automatizada com plataforma Arduíno em casa de vegetação na Universidade Federal Rural da Amazônia. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016, Foz do Iguaçu, Anais, 5p. 2016.

LIMA, K. A. O.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R.; SANTANA, M. R.; ROYER, A. F. B.; BARRETO, B.; CASTILHO, V. A. R. Impacto da iluminação artificial no comportamento de frangos de corte. Revista Dourados, v.7, n.24, p.301-309, 2014.

MACARI, M.; MENDES, A. A.; MENTEN, J. F.; NÄÄS, I. A. Produção de frango de corte. Editora FACTA. 2014. 565p.

MELO, R.T.; SOUSA, J.V.M.; SARAIVA, A.A.; MECEDO FILHO, A. Sistema automático de irrigação de baixo custo. IX Encontro Unificado de Computação – ENUCOMP, Anais Eletrônico, Teresina, v. 1, n. 1, 14p. 2016.

MORAES, D. T.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V.; GONZALEZ, M. L.; AGUILAR, C.A. L.; LANA, A. M. Q. Efeitos dos programas de luz sobre desempenho, rendimento de carcaça e resposta imunológica em frangos de corte. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.60, n.1, p.201-208, 2008.

OKABE, A.M.S.; FERREIRA, B.O.; BRANDÃO, A.T.O.; CHASE, O.A.; ALMEIDA, J.F.S. Monitoramento da temperatura e umidade relativa em um ambiente para secagem de madeira. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Anais, Fortaleza, 4p. 2015.

PENIDO, E.C.C. Projetos de automação com Arduíno: Guia detalhado para aplicações industriais, residenciais e agrícolas. Editora UFV, Viçosa, 2017. 168p.

REIS, R.R.S; SIQUEIRA, V.S.; SOUSA, R.P.; LEITE, R.L.L. Sistema automatizado de irrigação: Uma solução de baixo custo para agricultura. VI Jornada de Iniciação Científica e Extensão, Anais, 6p. 2015.

SANTANA, M. R.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; PAZ, I. C. L. A.; CALDARA, F. R.; BARRETO, B. Light emitting diode (led) use in artificial lighting for broiler chicken productionRevista Engenharia Agrícola, v.34, n.3, p.422-427. 2014.

SILVA, L. S.; GAI, V. F. Produtividade de frangos de corte em sistema lona azul submetidos a diferentes programas de luz. Revista Cultivando o Saber, v.10, n.2, p.259 a 268. 2017.

PROPOSTA INICIAL DE UM MODELO PARA ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO ANIMAL POR MEIO DA *THERMODYNAMIC INPUT-OUTPUT ANALYSIS* (TIOA) APLICADA AO MEIO FÍSICO

Valéria Cristina Rodrigues Sarnighausen[1], Alexandre Dal Pai[2], Giselle Borges de Moura[3], Ana Carolina de Sousa Silva[4].

[1]Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, Botucatu – SP.valeria.sarnighausen@unesp.br
[2]Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, Botucatu – SP. dal.pai@unesp.br
[3]Departamento de Engenharia Rural, DEG, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras - MG. giselle.moura@deg.ufla.br
[4]Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, FZEA, Universidade de São Paulo, USP, Pirassununga – Sp. anacss@usp.br

RESUMO – Este trabalho busca discutir uma proposta inicial de formalização de um modelo matemático de sustentabilidade do processo de produção animal, num dado meio físico. Partiu-se do conceito de preservação do meio, utilizando aspectos da *Thermodynamic Output-Input Analysis* (TIOA), com atenção à degradação de energia disponível em um sistema termodinâmico. Em termos práticos, um sistema de produção animal pode ser considerado um sistema termodinâmico aberto, em cujas fronteiras, fictícias ou reais, há transferência de massa e de energia. Considera-se sistema, nesse caso, o ambiente de confinamento e os animais imersos nele. Para dentro e fora do sistema escoam recursos, relacionados às entradas de insumos e saídas de resíduos e de produção. Trata-se de um sistema aberto em regime permanente, onde pode-se estabelecer o acúmulo de energia. Parte da energia é dissipada, devido à entropia, e quanto maior esse descarte, menos sustentável é o sistema, visto que perde parte do potencial de trabalho ou da reversibilidade do processo. Dessa forma, uma análise sistêmica, com ênfase às transformações de energia em um dado meio físico, pode ser o início para a estruturação de modelos matemáticos de sustentabilidade do sistema de produção animal, a ser incorporada às análises de ciclo de vida e demais métodos tradicionais da engenharia econômica, os quais direcionam seus esforços para a sustentabilidade em termos dos capitais econômico e social, geralmente desconsiderando o ambiente físico de produção.
Palavras-chave: Entropia, gestão de resíduos; preservação ambiental.

INTRODUÇÃO

Um processo de produção é um conjunto de atividades ou ações dinâmicas interligadas que operam em insumos (entradas) para transformá-los em produtos (saídas). Sua eficiência e sustentabilidade podem ser verificadas por meio de métodos tradicionais, os quais se baseiam em aspectos das áreas de economia e engenharia. No entanto, esses

métodos, muitas vezes, não levam em consideração o capital natural em suas análises, o que dificulta o estabelecimento de métricas para monitoramento da degradação ambiental (HAMMOND, 2004; MOLDAN et al., 2012).

Para os meios de produção, entende-se por capital natural o valor agregado atribuído aos recursos naturais presentes no meio ou sistema físico. Dessa forma, a sustentabilidade desse sistema físico depende de sua preservação em função do uso racional desses recursos, além de uma política de redução de resíduos, com objetivo claro de se evitar sua degradação (HOANG; HAO, 2010).

A análise e o acompanhamento de sistemas de produção baseiam-se no estudo das transformações de energia ocorridos durante os processos, seja pela realização de trabalho, pela geração de produtos ou pelas trocas de calor com o ambiente (NORDE, 1997). Assim, todo sistema possui uma certa quantidade de energia armazenada, porém de difícil quantificação, como é o caso de sistemas de produção animal.

Além da energia dissipada, somente parte da energia de um sistema tem potencial de ser transformada, chamada de exergia, ou energia útil. Dessa forma, os resíduos de alguns processos de produção apresentam uma quantidade de energia que não foi aproveitada pelo sistema, como por exemplo os gases de efeitos estufa produzidos via eructação de ruminantes, devido à baixa taxa de digestibilidade animal (FITZSIMONS et al., 2013), ou mesmo os dejetos de animais, biomassa que pode ser transformada em outra forma de energia (LUCIA, 2017).

Com base na abordagem *Thermodynamic Input-output Analysis* (TIOA), que considera análises de exergia de um sistema para o cálculo da degradação da qualidade da energia (UKIDWE, 2005), este trabalho teve como objetivo iniciar a discussão acerca do balanço de energia de um sistema de produção animal, afim de propor um modelo matemático inicial para a medida de sustentabilidade com base em conceitos da termodinâmica aplicada aos biossistemas, considerando o meio físico como foco de análise.

MÉTODO

Para a construção do referencial teórico, foram utilizados conceitos com base na abordagem *Thermodynamic Input-Output Analysis (TIOA)* que considera o trânsito de energia útil, ou exergia, em um sistema (UKIDWE, 2005). Sendo assim, foram analisadas taxas de entradas e taxas de saídas de energia do sistema de confinamento de animais.

Foram considerados os aspectos relacionados às dissipações de energia, relacionadas à geração de resíduos do sistema de produção animal (LUCIA, 2017), e definições de sustentabilidade frente ao clima, ao considerar o incremento de energia do ambiente (MOLDAN et al., 2012).

Adotou-se como objeto de análise um sistema fictício de confinamento de vacas leiteiras, sem definir idade, peso, número de animais e raça, sendo essas informações vinculadas a uma dada variável de entrada do balanço de energia, relacionada ao metabolismo basal dos animais, visto que esta variável, a priori, está diretamente relacionada às informações citadas (ESMAY, 1978).

Um sistema de produção animal pode ser considerado um sistema termodinâmico aberto, em cujas fronteiras, no caso o sistema de confinamento de animais, ocorrem transferências de massa (ar, alimento e consumo de água) e de energia (incremento calórico de dietas e do ambiente térmico circundante). Considera-se sistema, nesse caso, o ambiente de confinamento e os animais imersos nele. Para dentro e fora do sistema escoam recursos, relacionados às entradas de insumos e saídas de resíduos e de produção. Trata-se de um sistema aberto em regime permanente (fluxo contínuo), onde pode-se estabelecer o acúmulo e degradação de energia (UKIDWE, 2005).

Deve-se considerar que há trânsito de massa e de energia no sistema adotado, porém, para facilitar a abordagem, toda entrada no sistema será analisada por meio de incremento de energia, assim como as saídas do sistema. Isso se deve ao fato de que a análise exata de entradas e saídas de energia e massa de um sistema complexo não apresenta unidades físicas padronizadas, sendo o uso do conceito cumulativo de energia indicado para a análise proposta (HOANG; RAO, 2010).

Não serão considerados insumos como energia elétrica, água e demais investimentos comuns direcionados ao processo de produção, visto que estas entradas são atributos de análises econômicas. Dessa forma, utilizando a metodologia TIOA, o balanço de energia aqui proposto está restrito às transformações de energia, especificamente a energia útil em trânsito (exergia), aplicadas na geração de produtos (no caso o leite) e nas perdas por geração de resíduos (no caso gases de efeito estufa e dejetos).

 ISBN: 978-85-66836-24-0

DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

Um sistema termodinâmico aberto que opera em regime permanente pode ser equacionado (Equação 1) obedecendo a Lei da conservação de energia, enunciada pela primeira Lei da Termodinâmica (ÇENGEL; BOLES, 2008).

$$\dot{e}_{entradas} - \dot{e}_{saídas} = \Delta \dot{e}_{sistema} \quad (1)$$

Nesse sentido tem-se que, se o sistema for conservativo, as taxas de entrada de energia (kJ. s^{-1}·kg^{-1}) descontadas as taxas de saída, resultaria em acúmulo de energia no sistema. Admite-se inicialmente as entradas em taxas de unidades de energia pelo tempo e por unidade de massa, para a posteriori identificar o montante de acúmulo de energia num dado período.

As entradas de um sistema de produção de leite podem ser indicadas pela energia relacionada à dieta oferecida aos animais (e) e pelo incremento de energia oferecido pelo ambiente, sendo este último relacionado à questão de termorregulação dos animais (Equação 2).

$$\dot{e}_{entrada}\dot{e}_{dieta} \pm \dot{h}_{ambiente} \quad (2)$$

A grandeza entalpia específica de ar seco (h), definida como quantidade de energia térmica proporcionada pelo ambiente, está relacionada à temperatura ambiente, umidade relativa do ar e pressão barométrica local. É um fator limitante para as trocas de calor entre animais e locais de confinamento e podem, portanto, configurar situações de hipo ou hipertermia dependendo da época do ano, estabelecidas as faixas de temperatura e umidade relativa do ar específicas para cada uma das espécies de animais (RODRIGUES et al., 2011).

As duas entradas podem ser caracterizadas por taxa de energia térmica por unidade de massa (kJ.s^{-1}·kg^{-1} de dieta e kJ. s^{-1}·kg^{-1} de ar seco, respectivamente).

As variáveis de saída do sistema estão relacionadas às perdas de energia metabólicas, aos produtos e aos resíduos do processo de produção animal (Equação 3). Parte da energia de entrada será revertida nestas quantias e parte será degradada, devido à entropia, ou desordem natural do sistema. A ecologia industrial utiliza tal conceito para interpretar custos de um processo e relacioná-los às análises de ciclo de vida, mas como

 ISBN: 978-85-66836-24-0

se trata de um conceito termodinâmico, a partir de então, pode-se também analisar a geração de resíduos como causa do aumento da entropia de um sistema (ZVOLINCHI; KJELSTRUP, 2008; LUCIA, 2017).

$$\dot{e}_{saída} = \dot{e}_{resíduos} + \dot{e}_{met.basal} + \dot{e}_{produto} \quad (3)$$

A taxa de energia associada aos resíduos configura energia potencial a ser transformada, em processos de biodigestão anaeróbia para que haja aproveitamento da biomassa descartada como entrada do sistema, em termos de insumos energéticos como o biocombustível veicular e geração de energia elétrica (MAO et al., 2015). A energia metabólica está relacionada ao processo de homeostase animal, em que devem ser consideradas perdas de calor por convecção, radiação e condução, sendo esta última desconsiderada em muitos modelos relacionados ao balanço de energia metabólica, devido ao valor reduzido quando comparada às demais perdas (ESMAY, 1978). Já a energia associada ao produto está relacionada ao teor nutricional e qualidade do mesmo.

Para que um sistema produtivo seja sustentável, os alimentos produzidos devem apresentar teores adequados de nutrientes, devem ser acessíveis, culturalmente aceitáveis, em relação às boas práticas de produção e de bem-estar animal, e que sua produção não seja de caráter meramente exploratória e que ocasione redução de recursos naturais (DREWNOSKI, 2017). Dessa forma, o termo taxa de energia específica do produto apresenta uma métrica associada aos fatores a serem analisados com mais propriedade em pesquisas futuras.

Considerando as variáveis de entrada e saída do sistema de confinamento + vacas leiteiras, pode-se indicar que o balanço, considerando o princípio de conservação de energia, resulta em síntese nas taxas de energia degrada e acumulada no sistema (Equação 4).

$$\dot{e}_{dieta} \pm \dot{h}_{ambiente} - \dot{e}_{resíduos} - \dot{e}_{met.basal} - \dot{e}_{produto} = \dot{e}_{degradada} + \dot{e}_{acumulada} \quad (4)$$

A energia acumulada é o ganho do sistema, que pode ser revertido em termos de desempenho animal, desempenho produtivo, adequada digestibilidade e consequente baixa produção de gases de efeito estufa, em especial o metano entérico (ESMAY, 1978).

 ISBN: 978-85-66836-24-0

A energia degradada não se mensura diretamente. Esta variável é obtida pela informação das demais variáveis, e pode vir a ser um indicativo de sustentabilidade do sistema. Ao considerarmos um período de tempo específico de análise do sistema, e o montante em massa (kg) de cada entrada e saída de energia do sistema, pode-se transformar a equação 4, de valores específicos (kJ $s^{-1}kg^{-1}$) em valores absolutos de energia (kJ) e adotar a energia dissipada como termo para avaliar a eficiência de transformação do processo de produção animal (Equação 5). Considerando energia (E) e entalpia (H) em termos absolutos (kJ).

$$E_{dieta} \pm H_{ambiente} - E_{resíduos} - E_{met.basal} - E_{produto} - E_{acumulada} = E_{degradada} \quad (5)$$

Quanto maior for o valor da energia degradada, menos sustentável é o ambiente devido à perda de energia do processo de produção. Cada um dos termos da equação 5 possui diversas nuances a serem consideradas e parte delas foram discutidas neste trabalho, porém é necessário identificar maiores detalhes para complementar o balanço de energia demonstrado de forma a propiciar uma melhor estimativa do valor de energia a ser degradada num dado processo.

Providenciar uma base matemática para caracterizar um processo em termos de sustentabilidade possibilita determinar quais são os aspectos de maior dissipação de energia do sistema e direcionar esforços para melhor aproveitamento dos recursos de entrada. Ao analisar sustentabilidade ambiental por meio de balanço de energia de um sistema termodinâmico, considerando custos, degradação ambiental e produção, há duas lacunas a serem observadas: (1) diversidade de tipos de entradas em termos de unidades e (2) falta de referências sobre os pesos aceitos aos vários materiais de consumo (HOANG; RAO, 2010). Dessa forma, ao se analisar aspectos de mesma natureza métrica em equações matemáticas distintas, pode-se iniciar uma análise sistêmica do processo de produção. Assim, ao sintetizar tais métricas em modelos robustos, com suas diversas entradas, saídas e suas unidades específicas por meio de atribuições de ajustes, é possível se obter um índice que represente situações de produção.

O objetivo de se alcançar um sistema produtivo que seja ambientalmente sustentável é reduzir o uso de recursos para gerar energia útil para o processo, sem produzir grandes quantidades de resíduos, ou mesmo, utilizar o potencial de geração de energia deste para que promova novas entradas no sistema. A análise prévia apresentada

 ISBN: 978-85-66836-24-0

obedece ao princípio de conservação de energia, pontua aspectos importantes do setor, porém não é o suficiente para uma análise ampla de sustentabilidade, visto que aspectos econômicos, políticos e sociais devem ser considerados. Há que se considerar, além de produção de resíduos mencionados, a acidificação de pastagens, além de outros problemas que possam ser gerados caso não ocorra a destinação ambientalmente correta de dejetos.

A água é um fator importante, relacionado aos gastos gerais de produção e especificamente com a manutenção termorreguladora de animais. O tipo de sistema de confinamento também interfere no processo produtivo, em vista da necessidade de se manter condições sanitárias e ambientais adequadas.

Contudo, o princípio de conservação de energia pode ser utilizado em diversas instâncias referente às análises de sustentabilidade e seus diversos aspectos, em termos econômicos, políticos, sociais e também em termos ambientais no que se refere a preservação do ambiente físico.

CONCLUSÃO

As discussões preliminares apresentadas indicam que é possível, dentro de condições teóricas de referência, desenvolver uma análise quantitativa do fluxo de energia em um sistema de produção animal, considerando o ambiente físico de confinamento e obter informações sobre as possíveis quantidades de energia degradada. Essas informações podem representar um modelo experimental sistêmico, para suporte de políticas, planejamento e gestão de recursos naturais quando avaliadas em conjunto aos demais parâmetros estabelecidos em análises de sustentabilidade econômica de um processo de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÇENGEL, Y.A.; BOLES, M.A. Thermodynamics an Engineering Approach. 7th Edition, McGraw-Hill Companies, ISBN-978-0-07-352932-5, 2008.

DREWNOWSKI, A. Measures and metrics of sustainable diets with a focus on milk, yogurt, and dairy products. Nutrition Reviews, v. 76, n. 1, p. 21–28, 2018.

ESMAY, M.L. Principles of animal environment. West Port: Avi Publication, p. 325, 1978.

HAMMOND, G.P. Engineering sustainability: thermodynamics, energy systems and the environment. International Journal of Energy Research Int. J. Energy Res. 2004; 28:613–639 (DOI: 10.1002/er.988).

FITZSIMONS, D.A.; KENNY, M.H.; DEIGHTON, A.G.; FAHEY, M. M. Methane emissions, body composition, and rumen fermentation traits of beef heifers differing in residual feed intake
J. Anim. Sci., 91 (2013), pp. 5789-5800

HOANG, V.N.; RAO, D.S.P. Measuring and decomposing sustainable efficiency in agricultural production: A cumulative exergy balance approach. Ecological Economics, v. 69, p. 1765–1776, 2010.

LUCIA, H. The Wasted Primary Resource Value: an indicator for the Thermodynamics of Sustainability for Municipalities Policy. International Journal of thermodynamics, v.20, n.3, p. 166-172, 2017.

MAO, C.; FENG, Y.; WANG, X.; REN, G. Review on research achievements of biogas from anaerobic digestion. Renew. Sustain. Energy Rev, v. 45, p. 540-555, 2015.

MOLDAN, B.; JANOUSKOVÁ, S.; HÁK, T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. Ecological Indicators, v. 17, p. 4-13, 2012.

NORDE, W. Energy and entropy: a thermodynamic approach to sustainability. The environmentalist, v. 17, p. 57-62, 1997.

RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.S.; VIEIRA, F.M.V.; NASCIMETNO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. International Journal of Biometeorology (Print): 55, 455-459, 2011.

UKIDWE, N.U. Thermodynamic input-output analysis of economic and ecologic systems for sustainable engineering. Ph.D. thesis. Columbus.OH: Ohio University, 2005.

ZVOLINCHI, A.; KJELSTRUP, S. An Indicator to Evaluate the Thermodynamics Maturity of Industrial Process Units in Industrial Ecology. Journal of Industrial Ecology, v. 12, p. 159-172, 2008.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

PERFIL LEUCOCITÁRIO DE DIFERENTES GENÓTIPOS OVINOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Nayanne Lopes Batista Dantas[1]; Bonifácio Benicio de Souza[2]; Maycon Rodrigues da Silva[3]; Gustavo de Assis Silva[4]; João Paulo da Silva Pires[5]; Luanna Figueirêdo Batista[3]; Mateus Freitas de Souza[5]; Fabíola Franklin de Medeiros[3]

[1]Drª em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, PB, Brasil. E-mail: nayanne.lb@gmail.com.
[2] Prof. Titular, UFCG, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, PB, Brasil. E-mail: bonif@cstr.ufcg.edu.br.
[3] Discentes do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, UFCG, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, PB, Brasil. E-mail: mayconrvet@gmail.com; luanna_151@hotmail.com; vet.fabiolafranklin@gmail.com.
[4] Dr. em Medicina Veterinária, Extensionista Rural, Instituto Agronômico de Pernambuco, IPA, Itapetim, PE, Brasil. E-mail: gustavo.assis@ipa.br.
[5] Graduados em Medicina Veterinária, UFCG, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, PB, Brasil. E-mail: joaopaulopires777@gmail.com; freitasmateus22@gmail.com.

RESUMO - Objetivou-se analisar a relação entre o ambiente e os leucogramas de três genótipos de ovinos. O experimento foi desenvolvido no município de Patos, na Paraíba. Foram utilizados 30 ovinos dos genótipos Morada Nova, Somalis e Dorper x Somalis, sendo 10 de cada grupo. Foi calculado o ITGU (índice de temperatura de globo negro e umidade) e registrada a temperatura e umidade relativa do ar através de termômetros de globo negro acoplados a um datalogger. Uma vez por semana, foi aferida a temperatura retal (TR) dos ovinos e a cada 15 dias realizou-se uma coleta de sangue em todos os animais. O valor médio encontrado para o ITGU foi de 85,5. Os ovinos da raça Morada Nova apresentaram menor número de leucócitos e linfócitos e menor TR. Concluiu-se que o estresse térmico pode influenciar os valores do leucograma de ovinos por modificar a concentração de alguns constituintes do sangue. Diferentes genótipos ovinos podem apresentar valores distintos no hemograma de acordo com a adaptabilidade ao ambiente em que vivem e devido a características inerentes a cada genótipo. Mais estudos devem ser desenvolvidos para fixar valores hematológicos de referência para as diferentes raças ovinas.
Palavras-chave: bem-estar animal, cordeiros, hematologia, leucograma.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro encontra-se localizado na região intertropical, com uma extensão total de 982.563,3 km²; sendo 89,5% dessa área concentrada no Nordeste. Nesta região, a ovinocultura é uma atividade sobressalente, abrangendo em torno de 11 milhões de ovinos, o que representa mais de 60% do rebanho nacional (IBGE, 2016).

O bem-estar e a produtividade animais estão diretamente ligados ao ambiente em que os mesmos são criados ou ficam expostos. Nos ovinos, o estresse calórico provoca

modificações fisiológicas e metabólicas que podem interferir na produtividade, reprodução, saúde e comportamento em geral.

Apesar disso, as raças nativas, localmente adaptadas, são uma opção interessante para a ovinocultura da região, por apresentarem bons níveis de produtividade e suportarem as condições de calor com menos perdas quando comparadas a raças de outras localidades. Também são utilizados cruzamentos dessas raças nativas com raças exóticas com alta aptidão para produção de carne a fim de aliar os índices produtivos à tolerância ao calor.

Assim, devido às melhorias nos aspectos nutricionais e genéticos, a criação de ovinos alcança altos índices de produtividade. A raça Dorper, por exemplo, é destaque para a produção de carne e foi criada a partir do cruzamento de carneiros Dorset Horn com ovelhas Blackhead Persian (ARCO, 2018).

Os animais da raça nativa Morada Nova são bastante rústicos e se adaptam às regiões mais áridas, desempenhando importante função social fornecendo alimentos proteicos às populações rurais destas regiões (ARCO, 2018). Descendem da raça Bordaleira de Portugal e possuem duas variedades, uma com pelo vermelho, nas suas diferentes tonalidades, e a outra branca. Apresentam pelo curto e pele e cascos escuros, não possuem chifres e são explorados para produção de carne e peles de alta qualidade (ARCO, 2018).

A raça Somalis Brasileira não é uma raça nativa, no entanto, é assim denominada porque foi introduzida no país há vários anos (em 1939), passando por cruzamentos com animais locais (RIBEIRO e GARCIA, 2016). Possuem pelagem branca, com cabeça e o pescoço pretos, e aptidão para produção de carne e pele. São animais rústicos, adaptando-se bem às condições climáticas da região semiárida (ARCO, 2018).

Entre as formas de avaliar o estresse térmico em ovinos, o hemograma é utilizado com grande frequência devido a sua importância em detectar modificações quantitativas e qualitativas na concentração de células sanguíneas, sendo por isso capaz de avaliar a capacidade adaptativa de diferentes raças, uma vez que o sangue está diretamente envolvido nos mecanismos de perda de calor (DELFINO et al., 2012).

O estabelecimento de valores de referência dos parâmetros hematológicos é essencial para avaliar a saúde e o estado fisiológico dos animais de criação a fim de melhorar a gestão e conservação destas raças (ARFUSO et al., 2016). No entanto, animais de diferentes raças, idades, sexo e local de criação possuem necessidades nutricionais e

metabólicas diversas, que são refletidas nos seus perfis hematológicos e bioquímicos (MADUREIRA et al., 2013).

As diferentes condições ambientais e nutricionais estão entre os fatores que merecem destaque em relação à influência sobre o quadro hemático dos animais. Assim, evidencia-se a necessidade da realização de estudos para se determinar os valores de referência do hemograma dos ovinos criados nas condições brasileiras de manejo e alimentação (BEZERRA et al., 2013).

Dessa forma, objetivou-se analisar a relação entre o ambiente e os leucogramas de três genótipos de ovinos nas condições do semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre Novembro de 2015 e Janeiro de 2016, no Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), fazenda experimental pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Patos, na Paraíba, região semiárida nordestina, com latitude 07° 05’ 28’’ S, longitude 37° 16’ 48’’ W, altitude de 250m, que se caracteriza por apresentar um clima BSh (Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8ºC e umidade relativa de 61% (BRASIL, 1992).

Foram utilizados 30 ovinos dos genótipos Morada Nova, Somalis e Dorper x Somalis, machos, não castrados, com aproximadamente 150 dias de idade e peso vivo inicial médio de 22,5 ± 2kg, sendo 10 animais de cada genótipo. Os animais foram vermifugados no início do experimento e permaneceram alojados em baias de madeira, contendo comedouros e bebedouros individuais durante todo o período experimental, que durou 75 dias, sendo 15 dias de adaptação ao ambiente, à dieta e ao manejo de forma geral, e 60 dias de coleta de dados. Todos os ovinos receberam dieta composta por feno de Tífton (*Cynodon* sp.) e concentrado, na proporção 60:40, suplementação mineral e água *ad libitum*. As dietas foram formuladas visando ganho de peso médio diário de 250 gramas de acordo com o National Research Council (NRC) 2007.

As variáveis ambientais temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR) e temperatura de globo negro (TGN), foram obtidas através de dataloggers tipo HOBO com cabo externo acoplado ao globo negro, e instalados no local de abrigo dos animais. O equipamento é um dispositivo eletrônico que registra os dados ao longo do tempo e funciona como uma estação meteorológica automática.

O datalogger foi programado, através de seu software, para registrar os dados a cada hora, durante 24 horas e durante todos os dias de experimento. Com os dados ambientais obtidos foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol, de acordo com a fórmula: Tgn + 0,36* Tpo + 41,5 (BUFFINGTON et al., 1981), onde Tgn é a temperatura do globo negro e Tpo é a temperatura do ponto de orvalho.

A temperatura retal (TR) dos animais foi medida através de termômetro clínico veterinário introduzido no reto do animal por dois minutos e o resultado expresso em graus Celsius (ºC), uma vez por semana pela manhã e à tarde, obtendo-se uma média dos turnos para cada genótipo.

Foram realizadas quatro coletas de sangue em todos os animais aos 15, 30, 45 e 60 dias de experimento. Para a avaliação dos constituintes hematológicos foi realizada inicialmente, coletas de 4 ml de sangue, mediante punção da veia jugular externa. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em tubos de ensaio contendo anticoagulante etilenodiaminotetracético (EDTA) a 10%, identificadas e homogeneizadas.

O sangue foi colhido sempre pela manhã, com agulhas descartáveis individuais. As amostras de sangue foram mantidas refrigeradas em caixa térmica com gelo até a chegada ao Laboratório Veterinário de Análises Clínicas onde, num prazo máximo de 24 horas, foi concluído o hemograma. As variáveis avaliadas no leucograma consistiram na contagem global do número de leucócitos e contagem diferencial de leucócitos por meio de equipamento automatizado SDH-3 VET, microscopia e refratometria.

Os dados obtidos foram analisados através do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV 1993), sendo aplicado o Teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média da temperatura do ar (TA) pela manhã foi de 29,4 °C e à tarde foi de 35,3 °C. A umidade relativa 58,3% e 38,1%, no turno manhã e tarde, respectivamente (tabela 1). A zona de conforto térmico (ZCT) para ovinos segundo Baêta e Souza (2010) deve situar-se entre 20 e 30 ºC. A UR ideal para ovinos segundo McDowel (1972) deve situar-se entre 60 e 70 %; porém no estudo em questão, a temperatura durante a tarde estava fora desta faixa ideal, e a umidade se encontrou fora desta zona ótima, em ambos os turnos.

Tabela 1. Médias da temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR) e Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) na sombra e no sol nos turnos manhã e tarde

Turno	TA (°C)	UR (%)	ITGU SOMBRA	ITGU SOL
Manhã	29,4±1,8B	58,3±13,9A	79,3±1,6B	88,3±4,3B
Tarde	35,3 ± 3,3A	38,1±15,4B	82,7±3,0A	91,8±7,5A
CV	8,3	30,4	2,9	6,8

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença entre turnos (P<0,05) pelo Teste de Tukey.

Os valores obtidos para o ITGU na sombra no turno vespertino foi de 82,7. Souza (2010) afirmou que valores de ITGU em torno de 83 podem indicar uma condição de estresse médio-alto para ovinos. Dessa forma, apesar de os animais estarem mantidos em sistema intensivo, o ambiente experimental apresentou-se estressante para os ovinos. No sol, os valores de ITGU correspondem a um estresse alto para os ovinos.

Verificou-se que os animais do genótipo Morada Nova apresentaram TR significativamente (P<0,05) menor do que os animais dos outros genótipos, que não diferiram entre si (tabela 2). A TR normal na espécie ovina pode variar de 38,5 a 39,9º C (CUNNINGHAN, 2004). Assim, a TR dos animais esteve dentro da normalidade para a espécie.

No entanto, a raça Morada Nova se destaca, visto que a TR é um importante indicativo da adaptabilidade do animal ao ambiente, já que, de acordo com Baccari Júnior et al. (1986), animais que apresentam menor aumento na TR são considerados mais tolerantes ao calor.

Singh et al. (2016) confirmaram o efeito do estresse térmico sobre os parâmetros hematofisio-bioquímicos em diferentes raças de ovinos sob as condições agroclimáticas quentes e áridas com ITU de 84.

Todos os valores do leucograma para os três genótipos estudados encontraram-se dentro da faixa de referência para a espécie ovina (Tabela 2).

Segundo Polizopoulou (2010), a contagem diferencial de glóbulos brancos é mais importante do que a contagem total de leucócitos, porque o aumento e a diminuição em tipos de células individuais podem ocorrer simultaneamente, deixando a contagem total inalterada e as respostas leucocitárias em ovinos são frequentemente diferentes daquelas registradas em outras espécies.

Tabela 2. Leucograma de diferentes genótipos ovinos

VARIÁVEIS	GENÓTIPOS			
	Somalis	Morada Nova	Mestiços	Referência
Leucócitos (/mm^3)	7985A	5437C	7004B	4.000 - 12.000
Segmentados (/mm^3)	4330A	2838B	3353B	700 - 6.000
Linfócitos (/mm^3)	3318A	2302B	3373A	2.000 - 9.000
Monócitos (/mm^3)	89A	65B	79AB	0 - 750
Eosinófilos (/mm^3)	245A	231A	197A	0 - 1000
TR (°C)	39,29A	38,81 B	39,27 A	-

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha indicam diferença (P<0,05) entre genótipos pelo Teste de Tukey.

Os animais da raça Morada Nova apresentaram menor (P<0,05) número de leucócitos e linfócitos. Os ovinos da raça Somalis apresentaram maiores (P<0,05) valores para os leucócitos segmentados. Não houve diferença para os valores de eosinófilos.

O maior número de leucócitos pode ocorrer devido à liberação de hormônios como, por exemplo, a adrenalina e corticosteróides como cortisol e cortisona. A adrenalina causa uma leucocitose fisiológica e moderada, na qual se observa neutrofilia, linfocitose, eosinopenia e contagens variáveis de monócitos (MEYER et al., 1995). Esse quadro também pode ser explicado por variações individuais dos animais; manejo intensivo; presença de ventos quentes no ambiente experimental e pelo fato de serem animais jovens.

Ratifica-se a maior adaptabilidade dos ovinos da raça nativa Morada Nova, pelos índices anteriormente apresentados e pelo quadro leucocitário representativo de baixa liberação de hormônios responsivos ao estresse, constatado pelos menores valores de leucócitos e linfócitos, com menores valores para neutrófilos segmentados.

Seixas et al. (2017) avaliando ovinos da raça Morada Nova registraram TR de 38,5 com ITGU médio de 78,64 e obtiveram número de leucócitos dentro dos valores de referência, o que pode ser indicativo de tolerância mesmo em situação de estresse térmico. O maior número de glóbulos brancos pode ser devido a um aumento na liberação de hormônios como cortisona e adrenalina (CORREA et al., 2012).

Bezerra et al. (2013) avaliando cordeiros da raça Morada Nova encontraram maiores valores para leucócitos, eosinófilos, monócitos e linfócitos e menores valores para neutrófilos, comparados aos do presente estudo, demonstrando a variabilidade de fatores que podem influenciar o quadro leucocitário dos ovinos de uma mesma raça.

Dado o exposto, pode-se inferir que raças nativas como a Morada Nova, são mais tolerantes ao calor e conseguem superar melhor os desafios térmicos impostos, demonstrando assim desempenho termolítico superior a raças exóticas devido a adaptações morfológicas e características fisiológicas (RIBEIRO e GARCIA, 2016).

CONCLUSÕES

Os ovinos apresentam valores distintos no hemograma de acordo com a adaptabilidade ao ambiente em que vivem e devido a características inerentes de cada genótipo;

Mais estudos devem ser desenvolvidos para fixar valores hematológicos de referência para as diferentes raças de ovinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCO 2018. Associação Brasileira de Criadores de Ovinos. **Padrões raciais.** Disponível em: < http://www.arcoovinos.com.br/index.php/mn-srgo/mn-padroesraciais >. Acesso em 19 jun. 2018.

ARFUSO, F.; FAZIO, F.; RIZZO, M.; MARAFOTI, S.; ZANGHÌ, E.; PICCIONE, G. Factors affecting the hematological parameters in different goat breeds from Italy. **Annals of Animal Science**, v. 16, n. 3, p. 743-757, 2016.

BACCARI Jr, F.; POLASTRE, R.; FRÉ, C. A.; ASSIS, O. S. Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos: correlação com o ganho de peso. In: Reunião Anual da Sociedade de Zootecnia, Campo Grande, MS. **Anais**... Campo Grande: SBZ p. 316, 1986.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal.** Viçosa: UFV, 1997, 246p.

BEZERRA, L.R.; TORREÃO, J.N.C.; MARQUES, C.A.T.; MACHADO, L.P.; ARAÚJO, M.J.; VEIGA, A.M.S. Influência da suplementação concentrada e da categoria animal no hemograma de ovinos da raça Morada Nova. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 6, p. 1738-1744, 2013.

BRASIL. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas**: 1961-1990. Brasília, DF: Embrapa-SPI. 1992.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CORREA, M.P.C.; CARDOSO, M.T.; CASTANHEIRA, M.; LANDIM, A.V.; DALLAGO, B.S.L.; LOUVANDINI, H.; McMANUS, C. Heat tolerance in three genetic groups of lambs in central Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 104, p. 70-77, 2012.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3 ed. Guanabara Koogan, 2004. 596 p.

DELFINO, L.J.B.; SOUZA, B.B.; SILVA, R.M.N.; SILVA, W.W. Efeito do estresse calórico sobre o eritrograma de ruminantes. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 8, n. 2, p. 01-07, 2012.

IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal** (PPM) 2015. Volume 43, Rio de Janeiro, 2016, 100 p.

MADUREIRA, K.M.; GOMES, V.; BARCELOS, B.; ZANI, B.H.; SHECAIRA, C.L.; BACCILI, C.C.; BENESI, F.J. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos da raça Dorper. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 811-816, 2013.

MEYER, D.J.; COLES, E.H.; RICH, L.J. **Medicina de laboratório veterinária – Interpretação e diagnóstico**. 1ª Ed. São Paulo: Roca LTDA, 1995, 308p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

POLIZOPOULOU, Z.S. Haematological tests in sheep health management. **Small Ruminant Research**, v. 92, p. 88-91, 2010.

RIBEIRO, E.L.A; GARCÍA, E.G. Indigenous sheep breeds in Brazil: potential role for contributing to the sustainability of production systems. **Tropical Animal Health and Production,** v. 48, n. 7, p. 1305-1313, 2016.

SEIXAS, L.; MELO, C.B.; TANURE, C.B.; PERIPOLLI, V.; McMANUS, C. Heat tolerance in Brazilian hair sheep. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences,** v. 30, n. 4, p. 593-601, 2017.

SINGH, K.M.; SINGH, S.; GANGULY, I.; GANGULY, A.; NACHIAPPAN, R.K.; CHOPRA, A.; NARULA, H.K. Evaluation of Indian sheep breeds of arid zone under heat stress condition. **Small Ruminant Research**, v. 141, p. 113-117, 2016.

SOUZA, B.B. **Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil.** Disponível em: http://www.milkpoint.com.br/. Acesso em 05 de Outubro de 2017. 2010.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO DE DIFERENTES GENÓTIPOS OVINOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Nayanne Lopes Batista Dantas[1]; Bonifácio Benicio de Souza[2]; Maycon Rodrigues da Silva[3]; Gustavo de Assis Silva[4]; João Paulo da Silva Pires[5]; Luanna Figueirêdo Batista[3]; Mateus Freitas de Souza[5]; Fabíola Franklin de Medeiros[3]

[1] Drª em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, PB, Brasil. E-mail: nayanne.lb@gmail.com.
[2] Prof. Titular, UFCG, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, PB, Brasil. E-mail: bonif@cstr.ufcg.edu.br.
[3] Discentes do Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, UFCG, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, PB, Brasil. E-mail: mayconrvet@gmail.com; luanna_151@hotmail.com; vet.fabiolafranklin@gmail.com.
[4] Dr. em Medicina Veterinária, Extensionista Rural, Instituto Agronômico de Pernambuco, IPA, Itapetim, PE, Brasil. E-mail: gustavo.assis@ipa.br.
[5] Graduados em Medicina Veterinária, UFCG, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, PB, Brasil. E-mail: joaopaulopires777@gmail.com; freitasmateus22@gmail.com.

RESUMO - Objetivou-se avaliar e comparar o consumo de matéria seca e desempenho de ovinos de diferentes genótipos nas condições do semiárido brasileiro. O experimento foi realizado no Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido, localizado no município de Patos, na Paraíba, com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8ºC e umidade relativa de 61%. Foram utilizados 30 ovinos Morada Nova, Somalis e mestiços de ½Dorper x ½Somalis, machos, não castrados, com aproximadamente 150 dias de idade e peso vivo inicial médio de 22,5 ± 2 kg, 10 de cada genótipo, em confinamento por 75 dias. Foram avaliados o consumo diário de matéria seca (CDMS), ganho de peso total (GPT), ganho de peso médio diário (GPMD), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA). Houve diferença entre genótipos para todas as variáveis de desempenho avaliadas e os animais mestiços apresentaram as maiores médias para CDMS, GPT, GPMD e EA. Conclui-se que os ovinos mestiços ½Dorper x ½Somalis são recomendados para criação intensiva nas condições do semiárido nordestino por apresentarem rusticidade e bons índices produtivos.
Palavras-chave: confinamento, heterose, ovinocultura, semiárido.

INTRODUÇÃO

A ovinocultura de corte no Brasil é uma atividade em grande expansão, principalmente na região Nordeste (ROCHA et al., 2016), que detém 63% do efetivo rebanho nacional (IBGE, 2016). Os ovinos deslanados apresentam grande importância socioeconômica para o país. Entre as raças ovinas adaptadas ao semiárido nordestino, destacam-se a Morada Nova e a Somalis Brasileira, que apresentam grande rusticidade, prolificidade e aptidão para carne e pele (BRASIL et al., 2016).

Uma maneira interessante de produzir eficientemente cordeiros de alta qualidade para satisfazer os requisitos do mercado moderno seria cruzar raças de ovinos locais, como os da raça Somalis (SOUZA et al., 2013), que apresenta grande potencial para uso como raça materna em cruzamentos terminais (PEREIRA et al., 2018), com raças especializadas em produção de carne, como os ovinos Dorper.

O perfil nutricional é bastante relevante quando se deseja alcançar melhorias na capacidade produtiva animal e assegurar um plano nutricional adequado é fundamental para o aumento dos índices zootécnicos (SOUSA et al., 2015). Dessa forma, é importante disponibilizar informações sobre variação genotípica na utilização de diferentes recursos de alimentação com seus variados valores nutritivos e seus efeitos sobre o desempenho animal (ATES et al., 2015).

Por isso, o consumo de ração e o desempenho animal precisam ser avaliados em dietas para terminação de ovinos (GOMES et al., 2017), pois existem diferenças genéticas nos animais de criação que levam à variabilidade nas habilidades de desempenho entre raças (EGENA & ALAO 2014), conforme pesquisas (ARAÚJO FILHO et al., 2010; ROCHA et al., 2016; SOUZA et al., 2013), que demonstram a influência racial sobre essas características em ovinos.

Assim, devido a esta variabilidade genotípica, aliada ao fato de que a exposição a ambientes com elevada temperatura provoca uma série de alterações nos animais, entre elas, mudanças no consumo de ração (MARAI et al., 2007), objetivou-se avaliar e comparar o consumo de matéria seca e o desempenho de ovinos de diferentes genótipos nas condições do semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), fazenda experimental pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Patos, na Paraíba, região semiárida nordestina, com latitude 07° 05’ 28’’ S, longitude 37° 16’ 48’’ W, altitude de 250m, que se caracteriza por apresentar um clima BSh (KÖPPEN), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8ºC e umidade relativa de 61% (BRASIL, 1992).

Foram utilizados 30 ovinos Morada Nova, Somalis e mestiços de ½Dorper x ½Somalis (DxS), machos, não castrados, com aproximadamente 150 dias de idade e peso

vivo inicial médio de 22,5 ± 2 kg, 10 de cada genótipo. Foram realizadas medidas profiláticas de vacinação e vermifugação no início do experimento para garantir a sanidade dos animais durante a pesquisa. Os ovinos permaneceram confinados em baias individuais de madeira, medindo 0,80 x 1,20m, com comedouros e bebedouros por 75 dias, sendo 15 de adaptação ao ambiente, à dieta e ao manejo de forma geral e 60 dias de coleta de dados.

A dieta dos ovinos foi composta por volumoso - feno de Tífton (*Cynodon* sp.) e concentrado (milho em grão moído e farelo de soja), na proporção 60:40, além de suplementação mineral adequada, com acesso *ad libitum* à água. As dietas foram formuladas visando ganho de peso médio diário de 250 gramas de acordo com o National Research Council (NRC) 2007.

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, em partes iguais, às 7 horas e 15 horas, baseando-se inicialmente em um consumo médio de 3% do peso vivo e ajustada diariamente para possibilitar sobras de, aproximadamente, 10% do total oferecido. Para a determinação do teor de matéria seca, pesou-se diariamente as quantidades de alimentos fornecidos e as sobras, retirando-se alíquotas de 20% e acondicionando-as em sacos plásticos, fazendo-se a amostragem destas uma vez a cada 15 dias. Ao final do período de coletas, as amostras de sobras foram homogeneizadas e formadas amostras compostas por animal. As amostras foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de malha com crivos de 1 mm e armazenadas em frascos identificados, hermeticamente fechados, sendo posteriormente submetidas à analise laboratorial.

Foram utilizados dataloggers do tipo HOBO modelo U9 State (U9-001) com cabo externo acoplado a um globo negro na sombra e no sol para registro das variáveis ambientais temperatura do ar (Ta), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (Tgn) e temperatura do ponto de orvalho (Tpo) a cada hora, durante 24 horas, todos os dias de experimento. Com os dados obtidos foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), de acordo com a fórmula: Tgn + 0,36* Tpo + 41,5 (BUFFINGTON et al., 1981).

Os animais foram pesados no início do experimento e a cada quinze dias, sempre pela manhã, antes da alimentação, após jejum prévio de 12 horas para obtenção dos valores de ganho de peso total (GPT) - pela diferença entre o peso dos animais no início e no fim do período experimental. O ganho de peso médio diário (GPMD) foi obtido dividindo-se o GPT dos animais pelo número de dias experimentais. A conversão alimentar (CA) foi calculada pela relação entre o consumo diário de matéria seca (CDMS)

e o ganho de peso diário, (CA = CDMS/GPMD); e a eficiência alimentar (EA) foi calculada pela relação inversa (EA = GPMD/ CDMS).

Os dados obtidos foram analisados através do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1993), sendo aplicado o Teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para ovinos deslanados adultos a zona de conforto térmico (ZCT) é considerada ótima para temperaturas entre 20 e 30°C, com umidade relativa entre 50 e 80%, sendo considerada crítica quando a temperatura é superior a 34° C (BAÊTA & SOUZA, 1997). Nesta pesquisa as médias da temperatura do ar (32,3 ºC) e umidade relativa do ar (48,2%) apresentaram-se fora da ZCT (Tabela 1). O valor médio de ITGU na sombra (81) esteve abaixo da condição de estresse médio-alto para ovinos, que, segundo Souza (2010), situa-se em torno de 83.

Tabela 1. Médias da temperatura do ar, umidade relativa e Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) na sombra e no sol nos turnos manhã e tarde.

	Turnos			
Variáveis Ambientais	Manhã	Tarde	Média	CV (%)
Temperatura do ar (°C)	29,4B	35,3A	32,3	8,3
Umidade relativa do ar (%)	58,3A	38,1B	48,2	30,4
ITGU Sombra	79,3B	82,7A	81	2,9

CV - Coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes na linha indicam efeito de turno (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Com relação às variáveis de desempenho (Tabela 2), as médias de consumo de MS estão próximas à média predita pelo National Research Council - NRC (2007) a qual varia de 1,0 a 1,3 kg de matéria seca por animal por dia para a categoria animal utilizada no presente trabalho.

Os ovinos mestiços apresentaram maior CDMS (1118g) quando comparados aos das raças Somalis e Morada Nova, (959g e 1015 g, respectivamente) que não diferiram entre si. Isso ocorreu por se tratarem de animais de maior porte e a Dorper ser uma raça com grande aptidão para produção de carne, fazendo com que seus mestiços tenham essa característica.

Cartaxo et al. (2017), avaliando as características de desempenho de cordeiros Santa Inês e seus cruzamentos ½Dorper x ½Santa Inês e ¾Dorper x ¼Santa Inês, verificaram

que não houve efeito do genótipo sobre o desempenho dos cordeiros, exceto para escore corporal final, em que os mestiços Dorper alcançaram os maiores escores.

Tabela 2. Variáveis de desempenho dos ovinos de acordo com a dieta e o genótipo.

	Variáveis de desempenho						
	PI (kg)	PF (kg)	CDMS (g)	GPT (kg)	GPMD (g)	CA	EA (%)
Genótipos							
Somalis	22,00	30,45	959B	8,45B	141B	6,80A	14,70B
Morada Nova	22,40	31,60	1015B	9,20B	153B	6,63A	15,07AB
Mestiços (DxS)	23,31	35,40	1118A	12,09A	201A	5,56B	17,98A

PI - peso inicial, PF - peso final, CDMS - consumo diário de matéria seca, GPT - ganho de peso total, GPMD - ganho de peso médio diário, CA - conversão alimentar, EA - eficiência alimentar.
Médias seguidas de letras diferentes na coluna indicam diferença (P<0,05) para o fator pelo Teste de Tukey.

Araújo Filho et al. (2010) analisando os efeitos da alimentação e do genótipo sobre o desempenho de cordeiros deslanados, obtiveram consumos de matéria seca semelhantes entre as raças Morada Nova (1040g) e Santa Inês (1080g), e inferiores aos dos mestiços Dorper x Santa Inês (1140g), médias semelhantes as deste estudo. Os autores relataram que essa ingestão não assegurou o ganho esperado de 250 g dia^{-1}, sendo este de 174, 210 e 201 g dia^{-1} para os genótipos Morada Nova, Santa Inês e mestiços Dorper x Santa Inês, respectivamente. Assim como ocorreu na presente pesquisa, na qual os ovinos da raça Morada Nova consumiram 1015 g dia^{-1} com GPMD de 153 g dia^{-1}. Com relação aos mestiços, verifica-se comportamento semelhante, visto que o genótipo Dorper x Santa Inês apresentou CDMS de 1140 g dia^{-1} e GPMD de 201 g dia^{-1}, enquanto o Dorper x Somalis apresentaram CDMS de 1118 g dia^{-1} e mesmo valor de GPMD (201 g dia^{-1}).

Em relação ao GPT E GPMD, verificou-se diferença, sendo os maiores valores encontrados (P<0,05) para estas duas variáveis nos animais mestiços, não havendo diferença entre as raças Somalis e Morada Nova. Corroborando assim os dados de Rocha et al. (2016), que verificaram que o ganho de peso total foi influenciado pelo genótipo, em que os mestiços de Dorper e Santa Inês apresentaram GPT superior ao observado para os cordeiros SPRD (sem padrão racial definido), demonstrando que os mestiços obtiveram maior capacidade de transformar os nutrientes da dieta em músculo ou gordura corporal durante o período de confinamento.

Lakew et al. (2014) encontraram influência significativa da raça sobre a taxa de crescimento em ovinos, sendo que os cordeiros mestiços apresentaram maior GPD com melhor desempenho de crescimento do que os cordeiros locais.

Os ovinos mestiços apresentaram melhor CA (P<0,05) quando comparados aos das raças Somalis e Morada Nova, que não diferiram entre si. Isso demonstra a maior capacidade dos animais mestiços de converter o alimento consumido em produto final. Isso se deve à maior eficiência de desempenho e desenvolvimento corporal desses animais durante o período de confinamento, provavelmente por apresentarem melhor genética para as características em estudo (ROCHA et al., 2016).

Cartaxo et al. (2017) verificaram ausência de diferença significativa para a conversão alimentar entre os genótipos avaliados (cordeiros Santa Inês e seus cruzamentos), fato que foi justificado devido ao consumo de matéria seca e ganho de peso médio diário não terem apresentado diferenças significativas, ao contrário do que ocorreu na presente pesquisa.

Para a EA, os ovinos mestiços ½Dorper x ½Somalis (17,98%) apresentaram maior eficiência que os da raça Somalis (14,70%) e os ovinos Morada Nova apresentaram EA semelhante às dos demais genótipos (15,07%).

CONCLUSÕES

Os três genótipos estudados apresentaram características de desempenho favoráveis à criação intensiva no semiárido;

Recomenda-se a utilização dos ovinos mestiços ½Dorper x ½Somalis para criação intensiva nas condições do semiárido brasileiro por apresentarem rusticidade e bons índices produtivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO FILHO, J.T. et al. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 363-371, 2010. Doi: 10.1590/S1516-35982010000200020.

ATES, S. et al. Performance of indigenous and exotic×indigenous sheep breeds fed different diets in spring and the efficiency of feeding system in crop–livestock farming. **Journal of Agricultural Science,** v. 153, p. 554-569, 2015. Doi: 10.1017/S0021859614000677.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246p.

BRASIL, 1992. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas**: 1961-1990. Brasília, DF: Embrapa-SPI.

BRASIL, O.O. et al. Produção de embriões em ovinos Morada Nova e Somalis Brasileira. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 5, p. 1390-1394, 2016. Doi: 10.1590/1678-4162-8428.

BUFFINGTON, D.E. et al. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981. Doi: 10.13031/2013.34325.

CARTAXO, F.Q. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês e suas cruzas com Dorper terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 2, p. 388-401, 2017. Doi: 10.1590/s1519-99402017000200017.

EGENA, S.S.A.; ALAO, R.O. Haemoglobin polymorphism in selected farm animals -a review. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 30, n. 3, p. 377-390, 2014. Doi: 10.2298/BAH1403377E.

GOMES, F.H.T. et al. Consumo, comportamento e desempenho em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona. **Ciência Agronômica,** v. 48, n. 1, p. 182-190, 2017. Doi: 10.5935/1806-6690.20170021.

IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal** (PPM) 2015. Volume 43, Rio de Janeiro, 2016. 100 p.

LAKEW, M. et al. Evaluation of growth performance of local and Dorper× local crossbred sheep in eastern Amhara region, Ethiopia. **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v. 4, n. 4, p. 787-794, 2014.

MARAI, I.F.M. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep - A review. **Small Ruminant Research,** v. 71, p. 1-12, 2007. Doi: 10.1016/j.smallrumres.2006.10.003

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

PEREIRA, E.S. et al. Net mineral requirements for the growth and maintenance of Somali lambs. **Animal,** v. 22, p. 1-7, 2018. Doi: 10.1017/S1751731118000782.

ROCHA, L.P. et al. Desempenho produtivo e econômico de cordeiros de diferentes genótipos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 2, p. 262-271, 2016. Doi: 10.1590/S1519-99402016000200013.

SOUSA, R.T. et al. Características reprodutivas de ovelhas Morada Nova e Somalis Brasileira. **PubVet**, v. 9, n. 11, p. 495-501, 2015.

SOUZA, B.B. **Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil.** 2010. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/>. Acesso em: 05 Out. 2017.

SOUZA, D.A. et al. Growth performance, feed efficiency and carcass characteristics of lambs produced from Dorper sheep crossed with Santa Inês or Brazilian Somali sheep. **Small Ruminant Research,** v. 114, p. 51–55, 2013. Doi: 10.1016/j.smallrumres.2013.06.006.

DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE BAIA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO INTENSIVO DE OVINOS

Pablo Teixeira Leal de Oliveira[1,4], Silvia Helena Nogueira Turco[2], José Felipe Napoleão Santos[1], Evandro Gomes Rodrigues[1], Carla Wanderley Mattos[1], Dian Lourençoni[2], Tadayuki Yanagi Junior[3].

[1]Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sertão Pernambucano, campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-PE. pablo.leal@ifsertao-pe.edu.br
[2]Universidade federal do Vale do São Francisco, colegiado de Engenharia Agrícola, Juazeiro-BA
[3]Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Lavras-MG. yanagi@deg.ufla.br

RESUMO - Objetivou-se com presente trabalho, avaliar diferentes espaçamentos em baias de confinamento para ovinos mestiços de Santa Inês, na Região Semiárida Pernambucana. O experimento foi realizado na cidade de Petrolina-PE, durante parte das estações do outono (maio) e inverno (junho e julho). Avaliou-se três espaçamentos de 0,60, 0,90 e 1,20 m^2 por animal, para um grupo de cinco animais, com quatro baias de repetições por tratamento, totalizando 60 animais. As variáveis meteorológicas foram mensuradas no interior das instalações, como temperatura do ar, umidade relativa e temperatura de globo negro a cada hora durante todo o período experimental, mediu-se também, as respostas fisiológicas, em doze horários durante quatro dias não consecutivos e o desempenho destes animais durante a fase experimental. Verificou-se que os animais não foram expostos a um ambiente termicamente estressante durante o experimento e não foram observadas diferenças nas respostas fisiológicas e de desempenho dos ovinos nos diferentes espaçamentos. Concluindo que a utilização do menor espaçamento, 0,60 m^2 $animal^{-1}$, não promoveu estresse aos animais durante este período do ano, podendo ser utilizado como área necessária para implantação do sistema de produção intensivo para terminação de ovinos mestiços de Santa Inês.
Palavra-Chave: instalações, ambiência, confinamento, estresse térmico, ruminantes.

INTRODUÇÃO

Para atender ao mercado de carne ovina e manter o crescimento desse agronegócio é necessário que a produção de animais jovens seja suficiente e constante ao longo do ano. Entretanto, o sistema de produção extensivo de ovinos ainda é o sistema mais utilizado pelos produtores brasileiros e, devido ao aumento de demanda de consumo desta carne, os produtores estão tendo que modificar seus sistemas de produção, adquirindo novas tecnologias e, cada vez mais, os sistemas extensivos de produção vêm sendo substituídos por sistemas mais modernos como o confinamento e semiconfinamento.

Para que estes sistemas mais modernos consigam elevar a produção desta espécie, mantendo sempre o bem-estar dos animais, as instalações devem ser construídas a partir

de estudos preliminares de mercado e um adequado planejamento do projeto construtivo que permita satisfatório monitoramento nutricional, sanitário, genético e reprodutivo destes animais. Desta forma, objetivou-se com a presente pesquisa adequar o espaçamento de baias para ovinos em sistema de confinamento, visando o bem-estar dos animais nas condições climáticas do Semiárido nordestino.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi realizado no campo experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sertão Pernambucano, *campus* Petrolina Zona Rural, localizado na cidade de Petrolina-PE. De acordo com a classificação de Köppen (Hargreaves, 1974), o clima da região é do tipo BSwh', ou seja, clima semiárido, com estação chuvosa compreendida entre os meses de janeiro e abril. A pesquisa se concentrou no ambiente interno das instalações, para as condições climáticas do semiárido.

Foram utilizados 60 ovinos, mestiços de Santa Inês com peso inicial de 23,24±2 kg. O período experimental foi composto por um período de adaptação de 15 dias e 49 dias de coletas de dados, totalizando 64 dias. Cada unidade experimental foi composta por cinco animais por baia distribuídos em três espaçamentos: 0,6 m^2 $animal^{-1}$, 0,9 m^2 $animal^{-1}$ e 1,2 m^2 $animal^{-1}$, com quatro baias de repetições por tratamento.

As baias experimentais foram construídas com divisórias de tela campestre até o nível do chão, piso de chão batido. Em todas elas foram disponibilizados comedouros (0,35cm $animal^{-1}$) e bebedouros coletivos de comprimentos semelhantes para todos os tratamentos, de forma a padronizar a área disponível para consumo de alimentos e água. Todas as baias foram cobertas por tela de sombreamento de polipropileno com fator de retenção solar de 50% e altura de pé direito de 2,70 m.

A dieta experimental, utilizada nos diferentes espaçamentos, foi composta por feno de tifton 85 e concentrado, numa relação volumoso/concentrado de 50/50%, a qual foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (2007), visando atender as exigências de mantença e ganhos diários próximos a 100 g dia^{-1}. Esta dieta foi fornecida duas vezes possibilitando uma sobra de 10% ao dia (8 e 14 h), no intuito de evitar desperdício do alimento devido ao grande volume ofertado, além de evitar a exposição prolongada do alimento ao meio ambiente. Foram realizadas anotações diárias tanto da quantidade dos ingredientes da dieta fornecidas quanto das sobras para cada baia.

O consumo de água foi estimado através da pesagem da água oferecida durante 24h e subtraindo a evapotranspiração potencial do dia, proveniente na média de três bebedouros testemunhas distribuídos de forma aleatória na instalação, durante o período experimental.

Os animais foram identificados, castrados, pesados e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado e pesados a cada intervalo de sete dias, até o final do experimento. Com estes dados foram calculados o ganho em peso diário e total.

Para análise dos parâmetros fisiológicos foi utilizado esquema fatorial duplo (3 x 12), três espaçamentos (0,6, 0,9 e 1,2 m^2 $animal^{-1}$) e doze horários (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21 e 23h) com quatro repetições por tratamento. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativo procedeu-se o teste de regressão, utilizado o programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 2003), ao nível significância de 5%.

Para a obtenção de dados de caracterização do ambiente térmico foram instalados, na área experimental, abrigos meteorológicos compostos de três *data loggers* com sensores de umidade, temperatura do ar e temperatura de globo negro, sendo os dados coletados e armazenados a cada 15 min durante todo o período experimental e um anemômetro digital portátil para a coleta da velocidade do vento a cada duas horas, uma vez por semana. Com estes dados foi determinado o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) segundo Buffington et al. (1981) e o índice de temperatura e umidade (ITU) desenvolvido por Thom (1958). As médias das variáveis climáticas foram avaliadas através de regressão.

As avaliações dos parâmetros fisiológicos: frequência respiratória (FR), temperatura superficial (TS) e temperatura retal (TR) foram adaptados para dois períodos de 12 horas, um diurno e um noturno, totalizando uma observação de 24h durante os 44 dias de coleta de dados.

Para a determinação da TS, foram utilizados termômetros de infravermelho (ST-600, Incotherm), a 10 cm de distância do pelame dos animais, em cinco locais distintos (fronte, pescoço, caixa torácica, flanco e pernil), os quais originaram a média. Para a TR, foi utilizado termômetro clinico veterinário graduado até 45°C, introduzido a 5,0 cm no reto de cada animal por um tempo de dois minutos. A FR foi quantificada em número de respirações por minuto, sendo obtida pela contagem da movimentação do flanco dos ovinos durante 15 segundos, multiplicando-se o resultado por quatro, a fim de obter-se a frequência por minuto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das variáveis ambientais registradas durante os períodos de coleta de dados estão listados na Tabela 01. As temperaturas mínima e máxima observadas foram 20,2 e 30,0ºC, as 5 e 18h, respectivamente, e com umidade relativa mínima e máxima de 42 e 82% às 19 e 6h, respectivamente. Os valores observados estão dentro do intervalo de temperatura de conforto térmico para ovinos e caprinos, de 20 a 30ºC, recomendados por Baêta e Souza (2010). Confirmando estes dados, Eustáquio Filho et al. (2011), em um trabalho realizado no sudoeste da Bahia, estabeleceu como zona de conforto térmico para ovinos da raça Santa Inês com temperaturas de 10, 15, 20 e 25° C. No entanto, a partir de 30°C os animais necessitaram aumentar o esforço fisiológico para a manutenção da homeotermia.

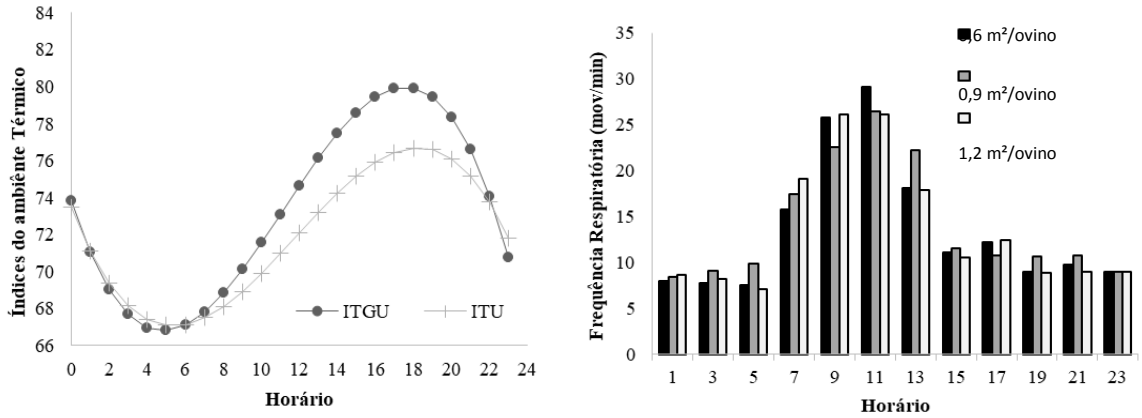
A URmín observada, que ocorre frequentemente nos horários de pico de radiação solar e temperatura, estava abaixo dos valores recomendados por Baêta & Souza (2010), que citam a umidade relativa ideal para a criação de animais domésticos serem entre 50 e 70%, já as URméd e URmáx estiveram dentro dos padrões normais e chegando a ultrapassar os limites de conforto, respectivamente. A avaliação das condições de UR em instalações zootécnicas é muito importante, pois estas exercem grande influência no bem-estar e na produtividade do animal, principalmente se os índices elevados de UR estão associados a altas temperaturas do ar, o que não foi observado nesta pesquisa.

Resultados semelhantes foram encontrados por Roberto et al. (2014), que ao avaliar as respostas fisiológicas e os gradientes térmicos de cabras Saanen e mestiças ¼ Saanen + ¾ Bôer, no período de novembro a fevereiro, criadas em regime de confinamento em uma instalação semiaberta, com cobertura de telhas de fibrocimento, no semiárido paraibano, obteve os maiores valores de umidade relativa do ar às 6 horas da manhã, com 83% e os menores às 14 horas, com 41%.

Tabela 1. Variáveis ambientais registradas nos períodos de observação.

Variáveis	Média Diária
Ta	25,2 ºC
Tamáx	30,0 ºC
Tamín	20,2 ºC
UR méd	61%
UR máx	82%
UR mín	42%

Os valores médios horários do ITGU e ITU estão ilustrados na Figura 1a, pode-se observar uma variação aproximadamente de 67 a 80 ao longo do dia para o ITGU e para o ITU de 67 a 77.



(a) (b)

Figura 1. Valores médios horários dos (a) índices de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e temperatura e umidade (ITU) e (b) das frequências respiratórias de ovinos em espaçamentos de 0,6, 0,9 e 1,2 m^2 $animal^{-1}$.

Ressalta-se que, ainda não existe uma classificação de ITU e ITGU específica para ovinos, entretanto Silva et al. (2013), ao estudarem a influência das condições climáticas sobre as variáveis fisiológicas e o ganho de peso médio diário de cordeiros da raça Santa Inês, encontraram valores de ITU de 72,4 e 78,0, às 7 e 15 horas, respectivamente, e afirmam que apesar dos animais estudados terem aumentado a sua frequência respiratória e temperatura retal, os animais apresentaram ganho de peso médio diário satisfatório, indicando que os valores de ITU não expressaram desconforto para esses animais. Para este experimento em nenhum horário observaram-se valores de ITU maiores de 77, sendo considerado que o ambiente não proporcionou desconforto térmico.

Para os dados de ITGU, observou-se ocorrência de um ambiente de estresse leve, pois tiveram valores menores que 82, que, segundo Dantas et al. (2015), trabalhando com ovinos mestiço de Santa Inês e Dopper na cidade de Patos-PB considerou valores acima de 82 como estresse perigoso para ovinos.

Pesquisa realizada por Silanikove & Koluman (2015) demonstram uma relação entre o animal e seu ambiente, eles classificaram o risco de estresse ao calor para cabras leiteiras de Normal (nenhum efeito das condições térmicas do ambiente na produção de leite) para ITU < 80, alerta (para pequenos efeitos sobre a produção de leite) 80 ≤ ITU <

 ISBN: 978-85-66836-24-0

85, perigo (efeito severo sobre a produção de leite) 85 ≤ ITU < 90 e extremo (pode causar morte) ITU ≥ 90. Por esta classificação o ambiente deste experimento esteve sempre dentro da classificação de risco normal.

Quanto às respostas fisiológicas (Figura 1B), não foi observado diferenças estatísticas entre os espaçamentos (0,60; 0,90 e 1,20 m^2 $animal^{-1}$), também não sendo observada interação entre espaçamentos e horas na frequência respiratória, temperatura retal e temperatura superficial.

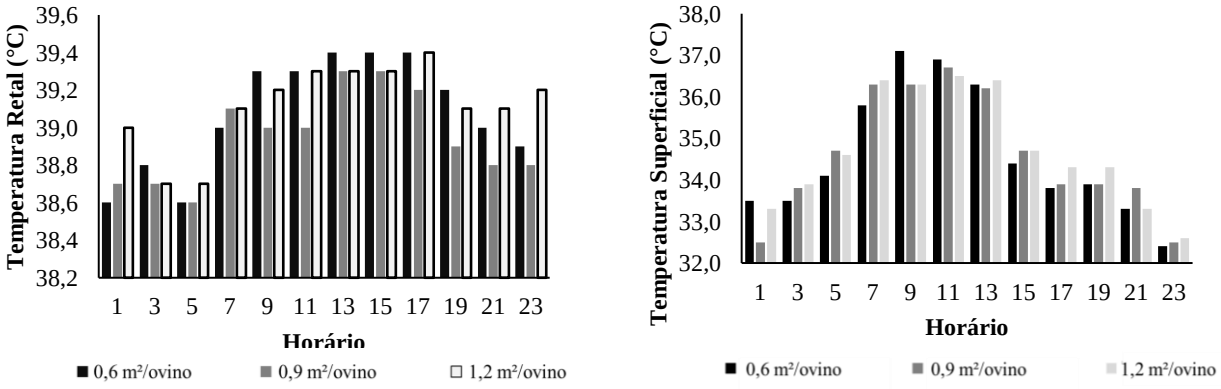
Segundo relatos de Silanikove (2000) a frequência respiratória pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que frequência de 40 – 60, 60 – 80 e 80 – 120 movimentos por minuto caracterizam, respectivamente estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes. Pode-se observar que os animais, desse experimento, estiveram com uma frequência máxima de 29 movimentos por minuto, nos horários mais quentes do dia, não ocorrendo influência da variação dos espaçamentos neste período do ano.

Estes resultados corroboram com Eustáquio Filho et al. (2011), onde foi observado frequência respiratória de 20 a 28 movimentos por minuto em ovinos da raça Santa Inês, em ambientes controlados em câmeras climáticas de 20 a 30°C. Outra pesquisa também realizada na região de Petrolina-PE, por Oliveira et. al. (2013) com ovinos Santa Inês, em junho a agosto, observaram frequência respiratória dos animais em torno de 30 movimentos por minuto, com área de sombreamento disponibilizado.

Sabe-se que a temperatura corporal resulta da diferença entre toda a energia térmica que é produzida e a energia recebida pelo organismo animal e toda aquela energia térmica que é dissipada desse para o meio. A TR é apresentada como um indicador dessa diferença e pode estar sempre sendo usada com o objetivo de se avaliar a adversidade do ambiente térmico sobre os animais.

No experimento não foi verificado influência dos diferentes espaçamentos sobre a temperatura retal dos animais, mas apenas das condições meteorológicas sobre os animais.

Os maiores valores de TR registrados no estudo situaram-se na parte da tarde, por volta das 13 às 17h e coincidem com os maiores índices de ITGU e ITU observados na Figura 1a. Estes dados são corroborados pela pesquisa de Al-Haidary et al. (2012), em experimento com reprodutoras ovinas da raça Najdi em condições de inverno na Arábia Saudita (temperatura variando de 12,83 a 25,81ºC), com temperatura retal variando de 37,5 a 38,5ºC.



(a) (b)

Figura 2. Valores médios horários da temperatura retal de ovinos em espaçamentos de 0,6, 0,9 e 1,2 m^2 $animal^{-1}$ (A) e valores médios horários da temperatura superficial cutânea de ovinos em espaçamentos de 0,6, 0,9 e 1,2 m^2 $animal^{-1}$ (B).

Não foi verificado influência dos diferentes espaçamentos sobre a temperatura superficial cutânea (TS) dos animais, havendo diferenciação apenas para as condições meteorológicas sobre os animais. As médias de temperatura superficial acompanharam o comportamento das médias de ITGU observadas durante 24 horas (Figura 2b). Esta variação pode estar condicionada à uma maior eficiência da utilização de mecanismos termorregulatórios como a vasodilatação periférica, na tentativa de manter a sua temperatura corporal constante por meio de trocas de calor com o ambiente.

Dados semelhantes foram observados por Andrade et al. (2007) que, estudando parâmetros fisiológicos em ovinos Santa Inês submetidos a diferentes ambientes sombreados, encontraram valores médios de TC de 31,54 e 35,35 °C durante o dia, quando o ITGU variava entre de 73,28 e 83,61.

Os maiores valores de TS registrados no estudo situaram-se na parte da tarde, por volta das 07 às 13h e coincidem com os maiores valores médios dos índices de ITGU e ITU. Dados semelhantes foram observados por Oliveira et al. (2013), na cidade de Petrolina – PE, na época fria (temperatura do ar de 26,27°C; umidade relativa de 61,01 e ITGU de 81) obtendo valores médios de TS de 32,5°C em ambientes sombreado.

Como podem ser observados na Tabela 02, os valores de consumo de alimentos, consumo de água, ganho em peso médio diário e ganho em peso médio total também não apresentaram diferença estatística entre os diferentes espaçamentos de baias submetidos. Fato este de extrema relevância, uma vez que, estes parâmetros produtivos colaboram com as observações das características fisiológicas destes ovinos e respaldam a capacidade adaptativa destes animais em situações com instalações produtivas com maior

densidade animal por área útil de baias, sem que haja prejuízos relevantes à sua produtividade nestas condições experimentais. Possibilitando, desta forma, a redução da área necessária para implantação de unidades produtivas com sistemas intensivos para terminação de ovinos mestiços de Santa Inês, ou mesmo, o maior adensamento destas instalações por área útil nos períodos de outono/inverno.

Tabela 2. Médias dos valores de ganho em peso total (kg), ganho em peso diário (g), consumo de dieta (kg) e consumo de água (l).

Variáveis	Espaçamento			
	0,6	0,9	1,2	Valor de P
Ganho em peso total	14,05	13,30	13,90	0.6460
Ganho em peso diário	319,00	302,00	315,00	0.6461
Consumo da dieta	6,40	6,70	6,70	0.4970
Consumo de água	16,30	18,40	18,40	0.0721

CONCLUSÃO

Recomenda-se da utilização do espaçamento de baia de confinamento CPO (0,6 m^2 $animal^{-1}$) para ovinos mestiços de Santa Inês nas fases de crescimento/terminação para os períodos de outono/inverno nas condições climáticas do Semiárido nordestino. Todavia, também se faz necessário aprofundar os estudos com relação as respostas de ovinos Santa Inês a estes espaçamentos de baias de confinamento nos períodos de maior estresse térmico (primavera/verão) da região Semiárida do nordeste brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGGRÁFICAS

Andrade, I. S.; Sousa, B.B.; Pereira Filho, J.M.; Silva, A.M.A. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. Ciencia e Agrotecnologia, v. 31, n. 2, p. 540–547, 2007

Al-Haidary, A.A.; Aljumaah, R.S.; Alshaikh, M.A.; Abdoun, K.A.; Samara, E.M.; Okab, A.B.; Alfuraiji, M.M. Thermoregulatory and Physiological Responses of Najdi Sheep Exposed to Environmental Heat Loat Prevailing inSaudi Arabia. Pakistan Veterinary Journal, V.32, n.4, p.515-519, 2012.

Baêta, F.C.; Souza, C.F. Ambiência em edificações rurais: Conforto animal. 2.ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 269 p.

Buffington, D.E.; Collazo-Arocho, A.; Canton, G.H.; Pitt, D.; Thatcher, W.W.; Collier, R.J. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-14, 1981

Dantas, N. L. B.; Souza, B. B.; Cézar, M.F.; Oliveira, G. J. C.; Araújo, R. P.; Nobre, I. S.; Medeiros, S. F.; Roberto, J.V. B. Estudos da coloração do pelame em relação às respostas produtivas de ovinos mestiços sob estresse calórico. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.16, n.2, p.397-407, 2015

Eustáquio Filho, A.; Teodoro, S. M.; Chaves, M. A.; Santos, P. E. F. dos; Silva, M. W. R. da; Murta, R. M.; Carvalho, G. P. de; Souza, L. E. B. de. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, p.1807-1814, 2011.

Ferreira, D. F. SISVAR 4,6 - programa de análise estatística. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 1 CD-ROM.

Hargreaves, G. H. Estimation of potential and crop evapotranspiration. Transactions of the ASAE, v.17, n.174, p.701-704, 1974.

NRC-National Research Council. Nutrients requirements of small ruminants. 6th ed. Washington, D.C.: NRC, 2007.

Oliveira, F. A., Turco, S. H.N., Borges, I., Clemente, C. A., Nascimento, T. V., Loiola Filho, J. B. Parâmetros fisiológicos de ovinos Santa Inês submetidos a sombreamento com tela de polipropileno. Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental, *17*(9) p.1014-1019, 2013.

Roberto, J. V. B.; Souza, B. B.; Furtado, D. A.; DELFINO, L.J.B.; L. J. B.; Marques, B. A. A. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. Journal Animal Behavior Biometeorological. v.2, n.1, p.11-19, 2014.

Silanikove, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed 1059 domestic ruminants. Livestock Production Science, v.67, p.1-18, 2000.

Silanikove, N.; Koluman, D. Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: Predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming. Elsevier, Small Ruminant Research 123 p.27–34. 2015.

Silva, T. P. D.; Júnior, S. C. S.; Santos, K. R.; Marques, C. A. T.; Torreão, J. N. C. Características termorreguladoras e ganho de peso de cordeiros Santa Inês no sul do estado do Piauí no período de transição seca/águas. Revista Agrarian, v.6, n.20, p.198-204. Dourados, 2013.

Thom, E.C. Cooling degrees - days air conditioning, heating, and ventilating. Transactions of the ASAE, v.55, n.7, p.65-72, 1958.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E BEM-ESTAR DE TRABALHADORES RURAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

André Luís Nogueira Amaro[1], Tadayuki Yanagi Junior[1], Silvia de Nazaré Monteiro Yanagi[1], Gabriel Araújo e Silva Ferraz[1], Alessandro Torres Campos[1], Pablo Teixeira Leal de Oliveira[1,2], João Levi Bastos Fernandes[1].

[1]Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Lavras-MG. andr.nogueira@gmail.com yanagi@deg.ufla.br silvia.yanagi@deg.ufla.br gabriel.ferraz@deg.ufla.br campos@deg.ufla.br joao.fernades@deg.ufla.br
[2]Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sertão Pernambucano, campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-PE. pablo.leal@ifsertao-pe.edu.br

RESUMO – Objetivou-se com a presente pesquisa caracterizar o ambiente térmico em locais abertos de trabalhadores do setor agrícola no Estado de Minas Gerais por meio do índice de temperatura e humidade (ITU), considerando um período histórico (1976 – 2014) e um cenário futuro (ano de 2024). A séries históricas (1976-2014) de índice de temperatura e umidade (ITU) médio foi determinada a partir de valores de temperatura média e umidade relativa do ar de 48 estações meteorológicas localizadas no Estado de Minas Gerais, a qual, foi utilizada para análise de tendências por meio do teste de Mann-Kendall e regressão linear para as previsões para até o ano de 2024. A série histórica (1979-2014) de ITU médio de Minas Gerais indicou situação de conforto térmico para humanos em todas as estações do ano, exceto para o verão. Entretanto, considerando a análise do cenário futuro, ano de 2024, indicou uma elevação do ITU médio para uma situação classificada como quente no verão, outono e primavera, elevando o risco de estresse térmico para o trabalhador rural e evidenciando a necessidade de se buscar alternativas viáveis para minimização dos impactos das mudanças climáticas sobre a cadeia produtiva rural do estado.
Palavras-chave: aquecimento global, conforto térmico humano, série histórica, estresse.

INTRODUÇÃO

Os impactos das alterações do clima sobre os sistemas de produção agropecuário já vem sendo alvo de discussões desde a década de 1980 (ARAÚJO, 2015). Estas alterações no clima da Terra são consideradas importantes causadores de problemas ao bem-estar e produtividade dos animais e vegetais. Por outro lado, apesar da influência do ambiente térmico sobre o favorecimento ou prejuízo do desempenho produtivo no setor agrícola ser assunto amplamente discutido no Brasil, as interações estabelecidas entre o impacto das mudanças no clima e o bem-estar do trabalhador rural ainda são pouco estudados.

O bem-estar, no ambiente de trabalho rural, deve ser levado em consideração quando se busca assegurar condições mais salubres de trabalho e, consequentemente, melhoria dos padrões produtivos desses indivíduos, uma vez que, normalmente estes trabalhadores, nas

diversas atribuições dentro das propriedades agropecuárias, estão mais expostos ao estresse proporcionado pelas ações do ambiente térmico.

Quando se trata de estresse térmico por calor, pode-se observar alterações nos parâmetros fisiológicos de humanos, tais como: aumentos da frequência cardíaca, da temperatura corporal, da pressão sanguínea e da produção de suor (SHEN & ZHU, 2015). Zheng et al. (2012), também descrevem a insolação, câimbras e exaustão como desordem provocadas pelo excesso de calor no ambiente de trabalho. A exposição do trabalhador a uma situação de estresse térmico prolongado pode provocar reduções no desempenho produtivo desses indivíduos além de elevar os riscos de acidente de trabalho.

Visando o estabelecimento de critérios para classificação do ambiente térmico foram desenvolvidos diversos índices bioclimáticos, dentre estes, o índice de temperatura e umidade (ITU) proposto por Thom, (1959) tem sido amplamente usado para classificar o nível de conforto térmico em seres humanos, tendo em vista a facilidade de obtenção dos dados meteorológicos usados como entrada na equação.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho caracterizar o ambiente térmico de trabalhadores rurais no Estado de Minas Gerais por meio do índice de temperatura e humidade (ITU), considerando um período histórico e um cenário futuro.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento meteorológico foi realizado partir da obtenção de uma série histórica de 39 anos, período de 1976 a 2014, com dados de temperatura de bulbo seco médias ($t_{bs,méd}$) e umidade relativa (UR) de 48 estações meteorológicas do estado de Minas Gerais (Tabela 1) pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Tabela 1. Estações meteorológicas convencionais utilizadas e suas respectivas altitudes.

N°	Estação	Alt. (m)	N°	Estação	Alt. (m)	N°	Estação	Alt. (m)
1	Aimorés	83	17	Divinópolis	788.35	33	Mocambinho	452
2	Araçuaí	289	18	Espinosa	596.64	34	Monte Azul	625
3	Araxá	1.024	19	Florestal	749	35	Montes Claros	652
4	Arinos	519	20	Formoso	840	36	Paracatu	712
5	Bambuí	661	21	Frutal	544	37	Patos de Minas	940
6	Barbacena	1.126	22	Ibirité	815	38	Pedra Azul	648.91
7	Belo Horizonte	915	23	Itamarandiba	1.097	39	Pirapora	505
8	Bom Despacho	695	24	Ituiutaba	560	40	Poços de caldas	1.15
9	Caparaó	843	25	Janaúba	516	41	Pompéu	691
10	Capinópolis	620.6	26	Januária	474	42	Salinas	471
11	Caratinga	610	27	João Pinheiro	760.36	43	São Lourenço	953
12	Carbonita	736	28	Juiz de Fora	940	44	São S. do Paraiso	820
13	C do Mato Dentro	652	29	Juramento	648	45	Sete Lagoas	732
14	Coronel Pacheco	435	30	Lambari	878	46	Uberaba	737
15	Curvelo	672	31	Lavras	919	47	Unaí	460
16	Diamantina	1.296	32	Machado	873	48	Viçosa	712

N.: número da estação meteorológica. Alt.: altitude da estação.

O índice de temperatura e umidade (ITU), proposto por Thom (1959), foi calculado por meio da equação 1 com base nos valores da $t_{bs,méd}$ (°C) e temperatura do ponto de orvalho (t_{po}, °C). A t_{po} foi determinada pela equação 2 (VIANELLO & ALVES, 2012) em função da pressão real do vapor d'água (e, hPa).

$$ITU = t_{bs} + 0{,}36 \cdot t_{po} + 41{,}5 \quad (1)$$

$$T_{po} = (186{,}4905 - 237{,}3 \log e) / (\log e - 8{,}2859) \quad (2)$$

As tendências das séries históricas de $ITU_{méd}$ em um período de 39 anos, para cada estação estudada, foram verificadas por meio do teste não paramétrico de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975), proposto por Sneyers (1975), e da análise de regressão linear, metodologias comumente usadas por diversos autores (MINUZZI, 2010; ÁVILA et al., 2014; TIAN et al., 2016).

O teste não paramétrico de Mann-Kendall considera que, havendo estabilidade da série temporal (Hipótese H_0), a sucessão de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade permanece inalterada (série aleatória simples).

Uma série temporal apresentaria tendência de aumento ou decréscimo de uma determinada variável se o valor do coeficiente de Mann-Kendall for positivo (MK>0) ou negativo (MK<0), respectivamente. Para tanto, deveria aplicar o teste Z ao nível de 5% de significância, que fornece $Z_{0,975}$ = 1,96. Rejeita-se H_0 se o teste de Mann-Kendall, $|MK| > Z_{1-a/2}$, for maior que 1,96, indicando tendência significativa na série temporal de dados (AVILA et al., 2014). A estatística S foi determinada pela equação 3, em que, n é o número de observações, Xj e Xi são os valores sequenciais dos dados e sgn (ϕ) é a função de sinal. A função de sinal assume valor de 1 se ϕ > 0; 0 se ϕ = 0 e -1 se ϕ < 0.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} sgn(X_j - X_i) \quad (3)$$

Segundo Kendall (1975), adotando-se a hipótese de que os dados são identicamente distribuídos e independentes, a média e a variância da estatística Z são dadas pelas equações 4 e 5, respectivamente. O m é o número de grupos de classificação associados, cada um associado a um ti.

$$E(S) = 0 \quad (4)$$

$$Var(S) = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (2 \cdot n + 5) - \sum_{i=1}^{m} ti \cdot (ti-1) \cdot (2 \cdot ti + 5)}{18} \quad (4)$$

O valor de Z pode ser calculado da seguinte forma:

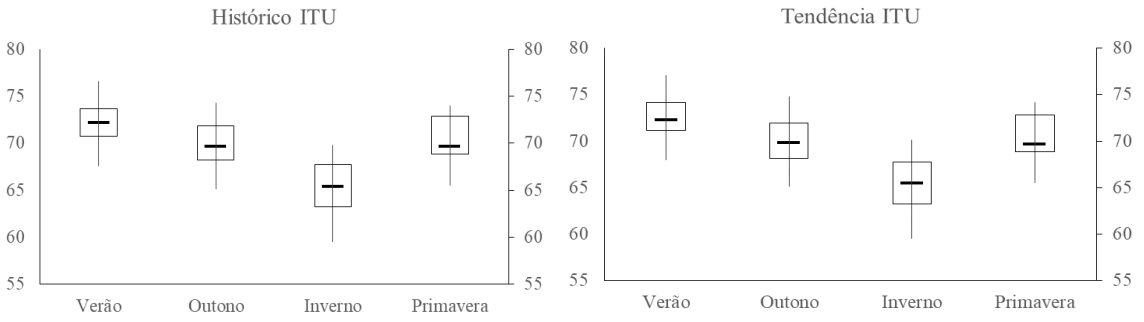
$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{Var(s)}}, seS > 0 \\ 0, seS = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{Var(s)}}, seS < 0 \end{cases} \quad (5)$$

A análise de regressão linear foi aplicada para se obter as tendências por meio do teste paramétrico de significância t sobre o coeficiente angular (β) (LONGOBARDI & VILLANI, 2010). Este teste considerou a regressão linear entre a variável aleatória Y

(série de ITU) e o tempo (X). A tendência para um período de 10 anos (2024) foi calculada por meio das equações lineares ajustadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1A pode-se observar o comportamento da média histórica do ITU (1976-2014) para as estações do ano (verão, outono, inverno e primavera). A média histórica, no geral, indica a predominância do ITU em situação de conforto para humanos (ITU < 74) para o estado de Minas Gerais. Ao analisar o comportamento dessa variável em cada uma das estações do ano, percebe-se uma pequena variabilidade do ITU médio em cada uma das estações, com alcances de 9,0; 9,2; 10,2 e 8,4 para o verão, outono inverno e primavera, respectivamente. O ITU médio histórico somente ultrapassou a zona de conforto para humanos no verão, chegando a um valor máximo de 77,05, classificado com quente segundo Lamberts et al. (1997) e Oliveira et al. (2006).



(a) (b)

Figura 1. Gráficos *Box Plot* para o (a) histórico médio do índice de temperatura e umidade (1976 a 2014) e (b) para um período de 10 anos (2024).

O histórico médio do ITU para o estado de Minas Gerais aponta uma condição favorável (ITU < 74) (Lamaberts et al., 1997; Oliveira et al., 2006) do ambiente térmico para o trabalhador rural exercer suas funções, devendo, no entanto, evitar os horários das 12:00h às 14:00h, picos de temperatura do dia, onde há maior probabilidade de exposição desconforto térmico.

Na Figura 1B encontram-se as tendências futuras (2024) para o ITU médio do estado de Minas Gerais. Nesta análise, apesar do comportamento parecido com a média histórica (Figura 1A), percebe-se uma pequena elevação do ITU, chegando até a 0,7% do valor histórico, em todas as estações do ano. Apesar da pequena elevação do ITU médio

para os próximos dez anos, esta alteração no clima do estado já proporciona valores de ITU classificados como ambiente quente ($74 \leq ITU < 79$) (Lamberts et al., 1997; Oliveira et al., 2006) em todas as estações do ano, exceto para o período de inverno.

A exposição do trabalhador urbano ou rural a ambientes térmicos estressantes pode ocasionar declínio da capacidade de trabalho (DUNNE et al., 2013), além de aumentar a incidência de doenças cardiovasculares (EZEKOWITZ et al., 2013) e mentais (VANECKOVA & BAMBRICK, 2013). Considerando a caracterização histórica e a tendência futura para ambiente térmico em Minas Gerais, a busca por estratégias que venham a minimizar os efeitos da ação estressante do ambiente térmico sobre os humanos, tais como, a disponibilização de sombreamento natural ou artificial, melhoramento da eficiência no uso da energia para aquecimento ou resfriamento do ambiente, além da escolha de materiais construtivos e concepção da construção (HJORT et al., 2016; LEE et al., 2016; RAGHEB et al., 2016; VAN HOVE et al., 2015) podem ser determinantes para o estabelecimento de condições mais adequadas de trabalho e, consequentemente, manutenção da boa produtividade do agronegócio do estado.

CONCLUSÃO

A série histórica (1979-2014) de ITU médio de Minas Gerais indicou situação de conforto térmico para humanos em todas as estações do ano, exceto para o verão. Entretanto, considerando a analise do cenário futuro, ano de 2024, indicou elevação do ITU médio para uma condição classificada como quente no verão, outono e primavera, elevando o risco de estresse térmico para o trabalhador rural e evidenciando a necessidade de se buscar alternativas viáveis para minimização dos impactos das mudanças climáticas sobre a cadeia produtiva rural do estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGGRÁFICAS

ARAÚJO, G.G.L. Os impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos e a produção animal em regiões semiáridas. Rev. Bras. Geogr. Fís., v. 8, p. 598-609, 2015.

ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R.; YANAGI, S. N. M.; NETO, O. B. S. Tendências de temperaturas mínimas e máximas do ar no Estado de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.49, n.4, p.247-256, 2014.

DUNNE, J. P.; STOUFFER, R. J.; HOHN, J. G. Reductions in labour capacity from heat stress under climate warming. Nature climate change, v.3, p.563-566, june 2013.

EZEKOWITZ, J. A.; BAKAL, J. A.; WESTERHOUT, C. M.; GIUGLIANO, R. P.; WHITE, H.; KELTAI, M.; PRABHAKARAN, D.; TRICOCI, P.; WERF, F. V. DE; CALIFF, R. M.; NEWBY, L. K.; ARMSTRONG, P. W. The relationship between meteorological conditions and index acute coronary events in a global clinical trial. International Journal of Cardiology, v.168, p.2315-2321, 2013.

HJORT, J.; SUOMI, J.; KÄYHKO, J. Extreme urban-rural temperatures in the coastal city of Turku, Finland: Quantification and visualization based on a generalized additive model. Science of the Total Environment, 569–570, p.507–517, 2016.

KENDALL, M.G. (Ed). Rank correlation methods. London: Charles Griffin, 1975. 210p.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. Eficiência energética na arquitetura. São Paulo: PW Editores, 1997. 192 p.

LEE, H.; MAYER, H.; CHEN, L. Contribution of trees and grasslands to the mitigation of human heat stress in a residential district of Freiburg, Southwest Germany. Landscape and Urban Planning, v.148, p. 37-50, 2016.

LONGOBARDI, A.; VILLANI, P. Trend analysis of annual and seasonal rainfall time series in the Mediterranean area. International Journal of Climatology, v.30, p.1538-1546, 2010.

MANN, H.B. Nonparametric test against trend. Econometrika, v.13, p.245-259, 1945.

MINUZZI, R. B. Tendências na variabilidade climática de Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.12, p.1288-1293, 2010.

OLIVEIRA, L. M. F. de; YANAGI JUNIOR, T.; FERREIRA, E.; CARVALHO, L. G. de; SILVA, M. P. da. Zoneamento bioclimático da região Sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.3, p.823-831, set.dez. 2006.

RAGHEB, A. A.; EL-DARWISH, I. I.; AHMED, S. Microclimate and human comfort considerations in planning a historic urban quarter. International Journal of Sustainable Built Environment, v.5, p.156–167, 2016.

SHEN, D.; ZHU, N. Influence of the temperature and relative humidity on human heat acclimatization during training in extremely hot environments. Building and Environment, v.94, p. 1-11, 2015.

SNEYERS, R. Sur L' analyse statistique des séries d' observations. Genève: Organization Météorologique Mondial, (OMM Note Technique, 143). 1975. 192p.

THOM, E.C. The discomfort index. Weatherwise, Boston, v.12, n.1, 1959 p.57-60

TIAN, Q.; PRANGE, M.; MERKEL, U. Precipitation and temperature changes in the major Chinese river basins during 1957–2013 and links to sea surface temperature. Journal of Hydrology, v.536, p. 208-221, 2016.

VANECKOVA, P.; BAMBRICK, H. Cause-specific hospital admissions on hot days in Sydney, Australia. PLoS ONE, v.8, n.2, e55459, p.1-9, 2013.

VAN HOVE, L. W. A.; JACOBS, C. M. J.; HEUSINKVELD, B. G.; ELBERS, J. A.; VAN DRIEL, B. L.; HOLTSLAG, A. A. M. Temporal and spatial variability of urban heat island and thermal comfort within the Rotterdam agglomeration. Building Environ. 83, 91–103. 2015.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. Meteorologia básica e aplicações. 2.ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2012. 460p.

ZHENG, G.; ZHU, N.; TIAN, Z.; CHEN, Y.; SUN, B. Application of a trapezoidal fuzzy AHP method for work safety evaluation and early warning rating of hot and humid environments. Saf. Sci., v.50, n.2, p.228-239, 2012.

PREDIÇÃO DE TEMPERATURAS SUPERFICIAIS DE GALINHAS POEDEIRAS SUBMETIDAS A ESTRESSE TÉRMICO

Rafaella Resende Andrade[1], Marcelo Bahuti[2], Lucas Henrique Pedrozo Abreu[2], Wellington Washington Andrade de Melo Júnior[2], Daniel Soares Ambrósio de Araújo[2], Rômulo Marçal Gandia[2], Jacqueline Cardoso Ferreira[2].

[1]Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. rafaella.andrade@ufv.br, [2]Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG. marcelo_bahuti@hotmail.com, lucas.abreu@deg.ufla.br, wamelo@outlook.com, danielsoares_araujo@hotmail.com, romagandia@gmail.com, jacardosof@yahoo.com.br

RESUMO – A temperatura superficial das aves é um importante parâmetro de avaliação do conforto térmico que varia em função das condições climáticas de criação. Em vista disso, objetivou-se por meio desse trabalho, desenvolver um modelo *fuzzy* de predição das temperaturas superficiais médias da cabeça, corpo e pernas de galinhas poedeiras, submetidas a estresse térmico durantes as primeiras semanas de vida. As variáveis de entrada atribuídas foram as temperaturas de exposição e as idades das aves, sendo representadas por funções de pertinência triangulares. O modelo foi desenvolvido a partir da inferência Mamdani com defuzzificação pelo método do centroide. Ao realizar a comparação dos dados obtidos pela termografia infravermelha aos dados preditos pelo sistema *fuzzy* encontrou-se índices satisfatórios como, valores médios de desvio padrão, erro percentual e erro absoluto equivalentes a 0,13 ºC, 0,45% e 0,19 ºC, respectivamente. Ademais, os modelos de regressão são capazes de explicar, ao menos, 98,4% do comportamento dos dados de temperaturas superficiais.
Palavras-chave: avicultura de postura, lógica *fuzzy*, resposta fisiológica, termografia.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o ovo é consolidado como uma fonte proteica de baixo custo de aquisição, atingindo todas as classes de consumidores. Em vista disso, faz-se necessário a busca por maior produtividade e qualidade do produto fornecido, em decorrência do aumentando da competitividade do setor assim como as exigências do mercado consumidor. Com o crescimento na demanda, é essencial buscar melhorias que promovam aumento de produtividade, e para tal, a criação de aves deve estar associada a um ambiente térmico adaptado às características das aves (ABREU et al., 2019).

As aves são animais homeotérmicos, portanto, estão susceptíveis as mudanças climáticas do ambiente de criação, o que acarreta em gasto energético para manutenção da temperatura corporal. Assim, quando as condições ambientais não estão dentro do intervalo considerado adequado, o ambiente torna-se desconfortável para a ave,

 ISBN: 978-85-66836-24-0

promovendo prejuízo econômico para o produtor. Além do mais, de acordo com Cordeiro et al. (2010), as primeiras semanas de vida das aves são importantes para o seu desenvolvimento, pois, o estresse térmico nessa fase pode impedir que as aves expressem o máximo de suas características produtivas ao longo de todo o ciclo produtivo.

Uma das formas de avaliar a ocorrência de estresse térmico é por meio de respostas fisiológicas como a temperatura superficial, visto que ela se modifica instantaneamente em função de mudanças climáticas no ambiente térmico de criação (ABREU et al., 2017). Desse modo, um dos meios de análise da temperatura superficial de galinhas poedeiras é por meio da termografia infravermelha, no qual, é um procedimento não invasivo por não requerer contato com o animal avaliado (NASCIMENTO et al., 2011).

Assim, a predição da temperatura superficial pode ser usada no auxílio à tomada de decisão para o acionamento de sistemas de climatização no ambiente de confinamento. A lógica *fuzzy* é uma das técnicas que tem se destacado pelos satisfatórios índices de predição de respostas de aves como, temperatura cloacal (ABREU et al., 2019), peso de ovos (CASTRO et al., 2012) e desempenho produtivo (ABREU et al., 2015).

Diante do exposto, objetivou-se por meio desse trabalho, desenvolver um modelo *fuzzy* capaz de predizer a temperatura superficial do corpo, da cabeça e das pernas de galinhas poedeiras, submetidas a diferentes intensidades de estresse térmico ao longo das primeiras semanas de vida.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados nesse trabalho foram obtidos por Andrade et al. (2017), no qual utilizou câmaras climáticas com dimensões de 3,2 x 2,44 x 2,38 metros de comprimento, largura e altura, respectivamente, para criar galinhas poedeiras da linhagem Lohmann LSL Lite, alojadas em gaiolas.

Em cada câmara foram proporcionadas quatro diferentes condições térmicas de alojamento, sendo duas condições de estresse térmico por baixas temperaturas, uma por altas temperaturas e uma condição de conforto térmico conforme o manual de criação (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)). As distribuições das temperaturas utilizadas no período de alojamento estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1. Diferentes temperaturas de criação aplicadas nas câmaras climáticas em cada fase de vida das poedeiras.

Tratamentos	Temperaturas de exposição (ºC)				
	Idade (dias)				
	1 a 7	8 a 14	15 a 21	22 a 28	29 a 42
1	38	31	29	26	22
2*	33	28	26	23	19
3	28	25	23	20	17
4	25	22	20	17	17

Fonte: Adaptado de Andrade et al. (2017); * Tratamento com temperaturas de conforto térmico.

Durante o período experimental, foram coletadas imagens termográficas das aves, nos dias 8, 15, 22, 29, 36 e 42, para obtenção das temperaturas superficiais médias da cabeça, do corpo e da perna.

Desse modo, para a realização da modelagem *fuzzy*, conduziu-se o delineamento do sistema definindo as funções de pertinência das variáveis de entrada como sendo as temperaturas de exposição e as idades das aves, por se tratarem de variáveis que influenciam diretamente nas respostas fisiológicas dos animais. Além disso, as saídas foram as temperaturas da cabeça, corpo e perna.

Assim, foram determinados os intervalos para cada função das variáveis de entrada, conforme a Tabela 2. Para tal, foram escolhidas funções triangulares por serem as que melhores representaram os dados, ademais, esse tipo de função tem sido utilizado em estudos recentes (FREITAS et al., 2017; ABREU et al., 2019).

Tabela 2. Parâmetros de definição das funções de pertinência triangulares para as variáveis de entrada, temperatura de exposição (ºC) e idade das aves (dias).

	Temperaturas de exposição (ºC)			
Entrada 1	**Função 1**	**Função 2**	**Função 3**	**Função 4**
	[17; 17; 19]	[17; 19; 20]	[19; 20; 22]	[20; 22; 23]
	Função 5	**Função 6**	**Função 7**	**Função 8**
	[22; 23; 25]	[23; 25; 26]	[25; 26; 28]	[26; 28; 29]
	Função 9	**Função 10**	**Função 11**	**Função 12**
	[28; 29; 31]	[29; 31; 33]	[31; 33; 38]	[33; 38; 38]
	Idade (dias)			
Entrada 2	**Função 1**	**Função 2**	**Função 3**	
	[8; 8; 15]	[8; 15; 22]	[15; 22; 29]	
	Função 4	**Função 5**	**Função 6**	
	[22; 29; 36]	[29; 36; 42]	[36; 42; 42]	

Por sua vez, as curvas para as variáveis de saída também foram do tipo triangular, selecionados conforme metodologia proposta por Cornelissen et al. (2002) e utilizada por Yanagi Junior et al. (2012), com o intuito de promover confiabilidade e qualidade aos resultados. Dessa forma, após ajustes preliminares, a fim de proporcionar menor incidência de erros, as saídas foram definidas conforme Figura 1.

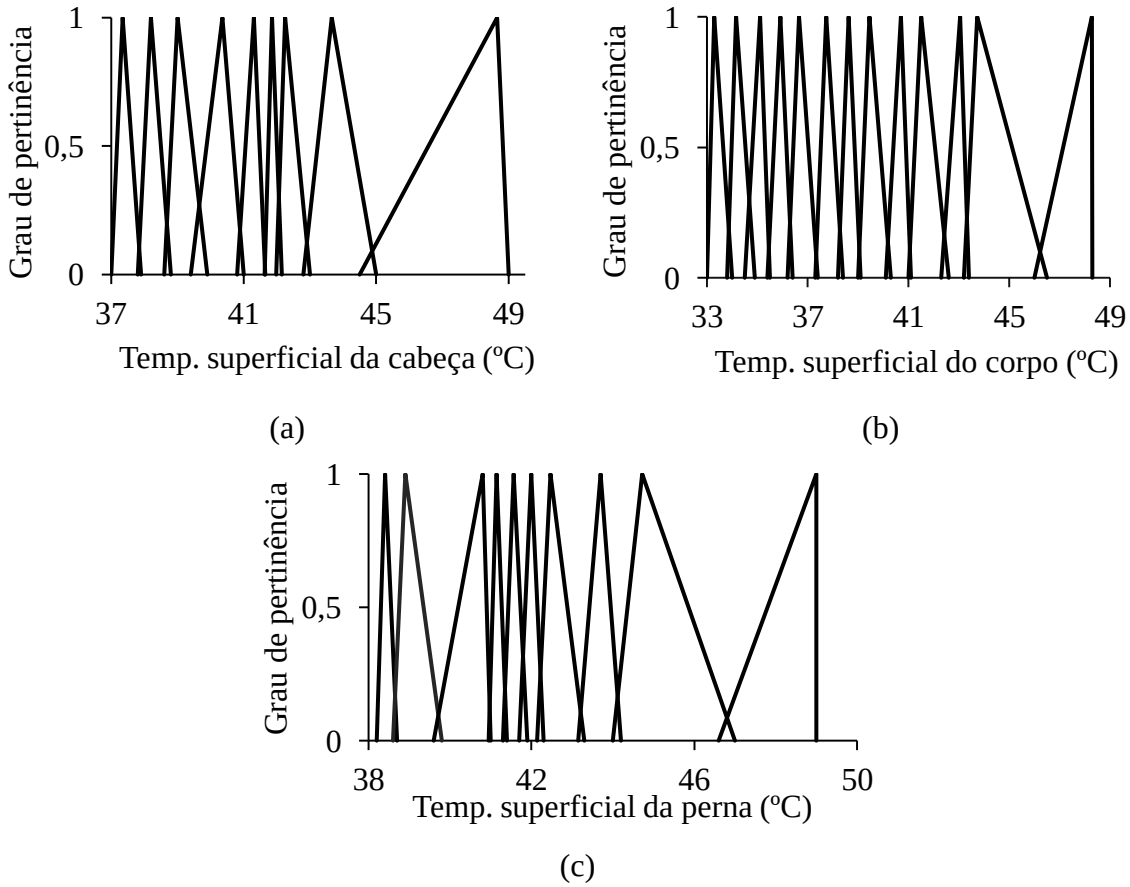


Figura 1. Funções de pertinência triangulares aplicadas às variáveis de saídas (a) temperatura superficial da cabeça (b) corpo e (c) da perna.

O modelo foi desenvolvido no *toolbox* do MATLAB, utilizando a inferência de Mamdani (1974) com método de defuzzificação centroide, implicação mínima e agregação máxima, configuração utilizada por diversos autores (CASTRO et al., 2012; PONCIANO et al., 2012). Com relação as regras, estas foram definidas com base nas combinações das estradas, 22 no total, todas definidas com peso igual a 1, uma vez que todas as regras têm a mesma importância na determinação das respostas do modelo (ABREU et al., 2015).

Ademais, para testar o sistema *fuzzy*, os dados obtidos experimentalmente por termografia infravermelha, foram comparados as saídas do modelo, por meio de

estatística descritiva como, desvio padrão, erro percentual, erro absoluto e coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Peruzzi et al. (2012), as análises do comportamento de cada parâmetro são aspectos importantes quando a modelagem *fuzzy* é executada. Desse modo, na Tabela 3 são listados os índices estatísticos determinados para comparação dos dados obtidos experimentalmente e por meio da simulação *fuzzy*.

Tabela 3. Comparação dos valores de temperatura superficial da cabeça, corpo e perna, obtidas por meio do experimento e por meio do sistema *fuzzy*.

Condições		**Dados experimentais**			**Dados *fuzzy***			**Desvio padrão**			**Erro percentual**			**Erro absoluto**		
Temp. (ºC)	**Idade**	Cabeça	Corpo	Perna	Cabeça	Corpo	Perna	Cabeça	Corpo	Perna	Cabeça	Corpo	Perna	Cabeça	Corpo	Perna
38	8	48,65	48,28	49,00	47,40	47,50	48,20	0,81	0,55	0,57	2,36	1,62	1,63	1,15	0,78	0,80
31	15	43,89	43,02	44,72	43,80	42,90	45,20	0,06	0,08	0,34	0,21	0,28	1,07	0,09	0,12	0,48
29	22	43,57	41,81	43,55	43,80	41,70	43,70	0,16	0,08	0,11	0,53	0,26	0,34	0,23	0,11	0,15
26	29	42,25	38,52	41,67	42,40	38,60	41,60	0,11	0,06	0,05	0,36	0,21	0,17	0,15	0,08	0,07
22	36	40,39	35,09	41,57	40,30	35,00	41,60	0,06	0,06	0,02	0,22	0,26	0,07	0,09	0,09	0,03
22	42	41,94	36,60	42,39	41,90	36,70	42,60	0,03	0,07	0,15	0,10	0,27	0,50	0,04	0,10	0,21
33	8	43,46	43,72	43,97	43,80	44,50	43,70	0,24	0,55	0,19	0,78	1,78	0,61	0,34	0,78	0,27
28	15	43,71	43,09	43,48	43,80	42,90	43,70	0,06	0,13	0,16	0,21	0,44	0,51	0,09	0,19	0,22
26	22	41,19	39,45	41,62	41,30	39,60	41,60	0,08	0,11	0,01	0,27	0,38	0,05	0,11	0,15	0,02
23	29	41,87	37,80	41,42	41,90	37,80	41,60	0,02	0,00	0,13	0,07	0,00	0,43	0,03	0,00	0,18
19	36	40,03	36,69	41,51	40,30	36,70	41,60	0,19	0,01	0,06	0,67	0,03	0,22	0,27	0,01	0,09
19	42	41,79	35,15	42,73	41,90	35,00	42,60	0,08	0,11	0,09	0,26	0,43	0,30	0,11	0,15	0,13
28	8	41,94	41,21	43,82	41,90	41,70	43,70	0,03	0,35	0,08	0,10	1,19	0,27	0,04	0,49	0,12
25	15	41,70	40,69	42,30	41,90	40,60	42,60	0,14	0,06	0,21	0,48	0,22	0,71	0,20	0,09	0,30
23	22	40,44	37,66	41,18	40,30	37,80	41,20	0,10	0,10	0,01	0,35	0,37	0,05	0,14	0,14	0,02
20	29	40,32	35,91	41,03	40,30	35,90	41,20	0,01	0,01	0,12	0,05	0,03	0,41	0,02	0,01	0,17
17	36	41,17	35,22	41,24	41,30	35,00	41,20	0,09	0,16	0,03	0,32	0,62	0,10	0,13	0,22	0,04
17	42	41,54	34,99	41,99	41,30	35,00	42,00	0,17	0,01	0,01	0,58	0,03	0,02	0,24	0,01	0,01
25	8	40,62	38,67	40,66	40,30	38,60	40,50	0,23	0,05	0,11	0,79	0,18	0,39	0,32	0,07	0,16
22	15	39,01	38,69	40,93	39,20	38,60	40,50	0,13	0,06	0,30	0,49	0,23	1,05	0,19	0,09	0,43
20	22	38,37	34,16	38,99	38,30	34,30	39,20	0,05	0,10	0,08	0,18	0,41	0,28	0,07	0,14	0,11
17	29	38,02	33,61	38,57	38,30	33,40	38,40	0,20	0,15	0,12	0,74	0,62	0,44	0,28	0,21	0,17
17*	36*	37,63	33,18	38,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17*	42*	37,04	33,06	38,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					Médias			**0,14**	**0,13**	**0,13**	**0,46**	**0,45**	**0,44**	**0,20**	**0,18**	**0,19**

* Condições desconsideradas para evitar confronto entre regras.

No geral, observa-se que o modelo apresentou para as variáveis de respostas, temperaturas superficiais da cabeça, corpo e perna, o mesmo nível de acurácia, tendo

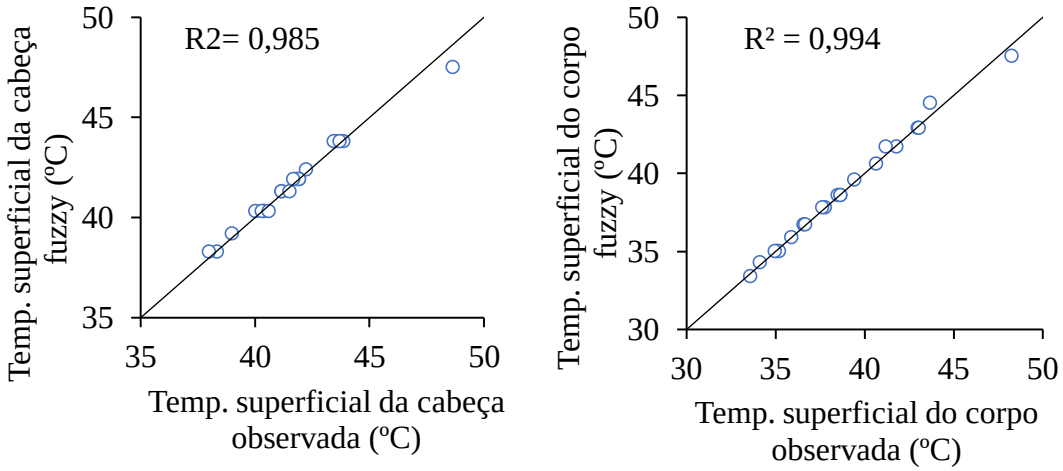
médias equivalentes a 0,13 ºC, 0,45% e 0,19 ºC para desvio padrão, erro percentual e erro absoluto, respectivamente. Ademais, os maiores valores encontrados para todos os pares de entradas foram de 0,81 ºC, 2,36% e 1,15 ºC, para desvio padrão, erro percentual e erro absoluto, respectivamente, ocorrendo para a predição da temperatura superficial da cabeça das aves. Cecchin et al. (2016) utilizaram a modelagem *fuzzy* para predição da temperatura superficial de suínos, obtendo erro percentual médio de 2,62 %, estando, portanto, superior aos encontrados nesse estudo.

Com relação aos erros absolutos médios obtidos pelo sistema *fuzzy*, para as temperaturas superficiais da cabeça, corpo e perna, foram equivalentes a 0,20 ºC, 0,18% e 0,19 ºC, respectivamente. Campos et al. (2013) obtiveram erro de 5,55 ao predizer a taxa de ocupação de baias por bovinos de leite, sendo considerado pelos autores como uma predição realista. Portanto, os menores valores encontrados nesse trabalho indicam o adequado ajuste do modelo desenvolvido.

Ferreira et al. (2012), ao propor um modelo *fuzzy* para predição da temperatura cloacal de frangos de corte, obtiveram, igualmente a este trabalho, 0,13 ºC de desvio padrão médio, indicando a lógica *fuzzy* ser adequada para predição de respostas fisiológicas de aves.

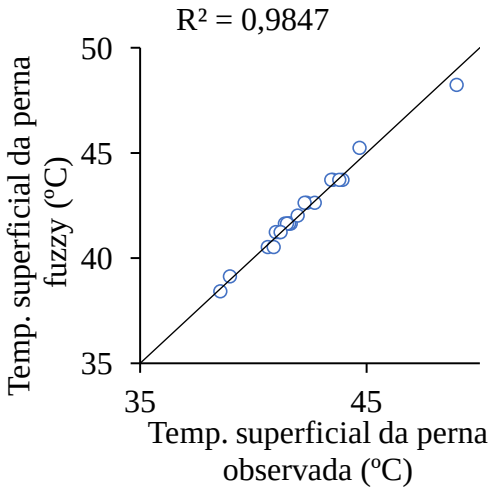
Por sua vez, a fim de medir a qualidade do modelo quanto à sua capacidade de estimar corretamente os valores das variáveis de respostas, foram determinados os R^2, que estão dispostos na Figura 2. Na qual, indica as diferenças entre as temperaturas superficiais observadas experimentalmente e preditas pelo modelo *fuzzy*, podendo ser observado, por meio da reta que corta a origem em 45º, a ocorrência de dados equivalentes, superestimados e subestimados pelo modelo.

Com base nas regressões lineares simples, os resultados expressam coeficientes de determinação equivalentes a 0,985; 0,994 e 0,9847 para as temperaturas superficiais da cabeça, corpo e perna das galinhas poedeira, respectivamente.



(a)

(b)



(c)

Figura 2. Relação funcional entre os valores de temperatura superficial observados e preditos pelo sistema *fuzzy* para as variáveis de saída (a) cabeça, (b) corpo e (c) perna.

Peruzzi et al. (2012), ao utilizarem a lógica *fuzzy* para predição da eclodibilidade de ovos em função das características físicas dos mesmos, encontram R^2 igual a 0,88, tendo eficiência superior, ao também desenvolvido, modelo estatístico de regressão linear múltipla, no qual apresentou R^2 equivalente a 0,6568.

Por sua vez, Cecchin et al. (2016), apesar de constatarem baixos valores para o desvio padrão, erro percentual e erro absoluto (0,61 ºC, 2,62 % e 0,07 ºC, respectivamente) para predição da temperatura superficial em suínos, obtiveram R^2 igual a 0,5872. Dessa forma, o modelo não foi satisfatório para predizer essa variável a partir dos dados disponíveis de ITU (índice de temperatura e umidade) e idade dos animais.

No entanto, por mais que a temperatura superficial de animais seja uma resposta fisiológica de alta variabilidade em decorrência de fatores como, o sistema de criação, a

linhagem e as condições climáticas do ambiente de criação (CECCHIN et al., 2016; NAZARENO et al., 2012; SOERENSEN & PEDERSEN, 2015), o modelo desse trabalho se adequou a variável de saída. Uma vez que o sistema *fuzzy* proposto explica mais que 98,4% da variação para as três áreas superficiais analisadas.

CONCLUSÃO

O modelo *fuzzy* proposto permite estimar com eficiência as temperaturas superficiais da cabeça, corpo e pernas de galinhas poedeiras, durante as seis primeiras semanas de vida, submetidas a diferentes condições de exposição térmica em cada semana. Tendo médias para desvio padrão, erro percentual e erro absoluto equivalentes a 0,13 ºC, 0,45% e 0,19 ºC, respectivamente.

Os modelos de regressão que comparam os dados experimentais aos dados *fuzzy* são capazes de explicar, ao menos, 98,4% do comportamento dos dados para todas a variáveis, sendo, portanto, uma boa alternativa para auxiliar a tomada de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L.H.P.; YANAGI JUNIOR, T.; CAMPOS, A.T.; LOURENÇONI, D.; BAHUTI, M. Fuzzy model to predict the cloacal temperature of broilers subject to thermal stress. Engenharia Agrícola, v. 39, n. 1, 2019.

ABREU, L.H.P.; YANAGI JUNIOR, T.; CAMPOS, A.T.; BAHUTI, M.; FASSANI, É.J. Cloacal and surface temperatures of broilers subject to thermal stress. Engenharia Agrícola, v. 37, n. 5, p. 877-886, 2017.

ABREU, L.H.P.; YANAGI JUNIOR, T.; FASSANI, É.J.; CAMPOS, A.T.; LOURENÇONI, D. Fuzzy modeling of broiler performance, raised from 1 to 21 days, subject to heat stress. Engenharia Agrícola, v. 35, n. 6, p. 967-978, 2015.

ANDRADE, R.R.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; BARBARI, M.; CONTI, L.; CECON, P. R.; CÂNDIDO, M.G.L.; MARTINS, I.T.A.; TELES JUNIOR, C. Evaluation of the surface temperature of laying hens in different thermal environments during the initial stage of age based on thermographic images. Agronomy Research, v. 15, n. 3, p. 629-638, 2017.

CAMPOS, A.T.; CASTRO, J.O.; SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; PIRES, M.D.F.Á.; MATTIOLI, C.C. Prediction of free-stall occupancy rate in dairy cattle barns through fuzzy sets. Engenharia Agrícola, v. 33, n. 6, p. 1079-1089, 2013.

CASTRO, J.O.; VELOSO, A.V.; YANAGI JUNIOR, T.; FASSANI, E.J.; SCHIASSI, L.; CAMPOS, A.T. Estimate of the weight of japanese quail eggs through fuzzy sets theory. Ciência e Agrotecnologia, v. 36, n. 1, p. 108-116, 2012.

CECCHIN, D.; CAMPOS, A.T.; SCHIASSI, L.; CRUZ, V.M.F.; SOUSA, F.A. Índice fuzzy para o conforto térmico de suínos na fase de crescimento e terminação com base na temperatura superficial e frequência respiratória. Energia na Agricultura, v. 31, n. 4, p. 334-341, 2016.

CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.F.; SILVA, J.N.; VIGODERIS, R.B.; PINTO, F.A.C; CECON, P.R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 1, p. 217-224, 2010.

CORNELISSEN, A.M.G.; VAN DEN BERG, J.; KOOPS, W. J.; KAYMAK, U. Eliciting expert knowledge for fuzzy evaluation of agricultural production systems. Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management, 2002.

FERREIRA, L.; YANAGI JUNIOR, T.; LACERDA, W.S.; RABELO, G.F. A fuzzy system for cloacal temperature prediction of broiler chickens. Ciência Rural, v. 42, n. 1, p. 166-171, 2012.

FREITAS, L.C.D.S.R.; CAMPOS, A.T.; SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; CECCHIN, D. Fuzzy index for swine thermal comfort at nursery stage based on behavior. DYNA, v. 84, n. 203, p. 201-207, 2017.

MAMDANI, E.H. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. In Proceedings of the institution of electrical engineers, v. 121, n. 12, p. 1585-1588, 1974.

MANEGEMENT GUIDE LOHMANN LSL-Lite (s.d). Disponível em: <http://www.hylinena.com/UserDocs/products/Lohmann_LSL-Lite.pdf>. Acesso em: 24 de dezembro de 2018.

NASCIMENTO, G.R.; PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; RODRIGUES, L.H.A. Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. Engenharia Agrícola, v. 31, n. 2, p. 219-229, 2011.

NAZARENO, A.C.; SILVA, I.J.O.; NUNES, M.L.A.; CASTRO, A.C.; MIRANDA, K.O.S.; TRABACHINI, A. Caracterização bioclimática de sistemas ao ar livre e confinado para a criação de matrizes suínas gestantes. Agriambi, v. 16, n. 3, p. 314-319, 2012.

PERUZZI, N.J.; SCALA, N.L.; MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MEYER, A.D.; FERNANDEZ-ALARCON, M.F.; SOUZA, F.A. Fuzzy modeling to predict chicken egg hatchability in commercial hatchery. Poultry science, v. 91, n. 10, p. 2710-2717, 2012.

PONCIANO, P.F.; YANAGI JUNIOR, T.; SCHIASSI, L.; CAMPOS, A.T.; NASCIMENTO, J.W. Sistema fuzzy para predição do desempenho produtivo de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Engenharia Agrícola, v. 32, n. 3, p. 446-458, 2012.

SOERENSEN, D.D.; PEDERSEN, L.J. Infrared skin temperature measurements for monitoring health in pigs: a review. Acta Veterinaria Scandinavica, v. 57, n. 1, p. 1-11, 2015.

YANAGI JUNIOR, T.; SCHIASSI, L.; ABREU, L.H.P.; BARBOSA, J.A.; CAMPOS, A.T. Procedimento fuzzy aplicado à avaliação da insalubridade em atividades agrícolas. Engenharia Agrícola, v. 32, n. 3, p. 423-434, 2012.

EFEITO DA ADIÇÃO DE "BABA DE CUPIM SINTÉTICA" EM ADOBE QUANTO A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Rômulo Marçal Gandia[1], Isabele Arimatéia Costa[2], Lucas Ferreira Machado[3], Francisco Carlos Gomes[4], Andrea Aparecida Ribeiro Corrêa[5], Marcelo Bahuti[6], Jacqueline Cardoso Ferreira[7]

[1]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. romulo.gandia@posgrad.ufla.br
[2]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. isabelearimateia@hotmail.com [3]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. lucas.machado@engenharia.ufla.br [4]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. marcelo_bahuti@hotmail.com
[5]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. fcgomes@deg.ufla.br
[6]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. andreaa.rcorrea@deg.ufla.br
[7]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. jacardosof@yahoo.com.br

RESUMO - O adobe é um material de construção sustentável, apresentando dois desafios: alta absorção de água e baixa resistência à compressão. A "baba de cupim sintética" (BCS) é um material derivado de óleos naturais com alto poder coesivo e hidrofóbico, utilizada geralmente em sub pavimentações asfálticas ou estradas rurais. Portanto objetivou-se com este trabalho avaliar a resistência à compressão do adobe utilizando a "baba de cupim sintética". Foram produzidos tratamentos com: 0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8% de BCS respectivamente. A análise da resistência à compressão foi seguida pela NTE E 080 utilizando duas metodologias de corte do adobe após moldado e após seco. Para avaliar os resultados foi utilizado o teste de Tukey à 5% de significância. Os resultados foram 1,43; 1,28; 1,30; 1,18 e 1,41 MPa para os adobes após secos e 1,35; 1,14; 1,38; 1,23 e 1,35 MPa para os adobes após desmoldados, para os tratamentos mencionados anteriormente, respectivamente. Foi constatado que independente da metodologia a BCS influencia negativamente na resistência à compressão do adobe. Ocorre que apesar da maior coesão que BCS fornece ao solo, a rápida perda de água no solo provoca pequenas trincas, afetando a mecânica do adobe. A não linearidade dos resultados é devido a maior coesão e perda de água mais acelerada gerando resultados com grande desvio. Apesar da influência negativa, o adobe atendeu a norma seguida em todos os tratamentos analisados, mostrando que a BCS influência na resistência à compressão do adobe, porém não consideravelmente.
Palavras-chave: Construção sustentável, resistência mecânica estabilizante natural.

INTRODUÇÃO

O adobe é constituído por solo e água, e, quando necessário e viável é possível a incorporação de fibras e outros estabilizantes para melhorarem suas propriedades (GALÁN-MARÍN et al., 2010). O adobe apresenta um excelente conforto (BALKIS 2017) e menor valor energético em comparação com materiais de construção convencional (GANDIA et al., 2018). O grande desafio do adobe é a baixa resistência à

compressão e a falta de estabilização na presença de água. Ambos podem ser melhorados pela maior coesão do solo e pela hidrofobicidade do material.

A estabilizante "baba de cupim sintética" é recentemente utilizada em subleitos asfálticos e estradas rurais. A grande vantagem da BCS é o menor custo por conta da substituição do cimento e brita, diminuindo o custo de aquisição e logística. A BCS apresenta grande coesão das partículas argilo-minerais do solo e hidrofobicidade. O uso da estabilizante em adobes ainda é recente. Corrêa et al. (2014a), Corrêa et al. (2014b) e Corrêa et al. (2015) encontraram melhoras nas propriedades físicas e nas propriedades mecânicas no adobe. Em solo-cimento, Faria et al., (2016) também encontraram melhoras nas propriedades mecânicas do adobe.

Visando a melhoria das propriedades mecânicas do adobe com a utilização de um estabilizante novo e relativamente menos agressivo em termos energéticos, objetivou-se com esse trabalho avaliar a resistência à compressão do adobe utilizando a "baba de cupim sintética".

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras no departamento de Engenharia e no laboratório de construção. O solo utilizado foi coletado na própria universidade. O estabilizante natural, "baba de cupim sintética" foi concedido por parceria com a empresa Blinda Solo localizada em Ouro Fino MG.

O solo é considerado um Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013). Foram feitos testes de granulometria, textura, difratometria por raios X, limites de consistências, densidades de partículas e análise química. O solo foi corrigido com areia previamente caracterizada para chegar nas proporções ideias de fabricação de adobe (FRATINI et al., 2011), a Tabela 1 apresenta os resultados das análises.

O ensaio de difratometria por raio X constatou a presença de caulinita. A caulinita é indicada para fabricação de adobes por ser pouco expansiva e a coesiva (CORRÊA et al., 2006).

A escolha da utilização da BCS levou em conta suas características de não toxidade, alto poder coesivo e alto poder hidrofóbico. A escolha das concentrações foi baseada nas recomendações do fabricante e Corrêa et al., (2015). Utilizaram-se também maiores concentrações para analisar a reação do produto com o solo.

Tabela 1. Propriedades do solo e do solo corrigido com areia

Teste	Material	Solo in natura	Solo corrigido (solo+areia)	Unidade	Método
Granulometria	Argila	66	41	%	NBR 7181/84
	Silte	6	2	%	
	Areia	28	57	%	
Limites de Consistência	LL	40,02	27,02	%	NBR 6459/04
	LP	29,79	20,30	%	NBR 7180/81
	LC	16,80	19,02	%	NBR 7183, adaptado
Densidade	Massa específica	1,98	2,37	g cm^{-3}	NBR 9776/DNER-ME 093/94

LL: limite de liquidez, LP: limite de plasticidade, LC: limite de contração.

Os tratamentos foram C, BCS1, BCS2, BCS4 e BCS8 de 0; 0,1; 0,2; 0,4 e 0,8% de BCS em massa nos adobes. Todos eles foram fabricados no mesmo período, com secagem de 35 dias, em local coberto e utilizando as mesmas dimensões de formas (30x15x8 cm).

A produção dos compósitos (Figura 1) foi feita em etapas: separação do material (solo e BCS), mistura seca dos materiais, incorporação da água, homogeneização na "maromba" e moldagem dos adobes.



Figura 1. Etapas de produção do adobe + BCS. "Baba de cupim sintética" (a), sulfato de alumínio (b), soluções de BCS e sulfato de alumínio (c), homogeneização do solo corrigido + BCS + sulfato de alumínio manual por enxada (d), homogeneização utilizando a "maromba" (e), adobes com 7 dias de secagem (f).

A NTE. E.080 (NTE, 2000) recomenda cortar as amostras após o período de secagem. O período de secagem é relativo à umidade relativa do local e da temperatura,

existe uma variação nas pesquisas entre 14 a 45 dias de secagem. No trabalho proposto o adobe teve sua umidade mensurada e estabilidade à 2% de água em massa no período de 35 dias. Neste trabalho foi proposto uma alteração, cortar as amostras após terem sido retiradas do molde, 0 dias. O adobe com alto teor de água pode ser seccionado com uma linha de nylon ou mesmo com um pedaço de arame. A utilização do corte no adobe antes do período de secagem torna-se mais rápida, fácil e ainda não necessita a utilização de energia proveniente de ferramentas elétricas cortantes, além de propor um método mais seguro pela não utilização de ferramentas cortantes.

Foram realizados 2 ensaios de resistência a compressão. Ambos de acordo com a norma Peruana (NTE, 2000), um seguindo a metodologia da norma e outro utilizando o método de corte do adobe após a retirada dos moldes, observado na Figura 2.



Figura 2. Metodologia proposta dos cortes dos adobes para ensaio de compressão. Vista superior dos adobes cortados pela NTE. E.080 (A), vista lateral dos adobes cortados pela NTE. E.080 (B) e aparelho utilizado para cortar os adobes (C).

Para possibilitar melhor constatação da adição da BCS no adobe, foi feita análise estrutural utilizando microscópio estereoscópica. As imagens são referentes aos fragmentos dos adobes logo após o ensaio de resistência à compressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resistência à compressão foi significativa a 5%, mas a adição do BCS interferiu negativamente (Tabela 2). Em todos os tratamentos analisados no presente trabalho os valores de resistência à compressão estão dentro do estabelecido pela NTE E 080.

Tabela 2. Valores de resistência à compressão (MPa)

Tratamento	NTE E0.80	Desvio	NTE E0.80 modificada	Desvio	Média geral
Controle	1,43 a	0,12	1,35 a	0,08	1,39 a
BCS1	1,28 ab	0,12	1,14 b	0,11	1,21 b
BCS2	1,30 ab	0,06	1,38 a	0,11	1,34 ab
BCS4	1,18 b	0,05	1,23 ab	0,10	1,21 b
BCS8	1,41 a	0,10	1,35 a	0,13	1,38 ab

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna são estatisticamente iguais de acordo com o teste de Tukey a 5% de significância.

Observa-se que em ambas as metodologias o tratamento Controle apresentou a maior resistência à compressão. Foi possível observar que pela média geral entre os dois tratamentos que as adições de 0,1 e 0,4% de BCS apresentaram os menores valores.

Diante dos resultados encontrados uma possível explicação para tal fato seria de que a BCS funciona como um estabilizante altamente coesivo e hidrofóbico quando em contato com a argilo-mineral do solo, portanto o aumento da concentração ao mesmo tempo que aumenta a coesão entre as partículas, aumenta também o poder e a rapidez da perda de água do adobe. Portanto, quanto mais rápido o adobe perde água, maior será o tempo de acomodação da estrutura do adobe, gerando trincas e espaços vazios, afetando a resistência à compressão.

Faria et al. (2016) adicionando BCS e cimento em materiais de solo cimento, obteve um aumento significativo na resistência a compressão dos materiais estudados. Enquanto Corrêa et al. (2014b) usando apenas a BCS em várias proporções obteve pequenas diferenças na resistência à compressão dos materiais que analisou. Portanto a utilização da BCS em materiais cerâmicos tende aumenta a resistência à compressão quando aliada ao uso de fibras ou outro agregado que estruture o material.

Nas imagens da Figura 3 são apresentados a microestrutura do adobe sem a BCS (Figura 3a) e o adobe com 0,4% (BCS4) (Figura 3b).

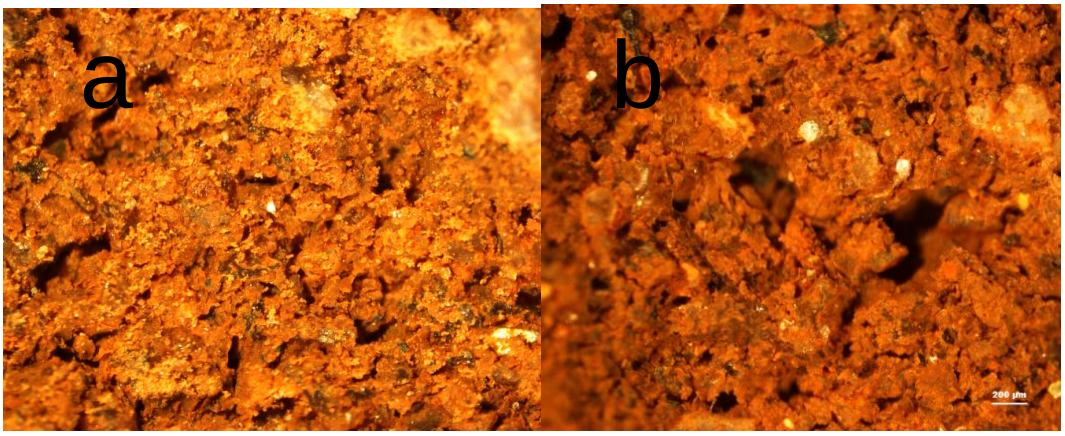


Figure 3. Imagens de microscopia estereoscópica. Tratamento Controle com 30X de aumento (a) e Tratamento BCS4 com 30X de aumento (b).

É possível constatar pela Figura 3 a maior presença de pequenos espaços vazios e maior homogeneização no tratamento controle da imagem (a). Já na imagem B visualiza-se menor número de poros e pela cor da amostra, apresenta menor homogeneização. Estes fatos confirmam o poder coesivo da BSC acompanhado da hidrofobicidade por conta da menor homogeneização referente ao uso de BCS pela perda de água acentuada.

CONCLUSÃO

O uso de BCS em adobes altera as suas propriedades mecânicas, principalmente a sua resistência à compressão. Apesar da adição de BCS no adobe interferir negativamente em suas propriedades mecânicas, todos os limites de resistência à compressão foram atendidos pela norma NTE E 080 em todos os tratamentos aqui analisados.

Para melhorar a resistência a compressão indica-se a utilização de BCS com outro estabilizante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGGRÁFICAS

BALKIS, A. P. The effects of waste marble dust and polypropylene fiber contents on mechanical properties of gypsum stabilized earthen. **Construction and Building Materials**, v. 134, p. 556-562, 2017.

CORRÊA, A. A. R.; MENDES, L. M.; BARBOSA, N. P.; PROTÁSIO, T. P.; CAMPOS, N. A.; TONOLI, G. H. D. Incorporation of bamboo particles and “synthetic termite saliva” in adobes. **Construction and Building Materials**, v. 98, p. 250-256, 2015.

CORRÊA, A. A. R.; GUIMARÃES, B. M. R.; SCATOLINO, M. V.; DUARTE, M. G.; LOPES, T. A.; MENDES, L. M. Evaluation of physical properties of adobe chemically

stabilized with synthetic termite saliva. **Key Engineering Materials**, v. 600, p. 144-149, 2014a.

CORRÊA, A. A. R.; BUFALINO, L.; PROTÁSIO, T.P.; RIBEIRO, M. X.; WISKY, D.; MENDES, L. M. Evaluation of Mechanical Properties of Adobe Chemically Stabilized with" Synthetic Termite Saliva". **Key Engineering Materials**, v. 600, p. 150-155, 2014todos pab.

FARIA, O. B.; BATTISTELLE, R.A.; NEVES, C. Influence of the addition of" synthetic termite saliva" in the compressive strength and water absorption of compacted soil-cement. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 3, p. 127-136, 2016.

FRATINI, F.; PECCHIONI, E.; ROVERO, L.; TONIETTI, U. The earth ir the architecture of the historical centre of Lamezia Terme (Italy): characterization for restoration. **Applied Clay Science**, v. 53, p. 509-516, 2011.

GALÁN-MARÍN, C.; RIVERA-GÓMEZ, C.; PETRIC, P. Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. **Construction and Building Materials**, v. 24, n. 8, p. 1462-1468, 2010.

GANDIA, R. M; CAMPOS, A. T.; CORRÊA, A. A. R.; GOMES, F. C. ENERGY COSTS COMPARISON OF MASONRY MADE FROM DIFFERENT MATERIALS. Theoretical and **Applied Engineering**, v. 2, n.1, p.1-8, 2018.

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN. NTE E.080: reglamento Nacional construcciones. Lima, 2000. P. 17.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de 695 Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA DETERMINAR PRESSÕES EM SILOS MULTICELULARES PRISMÁTICOS COM DESCARGA CONCÊNTRICA E EXCÊNTRICA

Hellen Pinto Ferreira Deckers[1], Larissa Pereira Barbosa Silva[2], Marília Gabriela Brandão Gonçalves[2], Marcelo Bastos Cordeiro[3], Francisco Carlos Gomes[4].

[1] Engenheira Agrícola e Civil, Prof. Adjunto, UFVJM/Unaí-MG, hellen.deckers@ufvjm.edu.br
[2] Graduandas de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFVJM/Unaí-MG,
[3] Zootecnista, Prof. Adjunto, UFVJM/Unaí-MG, marcelo.cordeiro@ufvjm.edu.br
[5] Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto, UFLA/Lavras-MG, fcgomes@deg.ufla.br

RESUMO - Desenvolveu-se um programa computacional para determinar as pressões, horizontal e de atrito, em silos esbeltos prismáticos, de seção quadrada, com tremonha excêntrica e fluxo de massa, tomando como base as normas internacionais: AS 3774 (1996), DIN 1055-6 (2005) e BS EN 1991-4 (2006) e as teorias propostas por SAFARIAN (1969) e WALKER (1966). O desenvolvimento do aplicativo foi viabilizado pela elaboração de um algoritmo computacional em ambiente de programação "Borland Delphi". O programa foi realizado para cinco projetos de silos com tremonha de formato tronco-piramidal, considerando as seguintes excentricidades: 25%, 30%, 35% e 43% e um modelo concêntrico para comparação. O programa computacional SILOEXCENTRIC permitiu, de forma fácil e rápida, ser aplicável para silos esbeltos prismáticos com geometria das tremonhas concêntrica e excêntrica. Os resultados demonstraram a eficiência do programa computacional para os objetivos propostos Assim, no SILOEXCENTRIC são gerados resultados de pressões que são armazenadas em arquivos no formato "Bloco de Notas" que podem ser acessados posteriormente. Além dos arquivos, são apresentadas várias informações na forma de gráfico, facilitando a avaliação das pressões horizontais e de atrito, que se mostraram adequados às normas internacionais, considerados os Estados Limites
Palavras-chave: estruturas de armazenamento, descarga excêntrica, pressões horizontais e de atrito.

INTRODUÇÃO

Um dos setores que tem crescido nos últimos anos é o da produção de alimentos processados tanto para o consumo humano quanto para o animal, como as rações. Com o desenvolvimento de projetos, as fábricas verticais exigem estruturas multicelulares, para armazenagem de matéria-prima, adequadas para a produção, considerando as propriedades físicas dos produtos.

Segundo BROWN & NIELSEN (1998), o projeto e comportamento de silos retangulares e quadrados são muito diferentes dos silos cilíndricos. Grandezas como

pressões e deslocamentos, sua interação e importância no comportamento de silos prismáticos, ainda, são pouco compreendidas. De acordo com CALIL JÚNIOR et al. (1997), silos prismáticos de parede conformadas são mais econômicas em razão da rigidez das chapas. No estudo pioneiro de RAVENET (1992), foram executados projetos com duas conformações de parede: a trapezoidal e a zigue-zague, que são utilizadas ainda hoje nas indústrias.

A descarga excêntrica permite a otimização do uso de transportadores e facilita o acesso de caminhões e trens no descarregamento dos produtos. A desvantagem é que, nesta situação, surgem pressões não uniformes, ao longo do perímetro do silo, consideradas a maior causa de colapsos (MOLENDA et al., 2001). Apesar dessas vantagens, silos verticais prismáticos ainda são pouco utilizados, parte devido ao simples desconhecimento de seus benefícios, parte em razão da escassez de conhecimentos técnicos necessários ao seu projeto e construção (LOPES NETO et al., 2008).

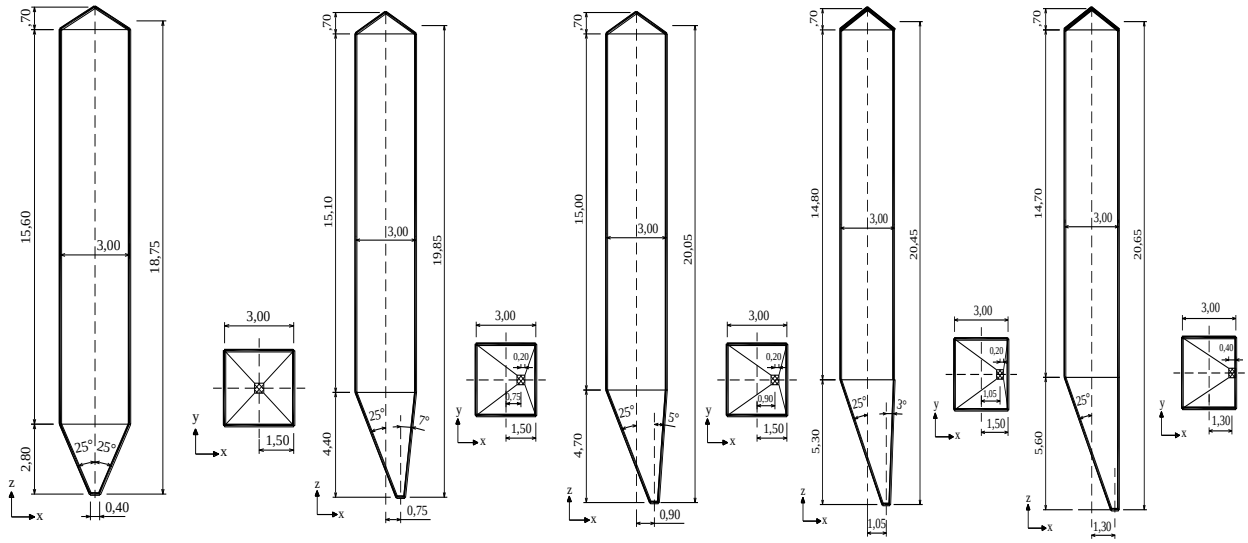
Este trabalho teve como objetivo desenvolver um programa computacional para determinar as pressões, horizontal e de atrito, em silos esbeltos prismáticos, de seção quadrada, com tremonha excêntrica e fluxo de massa, tomando como base as normas internacionais: AS 3774 (1996), DIN 1055-6 (2005) e BS EN 1991-4 (2006) e as teorias propostas por SAFARIAN (1969) e WALKER (1966).

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do programa foi realizado para cinco projetos de silos com tremonha de formato tronco-piramidal, considerando as seguintes excentricidades: 25%, 30%, 35% e 43% e um modelo concêntrico para comparação (Figura 1). O programa computacional permitiu, de forma fácil e rápida, ser aplicável para silos esbeltos prismáticos, de seção quadrada, com geometria das tremonhas concêntrica e excêntrica, para fluxo de massa. Foi desenvolvido um programa computacional no ambiente de desenvolvimento Delphi XE 32 Bits, denominado SILOEXCENTRIC. Para a determinação das pressões devido ao produto armazenado, tomaram-se como base as formulações das normas estudadas e teorias de SAFARIAN (1969) e de WALKER (1966).

Na execução do programa computacional, são solicitados diversos parâmetros, para caracterização do produto armazenado e características geométricas do silo, fornecida

como padrão pelo programa, podendo ser alterada pelo usuário. Após a entrada de todos os parâmetros solicitados, o programa computacional permite a visualização dos gráficos de pressão, bem como disponibiliza relatórios detalhados ao longo da profundidade do silo.



(a) (b) (c) (d) (e)

Figura 1. Desenho esquemático e dimensões, em metros, dos silos com tremonha concêntrica (a) e excêntrica: (b) 25% de excentricidade, (b) 30% de excentricidade, (c) 35% de excentricidade e (d) 43% de excentricidade.

A estrutura do programa baseia-se em uma primeira tela com os dados de entrada das propriedades físicas dos produtos armazenados (Figura 2). Existe uma planilha na parte inferior da tela, sendo módulo de cadastro de dados, para inserir as propriedades físicas de vários produtos com sua característica.

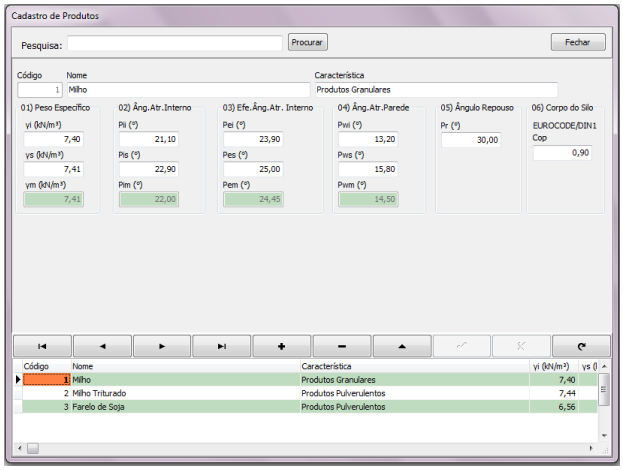


FIGURA 2. Tela dos dados de entrada das propriedades físicas dos produtos armazenados.

Na Figura 3, está apresentada a tela pertinente aos dados de entrada da capacidade da célula e as características geométricas do silo para cada tremonha excêntrica ou concêntrica. A Figura 4 tem-se os dados de entrada dos coeficientes para o corpo do silo e a tremonha, para o cálculo das pressões dinâmicas, de acordo com as normas estudadas e a teoria de SAFARIAN (1969).

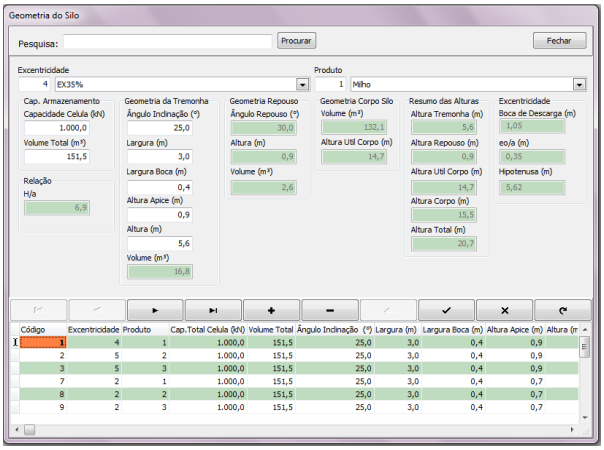


FIGURA 3. Tela dos dados de entrada da capacidade e as características geométricas do silo.

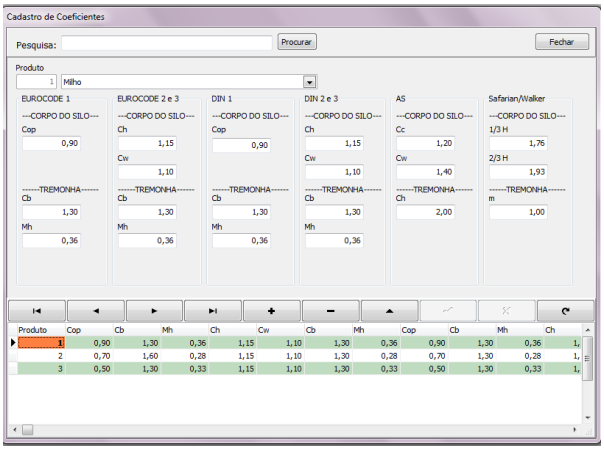


FIGURA 4. Tela dos dados de entrada dos coeficientes para o corpo do silo e tremonha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O programa computacional SILOEXCENTRIC apresenta na tela "Cálculos das Pressões" tem como parâmetros de cálculos o tipo de produto armazenado e a excentricidades para tremonha concêntrica e excêntrica (25%, 30%, 35% e 43%) com fluxo de massa, conforme Figura 5.

Os dados de saída são realizados por meio de bloco de notas com a apresentação dos resultados das pressões: pressão vertical estática, pressão horizontal estática, pressão horizontal dinâmica (Figura 6). Assim como, os resultados apresentam na forma gráfica, na tela "Visualização dos Gráficos" tem como parâmetros o produto, a excentricidade e a pressão, conforme Figuras 7, 8 e 9.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

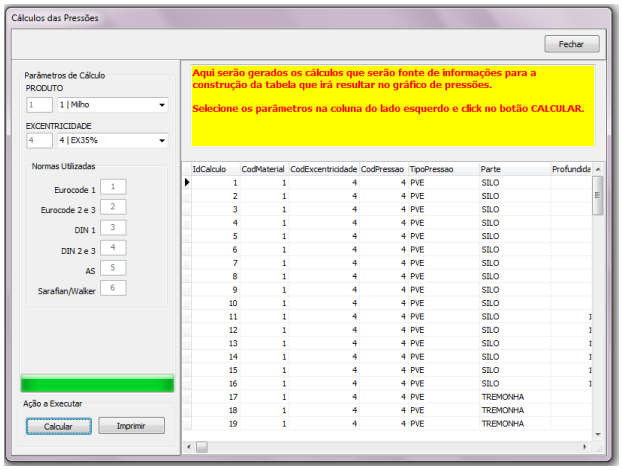
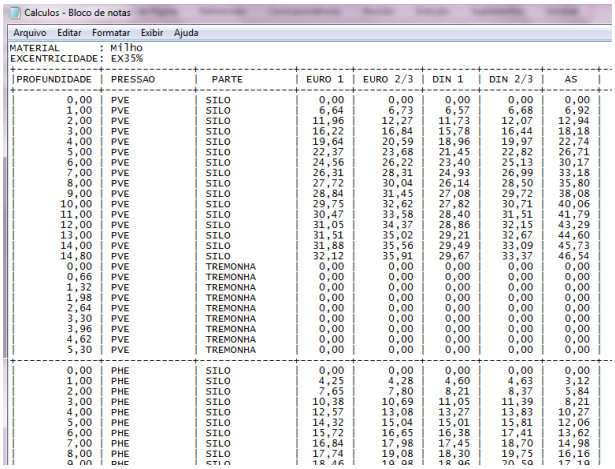


FIGURA 5. Tela do cálculo das pressões, selecionando a opção de produto armazenado e o tipo de tremonha.



PROFUNDIDADE	PRESSAO	PARTE	EURO 1	EURO 2/3	DIN 1	DIN 2/3	AS
0,00	PVE	SILO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	PVE	SILO	6,64	6,73	6,57	6,68	6,92
2,00	PVE	SILO	11,96	12,27	11,73	12,07	12,94
3,00	PVE	SILO	16,22	16,84	15,78	16,44	18,18
4,00	PVE	SILO	19,64	20,59	18,96	19,97	22,74
5,00	PVE	SILO	22,37	23,68	21,45	22,82	26,71
6,00	PVE	SILO	24,56	26,22	23,40	25,13	30,17
7,00	PVE	SILO	26,31	28,31	24,93	26,99	33,18
8,00	PVE	SILO	27,72	30,04	26,14	28,50	35,80
9,00	PVE	SILO	28,84	31,45	27,08	29,72	38,08
10,00	PVE	SILO	29,75	32,62	27,82	30,71	40,06
11,00	PVE	SILO	30,47	33,58	28,40	31,51	41,79
12,00	PVE	SILO	31,05	34,37	28,86	32,15	43,29
13,00	PVE	SILO	31,51	35,02	29,21	32,67	44,60
14,00	PVE	SILO	31,88	35,56	29,49	33,09	45,73
14,80	PVE	SILO	32,12	35,91	29,67	33,37	46,54
0,00	PVE	TREMONHA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,66	PVE	TREMONHA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,32	PVE	TREMONHA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,98	PVE	TREMONHA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,64	PVE	TREMONHA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,30	PVE	TREMONHA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,96	PVE	TREMONHA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,62	PVE	TREMONHA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,30	PVE	TREMONHA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	PHE	SILO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	PHE	SILO	4,25	4,28	4,60	4,63	3,12
2,00	PHE	SILO	7,65	7,80	8,21	8,37	5,84
3,00	PHE	SILO	10,38	10,69	11,05	11,39	8,21
4,00	PHE	SILO	12,57	13,08	13,27	13,83	10,27
5,00	PHE	SILO	14,32	15,04	15,01	15,81	12,06
6,00	PHE	SILO	15,72	16,65	16,38	17,41	13,62
7,00	PHE	SILO	16,84	17,98	17,45	18,70	14,98
8,00	PHE	SILO	17,74	19,08	18,30	19,75	16,16

FIGURA 6. Tela de relatório do cálculo das pressões para as normas e teoria de Safarian e Walker.

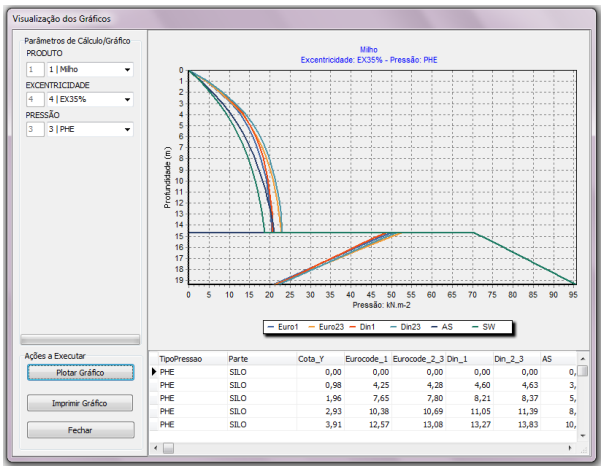


FIGURA 7. Tela de plotagem e visualização do gráfico da pressão horizontal estática.

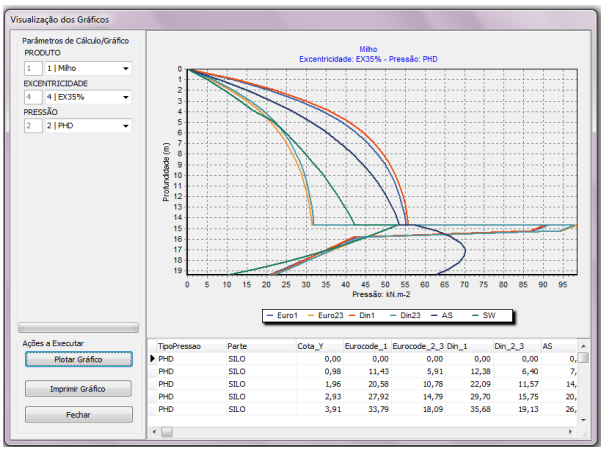


FIGURA 8. Tela de plotagem e visualização do gráfico da pressão horizontal dinâmica.

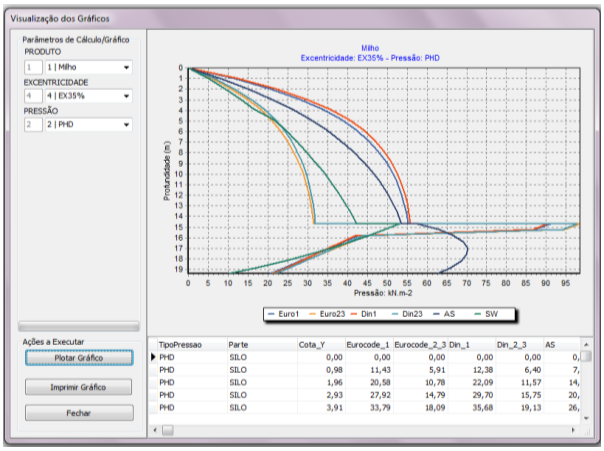


FIGURA 9. Tela de plotagem e visualização do gráfico da pressão de atrito dinâmica.

CONCLUSÃO

O programa computacional SILOEXCENTRIC permitiu, de forma fácil e rápida, ser aplicável para silos esbeltos prismáticos com geometria das tremonhas concêntrica e excêntrica. Os resultados de pressões horizontais, verticais e de atrito se mostraram adequados às normas internacionais, considerados os Estados Limites, fornecendo relatório de cálculo e gráficos das pressões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AS. AUSTRALIAN STANDARD. AS 3774: loads on bulk containers. Sydney, 1996. 78 p.

BROWN, C. J.; NIELSEN, J. Silos: fundamentals of theory, behaviour and design. London: E & FN Spon, 1998. 836 p.

BS EN. BRITISH STANDARD EUROCODE. BS EN 1991-4: actions on silos and tanks: part 4: silos and tanks. Brussels, 2006. 107 p.

CALIL JÚNIOR, C.; NASCIMENTO, J. W. B.; ARAÚJO, E. C. Silos metálicos multicelulares. São Carlos: USP, 1997. 175 p.

DIN. DEUTSCHE NORM. DIN 1055-6: basis of design and actions on structures, part 6: design loads for buildings and loads in silos bins. Berlin: Verlaz, 2005. 112 p.

LOPES NETO, J. P.; NASCIMENTO, J. W. B.; CALIL JUNIOR, C. Análise de silos metálicos prismáticos. Ciência & Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1252-1258, jul./ago., 2008

MOLENDA, M.; HORABIK J.; THOMPSON S. A.; ROSS I. J. Bin loads induced by eccentric filling and discharge of grain. Structures & Environment Division of ASAE, Saint Joseph, v. 45, n. 3, p. 781-785, 2001.

RAVENET, J. Silos. Barcelona: Técnicos Associados, 1992. 508 p.

SAFARIAN, S. S. Design pressures of granular materials in silos. Journal of the American Concrete Institute, New York, v. 66, n. 8, p. 647-655, 1969.

WALKER, D. M. An approximate theory for pressures and arching in hoppers. Chemical Engineering Science, New York, v. 21, p. 975-997, 1966.

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO E PROJEÇÕES FUTURAS PARA PRODUÇÃO DE FRANGO DE CORTE EM MINAS GERAIS

Pablo Teixeira Leal de Oliveira[1], André Luís Nogueira Amaro [2], Tadayuki Yanagi Junior [2], Silvia de Nazaré Monteiro Yanagi [2], Gabriel Araújo e Silva Ferraz [2], Dian Lourençoni [3]

[1]Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sertão Pernambucano, campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-PE. pablo.leal@ifsertao-pe.edu.br
[2]Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Lavras-MG. andr.nogueira@gmail.com yanagi@deg.ufla.br silvia.yanagi@deg.ufla.br gabriel.ferraz@deg.ufla.br
[3]Universidade Federal do Vale do São Francisco, colegiado de Engenharia Agrícola, Juazeiro-BA. dian.lourenconi@univasf.edu.br

RESUMO – Objetivou-se com a presente pesquisa representar o ambiente térmico do estado de Minas Gerais por meio do índice de temperatura e umidade (ITU), considerando um período histórico e um cenário futuro, para criação de frangos de corte. As séries históricas (1976-2014) de ITU mínimo (ITUmín), médio (ITUméd) e máximo (ITUmáx) foram determinadas a partir de valores de temperaturas mínimas, médias e máximas e umidade relativa do ar de 48 estações meteorológicas localizadas no Estado de Minas Gerais, a qual, foi utilizada para análise de tendências por meio do teste de Mann-Kendall e regressão linear para as previsões para o ano de 2024. As séries históricas (1979-2014) de ITUmin e ITUméd indicaram situação de conforto térmico para produção de frangos de corte durante as quatro estações do ano, para o Estado de Minas Gerais, todavia, houve uma expansão da área classificada como alerta e perigo ao conforto térmico quando se analisa o ITUmáx durante a primavera, verão e outono, deste mesmo período. Considerando o cenário futuro, ano de 2024, os dados de ITUmín mantiveram-se semelhantes ao período compreendido entre a média histórica, havendo elevação dos valores de ITUméd na primavera e verão, além da elevação da condição de perigo quando se considera o ITUmáx, caracterizando maiores riscos ao desconforto térmico para a produção de frango de corte no Estado.
Palavras-chave: mudanças climáticas, avicultura, índice de temperatura e umidade, bem-estar.

INTRODUÇÃO

O Estado de Minas Gerais, segundo dados do IBGE (2015), encontra-se como o quinto maior efetivo de frangos de corte e postura do Brasil. Este fato torna-se mais relevante quando se entende que Minas Gerais apresenta particularidades como uma grande extensão territorial, onde são distribuídas uma grande variedade de relevo que, por sua vez, resultam em uma variação do microclima de acordo com as características de cada região (ÁVILA et al., 2014).

A exposição de frangos de corte a uma situação com ambiente térmico estressante já é comprovadamente considerada um dos principais fatores de interferência na produtividade destes animais (DE OLIVEIRA et al., 2006; CARVALHO et al., 2009), logo, o potencial impacto gerado pela ação das alterações no clima, devido às mudanças climáticas, pode ser entendido como um possível fator de limitação da produtividade desses animais, abrindo assim uma importante área para o desenvolvimento de alternativas viáveis para mitigação dos impactos das alterações climáticas sobre o agronegócio da região.

Diante do exposto, objetivou-se com a presente pesquisa representar o ambiente térmico do estado de Minas Gerais por meio do ITU, considerando um período histórico e um cenário futuro, para criação de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O banco de dados de temperatura mínima, média e máxima do ambiente, além da umidade relativa (UR) que originou a série histórica (1976 – 2014) foram oriundos de 48 estações meteorológicas convencionais, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizadas no Estado de Minas Gerais (Figura 1).

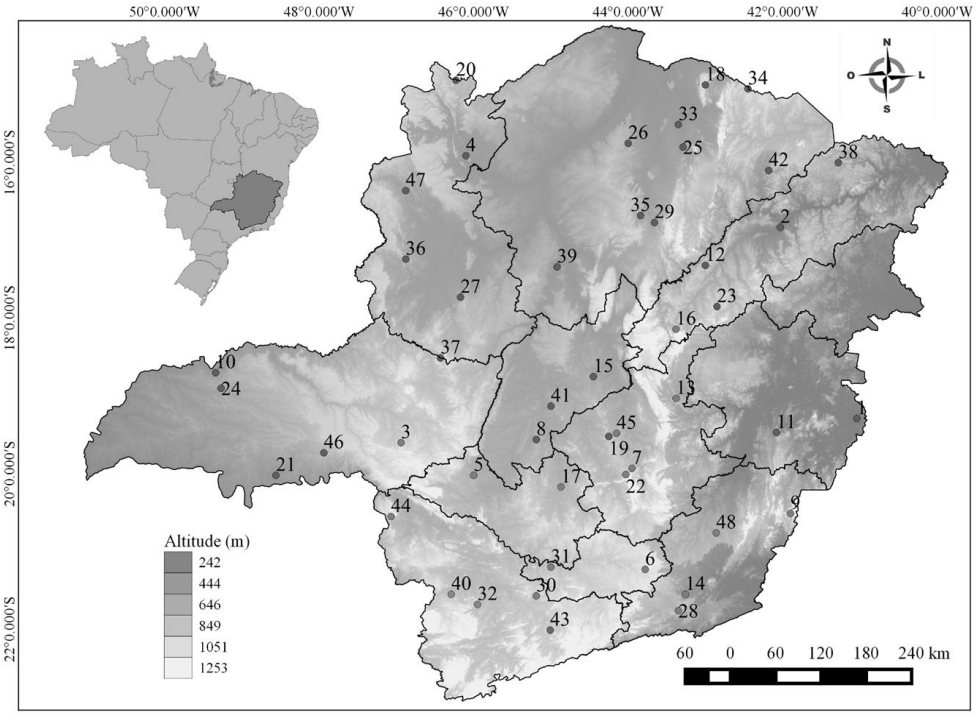


Figura 1. Localização geográfica e altitude das 48 estações meteorológicas.

O índice de temperatura e umidade (ITU), proposto por Thom (1959), foi calculado por meio da equação 1 com base nos valores da $t_{bs,méd}$ (°C) e temperatura do ponto de orvalho (t_{po}, °C). A t_{po} foi determinada pela equação 2 (VIANELLO & ALVES, 2012) em função da pressão real do vapor d'água (e, hPa).

$$ITU = t_{bs} + 0{,}36 \cdot t_{po} + 41{,}5ITU = t_{bs} + 0{,}36 \cdot t_{po} + 41{,}5$$
$$ITU = t_{bs} + 0{,}36 \cdot t_{po} + 41{,}5 \quad (1)$$

$$t_{po} = (186{,}4905 - 237{,}3 \log e)/(\log e - 8{,}2859)$$
$$t_{po} = (186{,}4905 - 237{,}3 \log e)/(\log e - 8{,}2859)$$
$$t_{po} = (186{,}4905 - 237{,}3 \log e)/(\log e - 8{,}2859) \quad (2)$$

No tocante à classificação dos intervalos de ITU para frangos de corte, os valores de ITU menores que 74 caracterizam uma condição de conforto térmico; entre 74 e 79, representam situações de alerta; entre 79 e 84 indicam perigo e valores acima de 84 configuram situações de emergência (THOM ,1959; HAHN, 1982; ROSEMBERG et al., 1983; DU PREEZ et al., 1990; HUBBARD et al., 1999; CABRAL, 2001; HUHNKE et al., 2001; SILVA et al., 2004; SILVA et al., 2005; DE OLIVEIRA et al., 2006; LAVOR et al., 2008; CARVALHO et al., 2009; OSORIO et al., 2016).

As tendências para o ano de 2024, obtidas a partir das séries históricas (1976 - 2014) de ITU_{min}, $ITU_{méd}$ e $ITU_{máx}$, para cada estação estudada, foram verificadas por meio do teste não paramétrico de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975), proposto por Sneyers (1975), e da análise de regressão linear, metodologia adaptada de Amaro et al. (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme listado na Tabela 1, os valores médios históricos de $ITU_{mín}$ e $ITU_{méd}$ mantiveram-se em condição de conforto térmico (ITU < 74), nas quatro estações do ano, considerados ideais para a produção de frango de corte. Todavia, os valores de $ITU_{máx}$ para o Estado de Minas Gerais mantiveram-se com médias estabelecidas como uma situação de perigo (79 ≤ ITU < 84) ao bem-estar de frangos de corte em no verão, outono

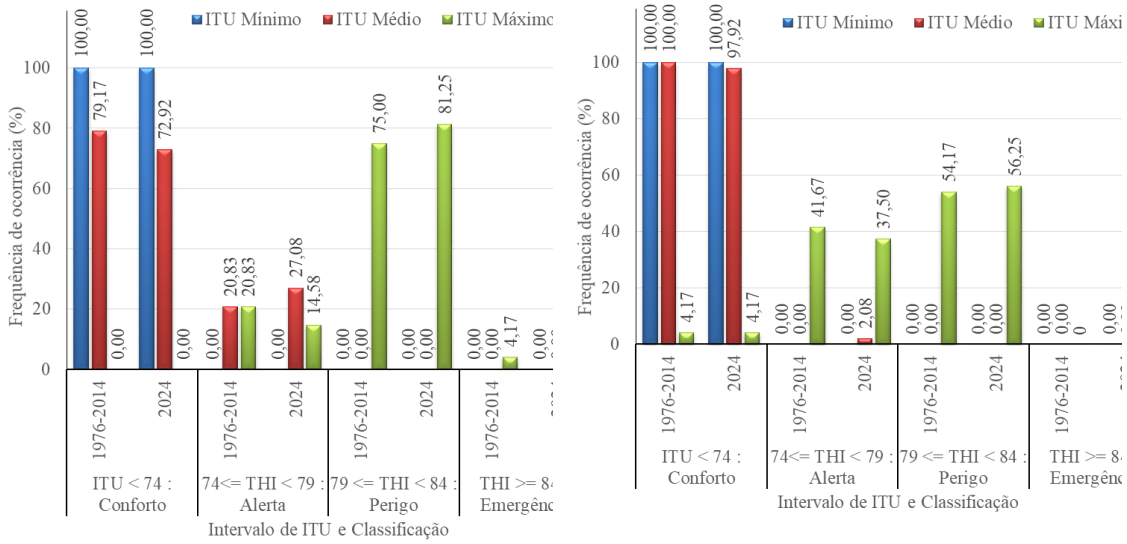
e primavera, justificando, segundo Santos et al. (2014), a necessidade de uso de sistemas artificiais de condicionamento térmico, que propiciem a minimização das variações do ambiente térmico no interior dos aviários, reduzindo os problemas relacionados ao desconforto.

Tabela 1. Média do ITUmín, ITUméd e ITUmáx nas estações do (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera, para o período de 1976 a 2014 e para o ano de 2024, nos municípios avaliados no Estado de Minas Gerais.

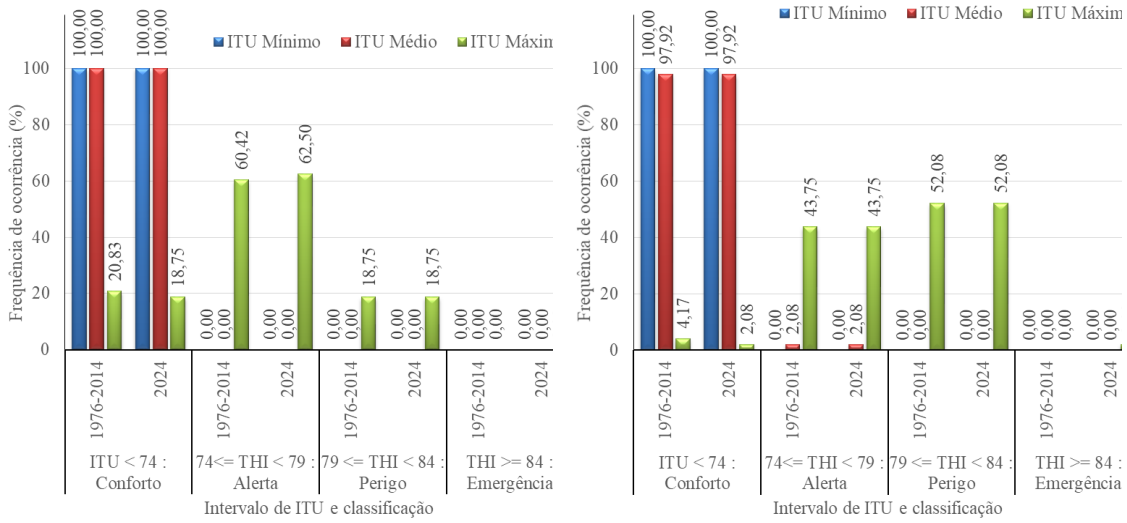
	Histórico			
	Verão	Outono	Inverno	Primavera
ITUmín	66,16	63,08	56,96	63,14
ITUméd	72,16	69,84	65,41	70,32
ITUmáx	80,57	79,15	76,28	79,57
	Tendência (2024)			
ITUmín	66,28	63,18	57,01	63,14
ITUméd	72,39	69,96	65,44	70,35
ITUmáx	81,04	79,34	76,47	79,81

Ainda na Tabela 1 observa-se um comportamento com leve aumento nas médias dos $ITU_{mín}$, $ITU_{méd}$ e $ITU_{máx}$, exceto para o $ITU_{mín}$ na primavera, que permaneceu igual ao observado na média histórica. Apesar de ter havido elevação dos ITU no teste não paramétrico de Mann-Kendall, para o ano de 2024, não foram observadas situações de ITU superiores a 84 para nenhuma das quatro estações.

A ausência futura da condição classificada como de extrema exposição ao estresse térmico para frangos de corte, demandando do produtor intervenções emergenciais para evitar perdas no plantel (DE OLIVEIRA et al., 2006), como as observadas no presente estudo, não dá garantias ao produtor sobre os possíveis impactos da elevação dos índices ambientais sobre a fisiologia e produtividade das linhagens atualmente disponibilizadas no mercado sem que haja uma atenção especial para a busca de tecnologias para mitigação dos possíveis impactos das alterações no ambiente térmico dos próximos anos, tais como a seleção de animais fisiologicamente e morfologicamente mais resistentes a temperaturas ambientais mais elevadas, a oferta de alimentos com maior qualidade nutricional e redução do incremento calórico e a concepção de aviários considerando as potencialidades de uso das modificações primárias e secundárias.



(a) (b)



(c) (d)

Figura 2. Variação da frequência de ocorrência de ITUmín, ITUméd e ITUmáx nas estações do (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera, para o período de 1976 a 2014 e para o ano de 2024, nos municípios avaliados no Estado de Minas Gerais.

Conforme ilustrado na Figura 2, a classificação de conforto verificada para o $ITU_{mín}$, nas quatro estações do ano, durante o período histórico (1976-204) não se alterou em 2024 (Figura 2), apesar de se observar tendências de aumento e redução destes valores houveram reduções das frequências de ocorrência da condição classificada como de conforto para o $ITU_{méd}$ nas estações de verão, outono, inverno e primavera na ordem de 6,25%, 0,00%, 0,00% e 2,08%, respectivamente. Estas percentagens de redução foram acrescidas consequentemente à condição do ambiente térmico classificada como alerta

(Figura 2). Redução em 6,25% da situação classificada como alerta e aumento da incidência de ambientes perigosos ao bem-estar de frango de corte foi verificada para o $ITU_{máx}$ na estação de verão (Figura 2).

No outono, observou-se redução das ocorrências de valores de $ITU_{máx}$ para as condições de conforto de 2,09% (Figura 2b). Consequentemente, observou-se o aumento de 2,09% da classificação de emergência para o ITUmáx ao se comparar o cenário de 2024 ao período histórico (1979-2014).

CONCLUSÃO

As séries históricas (1979-2014) de $ITU_{mín}$ e $ITU_{méd}$ indicaram situação de conforto térmico para produção de frangos de corte durante as quatro estações do ano, para o Estado de Minas Gerais, todavia, houve uma expansão da área classificada como alerta e perigo ao conforto térmico quando se analisa o $ITU_{máx}$ durante a primavera, verão e outono, deste mesmo período.

Considerando o cenário futuro, ano de 2024, os dados de $ITU_{mín}$ mantiveram-se semelhantes ao período compreendido entre a média histórica, havendo elevação dos $ITU_{méd}$ na primavera e verão, além da elevação da condição de perigo no $ITU_{máx}$, caracterizando maiores riscos ao desconforto térmico para a produção de frango de corte no Estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, A. L.; YANAGI JUNIOR, T.; YANAGI, S. D. N.; FERRAZ, G. A. S.; CAMPOS, A. T. Climate change and rural workers thermal comfort: historical and future impacts. Engenharia Agrícola, v. 38, n. 2, p. 173-179, 2018.

ÁVILA, L.F.; MELLO, C.R.; YANAGI, S.N.M.; SACRAMENTO NETO, O.B. Tendência de temperaturas mínimas e máximas do ar no Estado de Minas Gerais. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.49, n.4, p.247-256, 2014.

CABRAL, J.L. Mapeamento da região Sudeste do Brasil usando o ITU, para o gado de leite. 2001. 68f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

CARVALHO, V. F.; YANAGI JUNIOR, T.; FERREIRA, L.; DAMASCENO, F. A.; SILVA, M. P. Zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo no sudeste brasileiro. Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb., v.13, n.3, p.358–366, 2009.

DE OLIVEIRA, L. M.; JUNIOR, T. Y.; FERREIRA, E.; DE CARVALHO, L. G.; DA SILVA, M. P. Zoneamento bioclimático da região Sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano. Eng. Agríc., v.26, p.823-831, 2006.

DU PREEZ, J.D.; GIESECKE, W.H.; HATTINGH, P.J. Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. I. Temperature-humidity index mean values during the four main seasons. J. Vet. Res., v.57, n.1, p.77-87, 1990.

HAHN, G.L. Compensatory performance in livestock: influences on environmental criteria. In: International livestock environment symposium, 2. Ames. Proceedings… p.285-294, 1982.

HUBBARD, K.G.; STOOKSBURY, D.E.; HAHN, G.L.; MADER, T.L. A climatological perspective on feedlot cattle performance and morality related to the temperature-humidity index. J. Prod. Agric., v.12, n.4, p.650-653, 1999.

HUHNKE, R.L.; MCCOWAN, L.C.; MEREZ, G.M. et al. Determining the frequency and duration of elevated temperature-humidity index. In: ASAE Annual Meeting. Proceeding. St. Joseph: ASAE. 2001. 12p.

IBGE - Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (2015). Downloads: Produção Pecuária, produção da pecuária municipal, 2015. Disponível em: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm. Acessado em: 20/03/17.

KENDALL, M.G. (Ed). Rank correlation methods. London: Charles Griffin, 1975. 210p.

LAVOR, C.T.B.; FERNANDES, A.A.O.; SOUSA, F.M. Efeito de materiais isolantes térmicos em aviários no desempenho de frangos de corte. Rev. Ciênc. Agron., v.39, p.308-316, 2008.

MANN, H.B. Nonparametric test against trend. Econometrika, v.13, p.245-259, 1945.

OSORIO, H.R.; TINOCO, I.F.F.; OSORIO, S.J.A.; MENDES, L. B.; ROCHA, K.; KELLER, S. O.; LIMA, M. G. Thermal environment in two broiler barns during the first three weeks of age. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient., v. 20, p. 256-262, 2016.

ROSENBERG, L.J.; BIAD, B.L.; VERNS, S.B. Human and animal biometeorology. In: Microclimate, the biological environment. New York: Wiley-Interscience Publication, 1983.

SANTOS, G.B.; SOUSA, I.F.; BRITO, C.O.; SANTOS, V. S.; BARBOSA, R. J.; SOARES, C. Estudo bioclimático das regiões litorânea, agreste e semiárida do estado de Sergipe para a avicultura de corte e postura. Ciênc. Rur., v.44, p.123-128, 2014.

SILVA, E.T.; LEITE, D.G.; YURI, F.M. Determinação do índice de temperatura e umidade (ITU) para produção de aves na mesorregião metropolitana de Curitiba – PR. Revista Acadêmica: Ciênc. Agr. Amb., v.2, n.3, p.47-60, 2004.

SILVA, M. P.; DA COSTA BAÊTA, F.; TINÔCO, I. D. F. F.; ZOLNIER, S.; RIBEIRO, A. Evaluation of the evaporative cooling usage potential for the Southeast region of Brazil

with a simplified model for the estimation of the energy balance in sheds for broiler chickens. In: Livestock Environment VII, 18-20 May 2005, Beijing, China. American Society of Agricultural and Biological Engineers, p. 143-150, 2005.

SNEYERS, R. Sur L' analyse statistique des séries d' observations. Genève: Organization Météorologique Mondial, (OMM Note Technique, 143). 1975. 192p.

THOM, E.C. The discomfort index. Weatherwise, Boston, v.12, n.1, p.57-60, 1959.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. (Eds). Meteorologia básica e aplicações. Viçosa: UFV, 2012. 460p.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

ANÁLISE COMPARATIVA DA CAPACIDADE TÉRMICA DE COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS COM REFORÇO DE FIBRA DE COCO E PARTÍCULAS DE PSEUDOCAULE DE BANANEIRA

Isabela Moreira Albano da Silva[1]; Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz[2]; Rafael Farinassi Mendes[3]; Victor Rezende Carvalho[4]; Tony Matheus Carvalho Eugênio[5]; Matheus da Rocha Coutinho Avelino[6]

[1]Graduanda em Engenharia Civil, UFLA, e bolsista PIBIC/UFLA;
[2]Orientadora do Departamento de Engenharia, UFLA;
[3]Coorientador do Departamento de Engenharia, UFLA;
[4] Graduando em Engenharia Civil, UFLA, e bolsista PIBIC/FAPEMIG,
[5] Doutorando em Engenharia de Biomateriais, UFLA, e bolsista CNPq;
[6] Graduando em Engenharia Civil, UFLA, e bolsista PIBIC/CNPq

RESUMO - Objetivou-se, com essa pesquisa, analisar e comparar a capacidade térmica de painéis cimentícios utilizando fibra de coco e painéis reforçados com partículas de bananeira. As placas, para realização dos testes térmicos, possuíam dimensões 15 cm x 15 cm x 1,5 cm, com relação de composição de fibra: cimento (1:2,75). A análise dos dados obtidos permite depreender que, nas placas com adição de fibras de coco, o coeficiente de condutividade térmica foi de, aproximadamente, 0,61 W/m°C, enquanto que, naquelas com adição de partículas de bananeira, obteve-se uma média de 0,45W/m°C. Logo, para aplicação e melhoramento do conforto térmico nas habitações, os compósitos com bananeira se mostraram melhores àqueles com fibra de coco.
Palavras-chave: conforto térmico, cimento-material, compósitos cimentícios, condutividade térmica

INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente, vem se fazendo mais presente em todos os seguimentos. Sendo a construção civil um setor de alta demanda, técnicas e produtos sustentáveis têm sido objeto de várias pesquisas para melhoramento de moradias. Nesse conceito, buscando satisfazer o desenvolvimento ecológico, tem-se a confecção de materiais compósitos com fibras naturais, apresentando melhores características quando comparado aos convencionais.

Compósitos são materiais constituídos pela matriz e pelo elemento reforço, através de dois ou mais materiais diferentes, visando otimização das características do produto final (LIGOWISKI et al, 2015). Em se tratando de compósitos cimentícios, há incorporação de fibras lignocelulósicas, uma vez que estas apresentam fonte renovável, alta disponibilidade, baixo custo, não toxicidade e, ainda, viés sustentável. Elas auxiliam

no reforço da microestrutura da matriz cimentícia, aumentando sua capacidade física, mecânica e térmica. (FONSECA et al, 2016).

Na construção civil, visa-se, através de diversas técnicas e estudos, tornar a residência, um ambiente mais aconchegante. Uma das principais características para tal, é ligada ao conforto térmico. Logo, a escolha do material com melhor condutividade térmica deve ser analisada cautelosamente.

A taxa de condução de calor ao longo de uma parede é definida através da Lei de Fourier, a qual é dependente da condutividade térmica. Esta quantifica a capacidade dos materiais de conduzir calor. Quanto maior a condutividade térmica do material, mais rápida será a condução térmica nele (JORGE, 2011). Dessa forma, para se obter ambientes com melhor conforto térmico, deve-se escolher materiais com menores valores de condutividade térmica.

Através dos compósitos, é possível otimizar as características do material, conforme a aplicação desejada. Logo, é possível analisar dentre as características de diversos desses materiais, o que melhor se encaixa para se obter o resultado requerido.

Por conseguinte, objetivou-se analisar a condutividade térmica e o calor específico de painéis cimentícios com fibra de coco e, também, de painéis de pseudocaule de bananeira, assim como suas aplicações para melhoramento do conforto térmico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a produção dos painéis cimento-material lignocelulósicos, foram utilizados dois tratamentos, sendo estes T1: pseudocaule de bananeira e T2: fibra de coco comercial utilizada para plantas. Para padronização do tamanho das partículas do material lignocelulósico, primeiramente trituraram-se as fibras, utilizando o material passante em peneira de 40 mesh e retido na peneira de 60 mesh.

Para iniciar a confecção das placas, foi necessário, antes, determinar a umidade das partículas utilizadas na incorporação do material. Dessa forma, aferiu-se o teor de água, em porcentagem, através do método da estufa. Foram confeccionadas 3 placas de cada material (pseudocaule de bananeira e fibra de coco). Na confecção dos painéis foram utilizados os seguintes parâmetros: densidade do painel de 1,25 g/cm3; dimensões do painel de 48 x 48 x 1,5 cm; relação madeira:cimento de 1: 2,75; relação água de cimento de 1: 2,5; taxa de água de hidratação:cimento equivalente à 0,25; quantidade de aditivo de 4% em relação à massa de cimento e, por fim, porcentagem de perdas de 6%. Com as

 ISBN: 978-85-66836-24-0

quantidades de cada material determinadas, fazendo uso de uma betoneira, foi possível homogeneizá-los.

Com as pastas finalizadas, adicionou-as às formas, previamente lubrificadas com óleo diesel. Em seguida, realizou-se a prensagem a frio em temperatura ambiente das placas com pressão de 40 kgf/cm^2 e tempo de prensagem de 10 minutos, com tempo de grampeamento de 24 horas e tempo de acondicionamento de 26 dias em câmara climatizada, com temperatura de 20 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 3%. Aos 26 dias, cortaram-se os corpos de prova com dimensões de15cm x 15cm x 1,5 cm e realizaram-se os testes de isolamento térmico.

Para realização do teste térmico, foi realizada uma adaptação do método da coluna fracionada por Santos et al (2011) e avaliado por Bertolini (2014), utilizando painéis de madeira reconstituída e placas de isopor com espessura de 15 mm para vedação, com manta aluminizada Freshfoil Premium e fita adesiva aluminizada. Para o aquecimento do sistema, utilizou-se uma lâmpada incandescente com temperatura variável até 90°C. Devido às perdas de calor lateral, obteve-se o isolamento com a estabilidade da temperatura.

Através do equipamento Data Collector, modelo IM DC 100-01E, da Yokogawa, foram registradas as temperaturas pelos sensores. Havia, ao todo, cinco sensores em funcionamento no sistema, dos quais, um deles, foi responsável por acompanhar a temperatura do ambiente externo à caixa. À placa, foram acoplados dois sensores, para que se pudesse obter um melhor resultado da temperatura da mesma. Havia, ainda, um sensor responsável pela aferição da temperatura da lâmpada em sua face superior e, outro, na sua face inferior.

Com o posicionamento do corpo de prova, mantendo a temperatura em torno de 40°C, foi possível realizar o experimento, na qual a razão de aquecimento foi de 1°C/min. Os dados referentes às temperaturas foram mensurados a cada 12 segundos, num total de 1000 medições. Logo, o tempo demandado para realização do teste, para cada placa, foi de, aproximadamente, 3 horas e 20 minutos.

 ISBN: 978-85-66836-24-0



Figura 1. Aparato utilizado para realização do teste térmico

Fourier determinou, experimentalmente, que o fluxo de calor transmitido de uma face a outra, num dado intervalo de tempo, é definido por:

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = k\,\frac{A(\theta_1 - \theta_2)}{L}\,, \qquad (1)$$

Na qual, θ_1 e θ_2 são as temperaturas das faces opostas da placa, dadas em Kelvin (K); A é a área da placa, em metros quadrados (m^2); L é o comprimento da placa em metros(m) e k é a condutividade térmica da placa.

A condutividade térmica é uma propriedade intrínseca a cada material. Fazendo as operações necessárias na equação 1, é possível determinar sua unidade de medida. Então, tem-se:

$$k = \frac{J.m}{s.m^2.K} = \frac{J}{s.m.K} = \frac{W}{m.K} \qquad (2)$$

Através dos valores obtidos para condutividade térmica, é possível determinar-se a resistência das placas, de acordo com a ABNT NBR 15220 (2003) e Bertolini (2014), através da equação a seguir:

$$R = \frac{e}{k} \qquad (3)$$

Onde R é a resistência térmica [(m^2.K)/W]; é a espessura em metros (m) e k é a condutividade térmica (W/m.K).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tem-se, para os valores de densidade e razão de compactação, para cada painel, os dados apresentados na tabela 1 a seguir.

Tabela1. Valores de densidade relativos à razão de compactação

Placas	Densidade (g/cm^3)	CV (%)	Razão de Compactação (%)
Partícula de bananeira	0,9377	1,64	1,89
Fibra de coco	0,8072	5,80	5,66

Os valores médios de densidade obtidos, variando de 0,8072 a 0,9377 g/cm^3, permitem classificar os painéis como sendo de alta densidade, que, segundo Iwakiri (2005), compreende valores acima de 0,80 g/cm^3.

Segundo Mendes (2010), a razão de compactação, que é a relação entre a densidade do painel e a densidade do material lignocelulósico, possui relação com a propagação de calor, uma vez que está ligada à porosidade do material, interferindo na condução térmica. Kelly (1977 *apud* BERTOLINI, 2014), Moslemi (1974 *apud* BERTOLINI, 2014), Maloney (1993 *apud* BERTOLINI, 2014) e Tsoumis (1991 *apud* BERTOLINI, 2014) estipularam como ideais, os valores médios de 1,3 a 1,6 para a razão de compactação. Os valores elevados obtidos devem-se às baixas densidades dos materiais lignocelulósicos. Para painéis com maior razão de compactação, há menor absorção de água que painéis com menor razão de compactação. Isso se dá devido à redução na porosidade e aumento na quantidade de material lenhoso (VITAL et al., 1974).

A Figura 2 a seguir apresenta a temperatura média registrada para cada tratamento (fibra de coco e pseudocaule de bananeira) durante o ensaio de isolamento térmico.

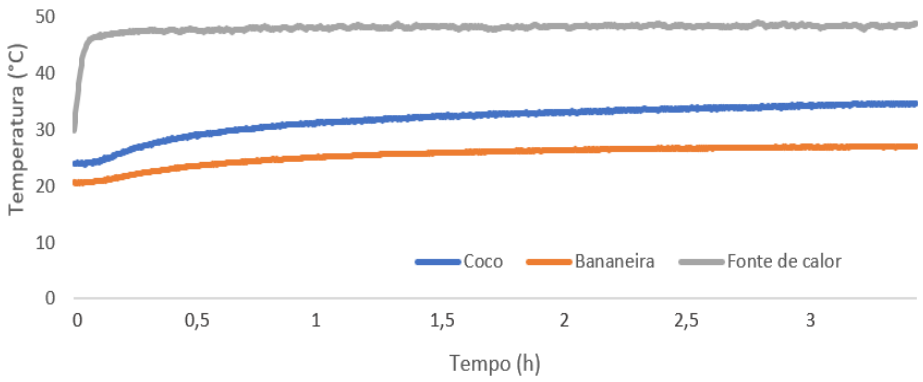


Figura 2. Temperatura média de isolamento para os tratamentos.

Na tabela 2 estão apresentados os maiores valores para temperatura atingido para cada material, considerando cada painel.

Tabela 2. Temperatura máxima atingida para os tratamentos

Placas	Temperatura máxima (°C)
Partícula de bananeira	31,0
Fibra de coco	36,1

Através destes dados de temperatura, foi possível definir os valores para a condutividade térmica para cada painel, cujos valores encontram-se na tabela que se segue.

Tabela 3. Valores obtidos para condutividade térmica

Placas	Condutividade Térmica (W/m . K)
Partícula de bananeira	0,4507
Fibra de coco	0,6116

Para Bertolini (2014), quanto menor forem os valores de condutividade térmica, maior será sua capacidade de isolamento do material. Por meio do gráfico 1 anteriormente apresentado e da tabela 2, pode-se comprovar a veracidade dos dados, visto que, para os painéis de fibra de coco, que apresentam maiores valores de temperatura, a condutividade térmica também é maior. O oposto ocorre para os painéis compósitos de pseudocaule de bananeira, com menor valor de condutividade térmica e, portanto, menor temperatura.

A ABNT NBR 15220 (2003) apresenta valores de condutividade térmica para argamassa comum, como sendo de 1,15 W/m.K e, para argamassa de gesso, de 0,70W/m.K. Dessa forma, os valores obtidos apresentam melhor capacidade de isolamento térmico, quando comparado aos valores de argamassas convencionais.

A tabela 4 a seguir apresenta os valores obtidos para a resistência média das placas, em função de sua espessura, visto suas proporcionalidades.

Tabela 4. Valores de resistência térmica obtidos e espessura média das placas

Placas	Resistência Térmica [(m^2.K)/W]	Espessura média (m)
Partícula de bananeira	0,0383	0,01712
Fibra de coco	0,0266	0,01626

Sabendo que a resistência térmica é inversamente proporcional à condutividade térmica, maiores valores para a resistência, sugerem menores valores de temperatura e, também, em maior capacidade de isolamento, segundo Bertolini (2014). Tem-se, ainda, que a espessura da placa influencia diretamente na resistência térmica da mesma. Dessa forma, para maiores valores de espessura, haverá maiores valores de resistência, como pode-se observar nos valores obtidos. Sendo assim, os painéis contendo pseudocaule de bananeira apresentaram melhores valores para resistência térmica e, logo, são mais propícios para isolamento térmico.

CONCLUSÃO

Com os dados obtidos, foi possível perceber que a condutividade térmica é intrínseca a cada material. Dentre os dois tratamentos realizados (fibra de coco e pseudocaule de bananeira), aquele que apresentou menor condutividade térmica e maior resistência térmica, pode ser classificado como melhor isolante térmico.

Os maiores valores de temperatura aferidos nas placas com fibra de coco, permitem concluir com os conseguintes valores de condutividade e de resistência térmica, sua menor capacidade para isolamento térmico, com 0,6116 W/m.K e 0,0266 (m^2.K)/W, respectivamente, quando comparado ao painel com pseudocaule de bananeira. Para este, obteve-se 0,4507 W/m.K para a condutividade térmica e 0,0383 (m^2.K)/W para a resistência térmica.

Mesmo que ainda apresente desvantagem para isolamento térmico quando comparado aos painéis de pseudocaule de bananeira, os painéis de coco ainda apresentam melhor isolamento térmico que as argamassas convencionais e o gesso, de acordo com a ABNT NBR 15220 (2003). Dessa forma, os painéis com fibra de coco também podem ser usados para melhoramento do conforto térmico.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à FAPEMIG pelo financiamento da pesquisa e ao CNPq e à UFLA pela concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S. M. et al, determinação da condutividade térmica de materiais da construção civil e sua variação com umidade e densidade. In: **V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído,** 87020, 1999, Maringá.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941:**Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220:** Desempenho Térmico de Edificações. Rio de Janeiro, 2003b.

BERTOLINI, M. S. **Painéis de resíduos madeireiros e de borracha de pneu associados à espuma poliuretana à base de mamona para a aplicação como composições termoacústicas.** 2014. 256 p. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. 274p.

JORGE, L. F. A. **Determinação do coeficiente de transmissão térmica em paredes de edifícios.** 2011. 94 p. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2011.

LIGOWSKI, E. et al, materiais compósitos a base de fibras de cana de açúcar e polímeros reciclados obtidos através de técnica de extrusão. **Polímeros.** São Carlos, 2015, vol.25, n.1, p.70-75.

MENDES, L. M. et al, Potencial de utilização de madeira de clones de *Eucalyptus urophylla* na produção de painéis cimento-madeira. **Cerne,** Lavras, p. 69-75, jan/mar. 2011

MENDES, R.F.; MENDES, L.M.; GUIMARAES JUNIOR, J.B.; ABRANCHES, R.A.S.; SANTOS, R.C. **Painéis aglomerados produzidos com bagaço de cana em associação com madeira de eucalipto.** Scientia Forestalis, Piracicaba.v.38, n.86, p.285-295, jun. 2010

SANTOS, R. C. et al. **Utilização de resíduos da madeira de candeia (Eremanthus erythropappus (DC.) Macleish) na produção de painéis aglomerados com adição de PET.** Ciência Florestal, Santa **Maria**, v. 21, n. 1, p. 149-158, jan./mar. 2011.

VILELA, P. A. **Utilização da borracha de pneu para produção de painéis MDP e cimento-madeira.** 2016. 104 p. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Biomateriais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

VIABILIDADE DO SUPRIMENTO DE ELETRICIDADE COM BIOGÁS ORIGINADO PELA CODIGESTÃO ENTRE LODO DE ESGOTO, DEJETO BOVINO E ÁGUA

Priscilla Tojado dos Santos[1], Juliana Lobo Paes[2], Romulo Cardoso Valadao[3], Saulo Emílio Guerrieri Araújo Damm[4], Gabriela Ferreira Pagani[5].

[1]Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental. UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. priscillatojado@hotmail.com.
[2]Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. juliana.lobop@yahoo.com.br.
[3]Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. romulocv@yahoo.com.br.
[4]Graduando em Engenharia Química, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. saulodamm@hotmail.com.
[5]Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental. UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. biela1993@gmail.com.

RESUMO - O intenso processo de modernização na agropecuária acarreta a ampliação da demanda energética. Os biodigestores têm se destacado como alternativa para solucionar o abastecimento energético. Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a viabilidade do suprimento energético a partir da conversão energética do biogás gerado pela codigestão em biodigestor de propriedades rurais com diferentes tamanhos de rebanho. Para a produção de biogás, utilizaram-se biodigestores modelo indiano de bancada abastecidos com 1,7 kg de material de entrada (afluente) contendo 25:50:25 lodo de esgoto:dejeto de bovino:água (LE:DB:A). O cálculo da conversão energética foi baseado no potencial de produção de biogás ($m^3\ kg^{-1}$), quantidade média de dejetos produzidos por bovinos em propriedades rurais com 20, 40, 60, 80 e 100 cabeças de gado e equivalência de um metro cúbico de gás com eletricidade. A adoção de biodigestores em propriedades rurais para geração de energia elétrica gerou mensalmente entre 59 a 297 kWh. Em termos monetários, o retorno financeiro mensal variou entre R$ 33,53 a 167,67. Diante dos resultados obtidos, conclui-se a implantação de biodigestores visando a produção de biogás possibilita a redução da dependência do fornecimento elétrico por concessionárias e retorno econômico da propriedade rural a medida em que se aumenta o número de animais.
Palavras-chave: conversão energética, analise econômica, bovinocultura, ETE.

INTRODUÇÃO

O intenso processo de modernização na agropecuária acarreta a ampliação da demanda energética. Desta forma, a busca pela eficiência energética no campo e a redução de custos de produção, estimula o desenvolvimento de soluções tecnológicas que visam a substituição de fontes de origem fósseis por fontes limpas e renováveis.

Os biodigestores têm se destacado como alternativa para solucionar o abastecimento energético associado ao gerenciamento de resíduos, pois possibilitam

aproveitamento da biomassa provinda de rejeitos rurais, industriais e urbanos para geração de biogás (BUNDHOO et al., 2016; SALOMON & LORA, 2005).

A geração de energia elétrica em propriedades rurais pode ser feita pela queima do biogás em motores do ciclo Otto e diesel, devidamente adaptados, sendo considerada uma fonte energética limpa (CALZA et al., 2015).

Atualmente, tem-se a vantagem da adoção do Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), em que o excedente da energia elétrica gerada in loco pode ser repassado à concessionária. O consumidor tem o direito a utilização dos créditos por excedente de energia injetada na rede por 60 meses (BRASIL, 2018). A produção de energia elétrica gerada na própria propriedade acarreta na redução da dependência de combustíveis fósseis e das concessionárias locais (BUNDHOO et al., 2016; SALOMON & LORA, 2005).

Portanto, a análise econômica da utilização do biogás como fonte de energia elétrica é uma forma de incentivar políticas públicas que vissem a implantação de biodigestores no meio rural (WRESTA et al., 2015).

Neste contexto, objetivou-se avaliar a viabilidade do suprimento energético a partir da conversão energética do biogás gerado pela codigestão entre lodo de esgoto, dejeto bovino e água em biodigestor de propriedades rurais com diferentes tamanhos de rebanho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica - RJ, cujas coordenadas geográficas são: 22º 45' 33" S e 43º 41' 51" O. O clima da região é classificado como Aw segundo a classificação de Köppen e temperatura média anual de 24,5 ºC (CARVALHO et al., 2006).

Utilizaram-se como afluente lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Penha, pertencente à Companhia Estadual de Águas e Esgoto (Nova CEDAE), localizada no estado do Rio de Janeiro, o dejeto foi coletado na Bovinocultura de Leite da UFRRJ e água mineral. O lodo de esgoto foi coletado após os decantadores primários, da ETE Penha, e transferidos em recipientes de plásticos para o Laboratório de Eletrificação Rural e Energias Alternativas. Os dejetos de bovino foram coletados por meio de raspagem com pá de pedreiro, evitando-se a retirada de materiais estranhos (solo, pasto e pedra). Ressalta-se sistema convencional de produção na bovinocultura de leite da UFRRJ, em que os animais foram alimentados à base de pasto de *Brachiaria spp*

juntamente com ração comercial com 20% de proteína bruta, farelo de algodão, milho, soja e complementação com macronutrientes e micronutrientes.

No experimento foram utilizados biodigestores modelo indiano de bancada abastecidos com 1,7 kg de material de entrada (afluente) contendo 25:50:25 lodo de esgoto:dejeto de bovino:água (LE:DB:A).

O sistema de abastecimento ocorreu em batelada, ou seja, acondicionou-se o afluente, no biodigestor, apenas no início do experimento. O abastecimento dos biodigestores com o afluente ocorreu 24 h após sua coleta, a fim de evitar perda de biogás gerado devido ao precoce processo fermentativo. O tempo de retenção hidráulica foi de 82 dias (12 semanas).

O cálculo da conversão energética foi baseado no potencial de produção de biogás ($m^3\ kg^{-1}$), quantidade média de dejetos produzidos por bovinos em propriedades rurais com diferentes tamanhos de rebanho e equivalência de um metro cúbico de gás com eletricidade.

O potencial de produção de biogás foi calculado utilizando-se a produção acumulada atingida na 11ª semana e a quantidade de material de entrada adicionado nos biodigestores, totalizando em 0,014 $m^3\ kg^{-1}$. Os valores de produção acumulada foram utilizados se baseando no trabalho realizado por Santos (2018).

Para determinar a produção acumulada calculou-se o volume de biogás produzido por meio do produto do deslocamento vertical do gasômetro por sua área da seção transversal interna durante TRH. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm e 20 ^oC foi efetuada com base no trabalho realizado por Matos et al. (2017), no qual, pelo fator de compressibilidade, o biogás apresenta comportamento próximo ao ideal. Para a correção do volume de biogás utilizou-se a expressão resultante da combinação das leis de Boyle e Gay-Lussac (Equação 5).

$$\frac{V0\times P0}{T0} = \frac{V1\times P1}{T1} \frac{V0\times P0}{T0} = \frac{V1\times P1}{T1} \quad (1)$$

Em que:

- V_0 - Volume de biogás corrigido, m^3;
- P_0 - Pressão corrigida do biogás, 10.322,72 mm de H_2O;
- T_0 - Temperatura corrigida do biogás, 293,15 K;
- V_1 - Volume do gás no gasômetro, m^3;

P_1 - Pressão do biogás no instante da leitura, mm de H_2O; e

T_1 - Temperatura do biogás, em K, no instante da leitura.

Considerando-se a pressão atmosférica de Seropédica igual a 10290,90 mm de coluna d'água e pressão média conferida nos manômetros em mm de água, obteve-se, como resultado, a seguinte expressão para a correção do volume de biogás (Equação 6).

$$V0 = \frac{V1}{T1} \times 293{,}9283 \quad (2)$$

Para quantidade média de dejetos foi adotado 20, 40, 60, 80 e 100 bovinos leiteiros com produção de dejetos 15 kg (animal dia)$^{-1}$ (BARRERA, 1993). Levando em consideração as proporções de 25% de lodo de esgoto e 25% de água adicionados ao material de entrada. Sabendo-se o potencial de produção acumulada de biogás e a quantidade média de dejetos produzidos, foi determinada a produção de biogás gerado pela Equação 7.

$$PB = PPB \text{ X } QD \quad (3)$$

Em que:

PB - Produção de Biogás, m³;

PAB - Potencial de Produção Acumulada de Biogás, m³ kg^{-1};

QD - Quantidade de Dejetos, kg.

Avaliou-se a equivalência energética do biogás em relação a eletricidade, em que um metro cúbico equivale a 1,43 kWh, segundo Barrera (1993).

Sabendo-se a equivalência de biogás para cada combustível, foi estimada a conversão energética para cada combustível pela Equação 4.

$$CE = PPB \text{ X } EQB \quad (4)$$

Em que:

CE - Conversão energética, m³;

PPB - Potencial de produção de biogás, m³ kg^{-1};

EQB - Equivalência de 1 m³ de biogás.

Em seguida, o resultado foi comparado a demanda energética da Bovinocultura de Leite da UFRRJ, conforme reportado por Damm et al. (2018). O setor de bovinocultura leiteira possui 122 animais sendo 55 vacas, 45 vacas leiteiras, 20 bezerros e 2 novilhos. O consumo energético total do setor foi calculado por meio do levantamento dos equipamentos elétricos da propriedade, potência requerida e o tempo diário de funcionamento (Tabela 1).

Tabela 1. Demanda energética da Bovinocultura de Leite da UFRRJ

Aparelho	Quantidade	Tempo de utilização (h)	Frequência de uso (dias/mês)	Potência (W)	Consumo mensal (kWh/mês)
Computador	1	8	20	63	10
Notebook	1	4	20	20	2
Friogobar	1	24	30	26	19
Freezer	1	24	30	73	53
Aquecedor de água	1	4	30	2.000	240
Ordenhadeira	1	4	30	1.471	176
Ventilador	4	16	30	65	31
Geladeira	1	24	30	75	54
Bebedouro	1	8	30	105	25
Lâmpada fluorescente	20	4	30	40	96
Lâmpada Refletora	3	14	30	75	94
Consumo total mensal da propriedade (kWh mês^{-1})					**801**

Fonte: Damm et al. (2018)

Para o cálculo da economia energética, considerou-se 0,56450 R$ kWh^{-1} para propriedades rurais localizadas no Rio de Janeiro com consumo até 300 kWh (LIGHT, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados de potencial acumulado e quantidade de dejetos produção de dejetos, foram calculados a produção de biogás. Na Tabela 2 apresenta-se os resultados de produção de biogás referentes ao acumulado até 11ª semana de biodigestão anaeróbica, isto é, quando se inicia a produção constante de biogás.

Tabela 2. Estimativa da produção de (PB) para diferentes quantidades de animais

Quantidade de animais	Quantidade de matéria orgânica (kg)	Produção de biogás (m^3)
20	600	10
40	1200	19
60	1800	29
80	2400	38
100	3000	48

Para o biogás com destino ao consumo em uma bovinocultura, verificou-se que na 11ª semana o fornecimento de biogás varia de acordo com o número de animais na propriedade (Tabela 2). Ao calcular a quantidade de eletricidade gerada referente a produção acumulada de biogás na 11ª semana, adoção de biodigestores em propriedades rurais iria gerar 14, 27, 41, 55 e 69 kWh, respectivamente, para propriedade com 20, 40, 60, 80 e 100 cabeças de gado. Em termos monetários na 11ª primeira semana, considerando a tarifa de baixa tensão para classe de consumo rural de R$ kWh^{-1} 0,56450 aplicada pela distribuidora de energia elétrica do Rio de Janeiro Light (LIGHT, 2018), seria um retorno financeiro variando entre R$ 7,74 para 20 animais a R$ 38,69 a 100 para animais.

Apresenta-se na Tabela 3 a geração de energia elétrica e a economia mensal pela utilização do biogás.

Tabela 3. Potencial utilização do biogás para geração de eletricidade elétrica e o retorno financeiro mensal pela utilização do biogás mensal.

Quantidade de animais	Eletricidade mensal (kWh)	Retorno Financeiro (R$ $mês^{-1}$)
20	59	33,53
40	119	67,07
60	178	100,60
80	238	134,14
100	297	167,67

Para o biogás com destino ao abastecimento de eletricidade em setores de produção como a bovinocultura apresentada por Damm et al. (2018), verificou-se que a produção de biogás pode tornar o setor de bovinocultura autossuficiente a medida em que se

 ISBN: 978-85-66836-24-0

aumenta o número de animais. Para tal, torna-se necessário um planejamento energético visando analisar a demanda energética que deverá ser atendida prioritariamente.

Para a propriedade contendo 20 animais, em que houve menor produção de biogás, a estratégia seria utilizar o biogás a fim de suprir a demanda pelos aparelhos ou conjuntos que consomem energia até 59 kW de grande utilidade para o manejo das atividades, como o freezer ou geladeira. Ao analisar o retorno econômico, o custo mensal da utilização do freezer e da geladeira conforme o manejo de utilização apresentado por Damm et al. (2018) na Tabela 1 seria de R$ 29,86 e 30,37, respectivamente. Dessa forma, a adoção do biodigestor na propriedade contendo apenas 20 animais teria um saldo positivo ao suprir a demanda desses equipamentos.

Ainda, o aproveitamento do biogás para geração de energia térmica a fim de utilizar em aquecimentos de água e cocção. Ressalta-se que o maior consumo mensal consiste no aquecedor de água, sendo de 240 kWh $mês^{-1}$ (Tabela 1).

Embora a propriedade contendo 100 animais não atenda toda demanda energética, pode-se utilizar o biogás para suprir os aparelhos de maior consumo energético e econômico mensal para o funcionamento do setor, como o aquecedor de água ou ordenhadeira (Tabela 1). Observa-se retorno financeiro ao suprir tanto o aquecedor de água ou ordenhadeira, uma vez que seu custo mensal foi de R$ 135,48 e 149,42, respectivamente. Ao analisar essa diferença anualmente, tem-se economia de R$ 1.625,76 para aquecedor de água e R$ 1.793,04 para ordenhaderira.

CONCLUSÃO

Conclui-se que, a implantação de biodigestores visando a geração de energia elétrica a partir do biogás possibilita a redução da dependência do fornecimento elétrico por concessionárias na propriedade a medida em que se aumenta o número de animais, possibilitando o desenvolvimento sustentável da atividade por meio do descarte adequado dos resíduos e ganhos econômicos ao produtor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGGRÁFICAS

BARRERA, P. Biodigestores - Energia, Fertilidade e Saneamento para Zona Rural. São Paulo: Ícone, 1993.

BRASIL. Novas regras para geração distribuída entram em vigor a partir de hoje. Disponível em: http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticas Acesso em: 23 de dezembro de 2018.

BUNDHOO, Z.M.A.; MAUTHOOR, S.; MOHEE, R. Potential of biogas production from biomass and waste materials in the Small Island Developing State of Mauritius. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 56, p. 1087-1100, 2016.

CALZA, L.F.; LIMA, C.B.; NOGUEIRA, C.E.C.; SIQUEIRA, J.A.C., SANTOS, R.F. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. Revista Engenharia Agrícola, v.35, n.6, p.990-997, 2015.

CARVALHO, T.; ANTUNES, M.N. Créditos de carbono e geração de energia com uso de biodigestores no tratamento de dejetos suínos. Revista Acadêmica Ciência Animal, v.4, n.3, p. 23-32, 2006.

DAMM, S.E.G.A.; PAES, J.L.; QUEIROZ, C.K.; SANTOS, P.P.A.V.; RAMOS, V.A. potencial energético do setor de bovinocultura de leite da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2018, Maceió. Anais do Contecc 2018, Ano 5, v. 1.

ESPERANCINI, M.S.T.; COLEN, F.; BUENO, O.C.; PIMENTEL, A.E.B.; SIMON, E.J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. Engenharia Agrícola, v. 27, n. 1, p. 110-118, 2007.

LIGHT. Composição da tarifa. Disponível em: http://www.light.com.br/para-residencias/SuaConta/composicao-da-tarifa.aspx Acesso em: 22 de DEZ de 2018.

MATOS, C.F.; PAES, J.L.; PINHEIRO, E.F.M.; CAMPOS D.V.B. Biogas production from dairy cattle manure, under organic and conventional production systems. Engenharia Agrícola, v. 37, p. 1081-1090, 2017.

SALOMON, K.R.; LORA, E.E.S. Estimativa do potencial de geração de energia elétrica para diferentes fontes de biogás no Brasil. Biomassa & Energia, v. 2, n. 1, p. 57 – 67, 2005.

SANTOS, P.T. Avaliação da codigestão entre lodo de esgoto, dejeto bovino e água em biodigestor. 2018. 39 fl. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrícola e Ambiental, Energia na Agricultura). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Seropédica.

WRESTA, A.; ANDRIANI, D.; SAEPUDIN, A.; SUDIBYO, H. Economic analysis of cow manure biogas as energy source for electricity power generation in small scale ranch. Energy Procedia, v. 68, p. 122 – 131, 2015.

ANÁLISE DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE RAÇA BALINESA EM TRÊS DISTRITOS DE TIMOR LESTE

Flaviano Samalelo Soares[1], Vasco Fitas da Cruz[2]

[1]Programa de Estudos de Doutoramento em Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade de Évora, Portugal.
[2]Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânica – Universidade de Èvora
samaleloflaviano@yahoo.com, flavianosamares88@gmail.com

Resumo - Visando dar um contributo sobre o uso pastagens naturais no sistema de produção de bovinos de raça Balinesa realizou-se um estudo em três distritos em Timor Leste, durante a estação das chuvas (início de março até o final de abril de 2018). Os locais estudados localizaram-se no distrito de Lautem (zona leste), no distrito de Bobonaro (Zona Oeste) e no distrito de Manufahi localizado na zona sul da ilha. O estudo foi conduzido durante dois meses com os animais liberados no pasto livremente, sendo utilizados um total de 60 animais machos de raça Balinesa. Os animais foram pesados no início e no fim do experimento. O resultado mostrou que o ganho corporal variou entre 140 e 300gr / dia. A condição corporal variou entre 2 e 5 pontos.
Palavra-chave: bovino de carne, Timor Leste, pastagem natural, condição corporal, ganho de peso.

INTRODUÇÃO

A produção pecuária, especialmente a de bovinos de raça Balinesa, é muito importante em Timor-Leste (TL), pois é a principal fonte de carne para o povo de Timor-Leste, principalmente para aqueles que vivem em áreas rurais e áreas remotas. No setor pecuário, o bovino balinês fornece insumos diretamente aos agricultores de maneira autossuficiente e contribui com 4% para o PIB - Produto Interno Bruto (Varela, 2014).

No distrito de Lautem contam-se 24.884 bovinos de raça Balinesa numa área de pasto de 39.994 ha, em Bobonaro existem 37.052 animais numa área de pastagem de 18.061 ha, e em Manufahi a população animal de 33.525 animais em 34.339 ha de pastagem natural (MAP-Timor Leste, 2018).

A produção de bovinos em Timor-Leste sofre com baixa quantidade e qualidade da pastagem disponível o que faz a produção não seja ótima. O sistema tradicional de subsistência onde o sistema de alimentação que não é suficiente para atender às necessidades dos animais, especialmente na estação seca, faz com que o gado sofra de desnutrição, o que acaba resultando na morte do bovino (Soares et al., 2008).

Existe também alguma variabilidade, entre distritos, na produção de pastagem quer devido a aspectos edafo-climáticos quer a aspectos sociais e culturais. Os maiores obstáculos ao desenvolvimento da criação são os seguintes; (1) variação de um agricultor para outro, com esta situação é difícil de fornecer assistências e recomendações e padrão de alimentação acordo com cada condição, (2) genética de gado bali que não é controlada pela existindo endogamia há muito tempo, (3) instalação com condições agrícolas tradicionais no nível dos agricultores, (4) condições ambientais, especialmente na estação seca, onde a grama e água são difíceis de obter ou não estão disponíveis, (6) práticas de agricultura de subsistência para o manejo de criação do bovino balinês (UNTL-MAP, 2017)

Este estudo visa pretende dar um contributo sobre o uso pastagens naturais que são a principal fonte de alimento dos animais neste sistema de produção, nomeadamente como é que estas podem ser usadas de uma forma eficiente para que os animais possam manter a sua condição corporal.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três distritos de Timor Leste, a saber, o distrito de Lautem (zona leste), o distrito de Bobonaro (Zona Oeste) e o distrito de Manufahi localizado na zona sul da ilha.

O este estudo foi realizado em duas etapas: (1) Visitas preliminares entrevistando os agricultores para obter informações primárias acerca do sistema de criação de bovino balinês, (2) Acompanhamento da engorda de bovinos em pastagem natural por 60 dias, pesando duas vezes de gado, no inicio e final do estudo para obter a velocidade de crescimento do peso (VCP), fazendo a observação e contagem condição corporal (CC) do bovino (Soares et al., 2011.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo indicam que nos três distritos existe quantidade suficiente de pastagem natural para alimentar, em quantidade os animais (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidade total de pastagem nos três distritos analisados

Lautem	Kg/ha	Bobonaro	Kg/ha	Manufahi	Kg/ha
Estação Chuvosa	13.500	Estacão Chuvosa	14.200	Estação Chuvosa	14.000
Estação Seca	1.568	Estacão Seca	1.882	Estacão Seca	1.946

No entanto os agricultores ainda criam o gado balinês de uma forma de subsistência que ainda segue as tradições de seus predecessores. Os agricultores têm menos de 10 cabeças de bovino por família e estes estão espalhados nas áreas rurais de forma irregular.

Os agricultores têm conhecimento insuficiente sobre a manutenção do gado balinês, desconhecendo técnicas de alimentação, de controle sanitário e de reprodução, não havendo registo de dados produtivos.

De acordo com a Tabela 2, pode-se verificar que a condição corporal dos animais foi, no geral, mais elevada em Lautem do que em Bobonaro e em Manufahi, sendo também neste distrito onde se verificou maior velocidade de crescimento.

Tabela 2. Dados de manejo de bovino balinês nos três distritos (Lautem- LB, Bobonaro-BB e Manufahi-MB)

ID	CC	VCP (gr)	ID	CC	VCP (gr)	ID	CC	VCP (gr)
Lautem			Bobonaro			Manufahi		
LB-1	4	150	BB-1	3	250	MB-1	3	200
LB-2	3	220	BB-2	3	270	MB-2	4	150
LB-3	3	220	BB-3	2.5	180	MB-3	4	140
LB-4	2.5	180	BB-4	3	250	MB-4	4	220
LB-5	2	150	BB-5	2.5	160	MB-5	5	160
LB-6	4	150	BB-6	3	280	MB-6	2.5	140
LB-7	4	200	BB-7	2	200	MB-7	3	155
LB-8	3	250	BB-8	2.5	260	MB-8	4	160
LB-9	5	250	BB-9	2.5	180	MB-9	4	230
LB-10	4	300	BB-10	2.5	210	MB-10	4.5	162
LB-11	4	150	BB-11	2.5	160	MB-11	5	240
LB-12	4	160	BB-12	4.5	220	MB-12	3	180
LB-13	3	280	BB-13	4	260	MB-13	3	210
LB-14	3	200	BB-14	5	230	MB-14	2.5	200
LB-15	5	220	BB-15	2	160	MB-15	3	180
LB-16	3	160	BB-16	5	150	MB-16	3	230
LB-17	4	230	BB-17	5	150	MB-17	3	220
LB-18	2	210	BB-18	3	210	MB-18	3	170
LB-19	3	200	BB-19	3	210	MB-19	2.5	160
LB-20	5	250	BB-20	5	270	MB-20	2	150
Max	5	300	Max	5	280	Max	5	240
Med	3,58	206,5	Med	3,5	213	Med	3,5	182,85
Min	2	150	Min	2	150	Min	2	140

Notas: ID: identificação do bovino, CC: condição corporal, VCP: velocidade crescimento de peso

CONCLUSÕES

Do estudo retiraram-se as seguintes conclusões preliminares:

1. As ervas do campo em três distritos são adequadas de produção durante a estação chuva
2. O sistema de produção bovino berlinês em Timor Leste ainda é de subsistência
3. Verifica-se uma correlação entre o crescimento e a condição corporal dos animais e a quantidade de erva disponível nas pastagens.
4. Existe um enorme potencial de introdução de melhoria neste sistema de produção o qual poderá melhorar significativamente a sua eficiência.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Direção Nacional de Pecuária, Ministério Agricultura e Pescas (MAP) de Timor Leste, 2017. Avenida de Lisboa, Dili, Timor Leste.

Direção Nacional de Pecuária, Ministério de Agricultura e Pescas (MAP) Timor Leste, 2018. Avenida Presidente Nicolau Lobato, Comoro, Dili, Timor Leste.

Soares, F.S., 2008, The use of Near Infrared Reflectance Spectroscopy and Chemical Analysis to Monitor Beef Cattle Production

Soares F. S. and G. McL. Dryden1, 2011. A Body Condition Scoring for Bali Cattle, Faculty of Agriculture, Universidade Nacional de Timor Leste, Avenida Cidade de Lisboa, Dili, Timor Leste

Varela, C. C.; 2014. "Análise do Custo de Abate e Comercialização da Carne de Vaca no Distrito de Díli, Timor Leste" Dissertação de Mestrado em Economia e Gestão para Negócios, Universidade Nacional Timor Lorosa'e.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

RESPOSTAS TERMORREGULATÓRIAS EM BUFALINHOS DURANTE O OUTONO

Kelly Botigeli Sevegnani[1], Andrews Sanchez Latorre[2], Silvia Helena Modenese-Gorla da Silva[1]

[1]Docentes da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/UNESP, Câmpus de Registro (CERe), Registro-SP. botigeli.sevegnani@unesp.br
[2] Engenheiro Agrônomo, UNESP/CERe

RESUMO - Os búfalos são animais naturalmente sensíveis à radiação solar e se comparado aos bovinos, possuem um sistema de regulação de temperatura relativamente ineficiente pois possuem pouco pelame, epiderme escura e grossa e baixa densidade de glândulas sudoríparas, tornando-os mais vulneráveis aos fatores ambientais, como a temperatura ambiental (Ta) e umidade relativa (UR). O objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas termorregulatórias em bufalinhos, durante o outono na região do Vale do Ribeira/SP. O experimento foi realizado utilizando-se 20 animais, machos e fêmeas, com idade média de seis meses. Foram coletados dados climáticos (Temperatura do ar, Umidade Relativa e Velocidade do vento) e dados fisiológicos (Temperatura Média da Pele (TMP) e Frequência Respiratória (FR)) no interior do bezerreiro. Os dados foram analisados através de técnicas de aprendizado de máquina, utilizando-se regressão linear simples. Os resultados mostraram que a TMP teve uma maior correlação com as variáveis ambientais se comparado à FR, sendo que esta última apresentou uma maior oscilação em relação à TMP. A TMP e FR se elevaram quando o ambiente apresentou maior Ta e UR, porém tais valores não atingiram níveis críticos de estresse térmico, causando assim apenas um desconforto aos animais.
Palavras-chave: bubalinocultura, estresse térmico, frequência respiratória, temperatura da pele.

INTRODUÇÃO

O búfalo é mais sensível à radiação solar do que os bovinos, por possuir como característica da espécie coloração de pele negra, levando a elevada absorção de calor, quando exposto diretamente aos raios solares, glândulas sudoríparas menores e grossa camada da epiderme, levando a uma dificuldade na perda de calor por transpiração, condução e radiação, respectivamente. Esse estresse térmico pode gerar diversas alterações fisiológicas e comportamentais no animal, fazendo com que o mesmo perca peso devido à falta de alimentação e aceleração de processos para que tente controlar a temperatura corporal. Contudo, os búfalos são adaptados ao ambiente quente e úmido, sendo atribuída essa adaptabilidade à sua natureza semiaquática, reduzindo assim os efeitos do calor (SEVEGNANI et al., 2016).

Uma das maiores dificuldades em estudar esse animal na região do Vale do Ribeira e no Brasil é a escassez de trabalhos científicos referentes ao conforto animal e estresse térmico, identificando assim problemas e diferenças entre os búfalos e bovinos, principalmente na fase jovem, fazendo com que muitos produtores façam o manejo desses animais como bovinos. Visto que são de outra espécie, devem receber outro tipo de manejo e cuidados. Com isso, a pesquisa científica, aliada à experiência prática dos criadores, deve ser levada em conta para desenvolver e difundir a bubalinocultura, expandindo assim a cadeia produtiva, não apenas em números, mas também em qualidade e produtividade. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar as respostas termorregulatórias em bufalinhos no período de outono, através das variações na frequência respiratória e na temperatura de pele em relação às variáveis ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado nas instalações da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento (UPD) do Pólo Regional da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios do Vale do Ribeira (APTA), em Registro, SP, localizada nas coordenadas de 24º 26’ 15” Sul e 47º 48’ 45” Oeste, com altitude média de 40m, clima tropical chuvoso, sem estação seca de inverno, do tipo Af, segundo a classificação de Köeppen (8).

Foram selecionados 20 bufalinhos da raça Murrah, sendo 10 machos e 10 fêmeas, com idade média de seis meses. Os animas permaneciam no bezerreiro a partir das 8:00 horas da manhã, até às 13:00 horas, suplementação de volumoso e sal mineral no cocho e água limpa e fresca à vontade.

O bezerreiro consistia em uma estrutura com cobertura de telhas de fibrocimento em duas águas, pé direito de 2,7 metros, com aberturas nas paredes de 1,6 m de altura e piso em concreto com cocho de alvenaria ao longo de um dos lados.

Foram coletadas a Temperatura média da pele - TMP (°C), utilizando-se de um termômetro de raio infravermelho com mira a laser, com emissividade ajustada de 0,98 (valor adequado para materiais biológicos). As temperaturas foram coletadas em cincos pontos, sendo eles: 1) Temperatura do chanfro - TC, 2) temperatura do pernil dianteiro - TPD, 3) temperatura do pernil traseiro – TPD, 4) temperatura da “tábua” do pescoço - TP e 5) temperatura da orelha – TO. A temperatura do corpo não é homogênea e varia de

acordo com a região anatômica, em razão das diferenças nas atividades metabólicas dos diversos tecidos (

A TMP foi calculada segundo a equação 1, de acordo com .

$$TMP = \frac{(TC++TP+TPD+TPT)}{5} \quad (1)$$

A Frequência Respiratória (FR) foi aferida utilizando-se um cronômetro simples, contabilizando a movimentação do flanco direito do animal, durante um período de 30 segundos, multiplicando o valor por dois, obtendo a FR por minuto. A frequência respiratória é definida como o número de ciclos ou o número de respirações a cada minuto (.

As variáveis fisiológicas foram coletadas dentro do bezerreiro, no período da manhã, uma vez ao dia, durante um período de 10 dias.

As variáveis ambientais temperatura do ar, velocidade do vento e umidade relativa foram obtidas através do banco de dados da estação meteorológica automática do Campus Experimental de Registro da UNESP. Foram considerados os dados em intervalos de cinco minutos, durante os horários de 11h00min às 13h00min (horário das coletas).

Para a análise estatística, foi realizado o método da regressão linear simples, através de técnicas de aprendizado de máquina. Todos os procedimentos estatísticos realizados utilizaram o programa Waikato Environment for Knowledge Analysis - WEKA (WITTEN e FRANK, 1999), o qual possui domínio público. Os resultados foram obtidos utilizando 10-*fold cross validation* (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**Para os modelos de regressão múltipla, as variáveis foram selecionadas de acordo com o critério de Akaike (ARNOLD et al., 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os valores mínimos, máximos e médios para as variáveis ambientais e fisiológicas.

Tabela 13. Valores mínimos, máximos e médios das variáveis coletadas.

Estatistica	Ta (°C)	Vv (km/h)	UR (%)	TMP (°C)	FR (mov/min)
Minimo	20,48	2,42	59,65	28,56	14
Máximo	29,44	10,62	91,98	34,24	60
Média	25,71	6,11	71,13	31,06	26,26
Desvio Padrão	2,69	2,72	10,06	1,32	7,26

A FR variou de 14 a 60 mov·min^{-1}, tendo uma média de 26 mov·min^{-1}, valor abaixo da referencia para búfalos jovens, cujo parâmetro é de 29 mov·min^{-1} (.

A TMP apresentou uma variação de 28,56°C a 34,24°C, com uma média de 31,06°C. Os valores ficaram abaixo dos relatados por Azevedo et al. (2005), Santos et al. (2005) e Costa (2007), cujos valores relatados foram 40°C para bubalinos adultos, 35,6 ± 3,2 °C para bezerros bovinos e 37,88°C para bubalinos criados em clima seco e subúmido, no nordeste brasileiro, respectivamente.

A velocidade do vento apresentou valores que variaram entre 2,42 a 10,62 km·h^{-1}, com uma média de 6,11 km·h^{-1} na estação meteorológica, em condições de campo aberto. No bezerreiro, a presença de paredes a 1,60m de altura serviram de barreira para entrada de vento por toda a estrutura, não sendo verificada influência no animal.

Os valores de Ta variaram entre 20,48°C e 29,44°C (Tabela 1), indicando assim que houve momentos de desconforto térmico. Guimarães et al. (2001) concluíram em seu trabalho que bufalinhos não sofreram hipertermia em temperaturas ambientes variando de 26,2 a 32,9°C.

A UR elevada é um fator dificultante para a dispersão do calor corporal pelo animal, pois a taxa de troca de umidade através da respiração e da sudação diminui. A perda de calor latente (evaporação) depende da porcentagem de umidade relativa do ar. As taxas de UR variaram entre 59,65% a 91,98% (Tabela 1), com uma média de 71,13%, com isso pode-se observar um alto valor de UR, junto com temperaturas acima da faixa ideal para produção de búfalos, dificultando assim a dissipação de calor. Alta umidade relativa do ar reduz a evaporação, diminui a capacidade de arrefecimento de vacas e a temperatura corporal sobe **Erro! Fonte de referência não encontrada.Erro! Fonte de referência não encontrada.**.

Tabela 2. Modelos de regressão mensurados a partir das variáveis ambientais e fisiológicas.

Variável	Equação de regressão	Coeficiente de correlação (r)
FR	FR = 1.1998 * TA + 1.977 * VV + 0.1077 * UR + 1.5476 * TMP +-63.6809	0,57
FR	FR = 1.7096 * TA + 1.9132 * VV + 0.1806 * UR + -33.793	0,52
FR	FR = 2.67 * TMP - 56.58	0,47
FR	FR= 1.22 * TA - 5.05	0,44
TMP	TMP = 0.26 * TA + 24.48	0,50
TMP	TMP = 0.2688 * TA + 0.0387 * UR + 0.0419 * FR + 20.2974	0,62
TMP	TMP = 0.3332 * TA + 0.0468 * UR + 19.1665	0,60

A Tabela 2 mostra os modelos de regressão estimados em função das variáveis ambientais e fisiológicas. A frequência respiratória é um fator de maior vulnerabilidade a ambientes externos em comparação à temperatura média da pele. É um excelente indicador de estresse, mas deve ser cuidadosamente interpretada por estar sujeita a variações intrínsecas e extrínsecas ().

Das et al. (2016) afirma que na questão da perda de calor pelo animal para o ambiente, os mecanismos não evaporativos de condução, convecção e irradiação, e os mecanismos evaporativos de respiração e sudação tornam-se ineficientes em condição ambiental de elevada UR.

As figuras 1, 2 e 3 demonstram que Ta, UR e FR estiveram correlacionados positivamente com a TMP, sendo maior a TMP em função das três variáveis em conjunto.

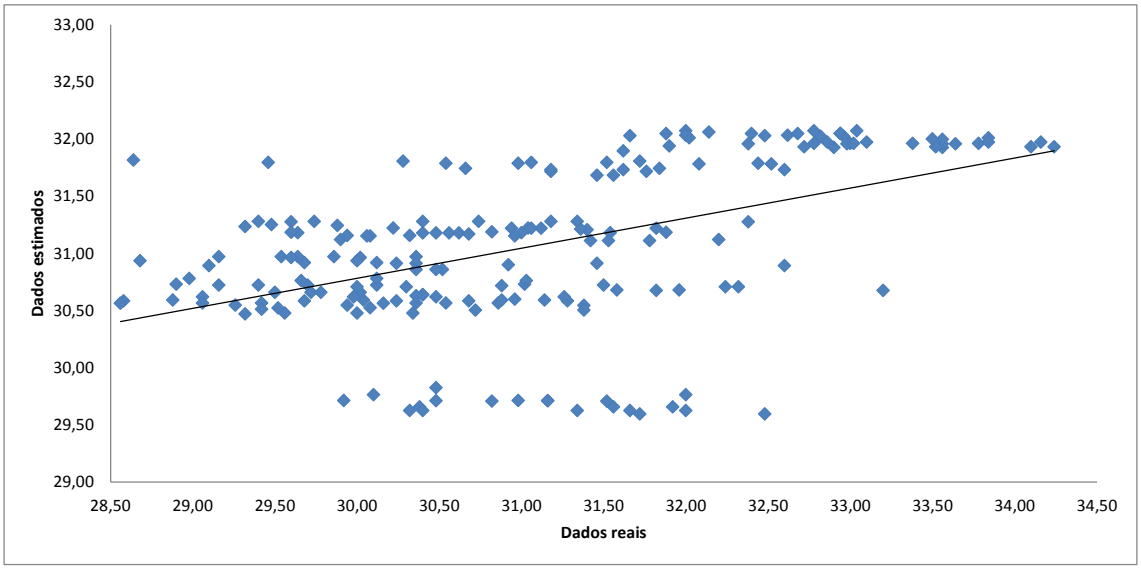


Figura 1. Correlação entre os valores reais e estimados a partir da Temperatura média da pele em função da Temperatura ambiente.

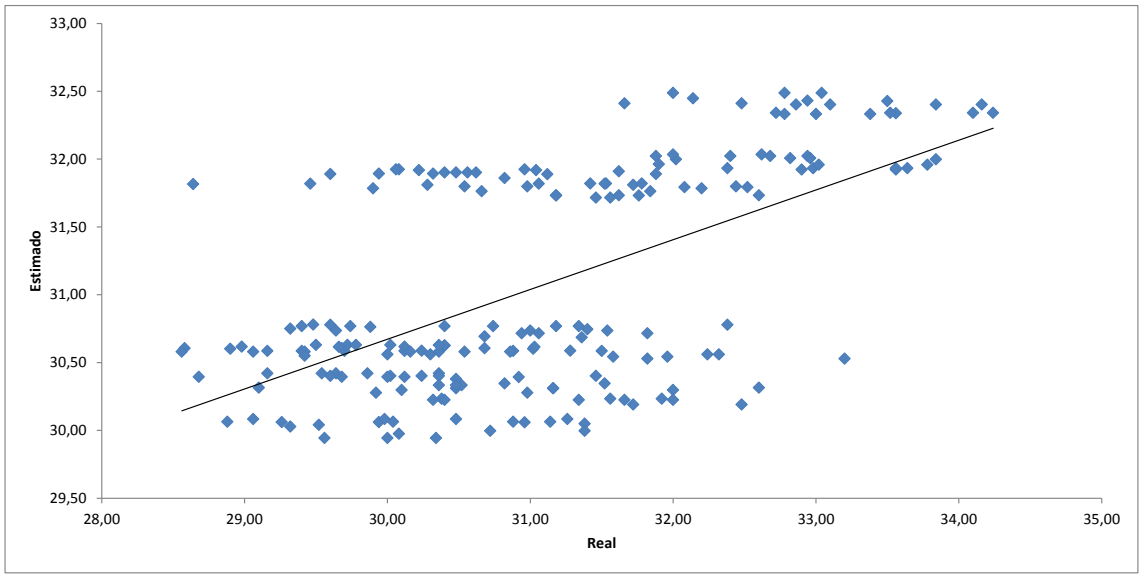


Figura 2. Correlação entre os valores reais e estimados a partir da Temperatura média da pele em função da Temperatura ambiente, umidade relativa do ar.

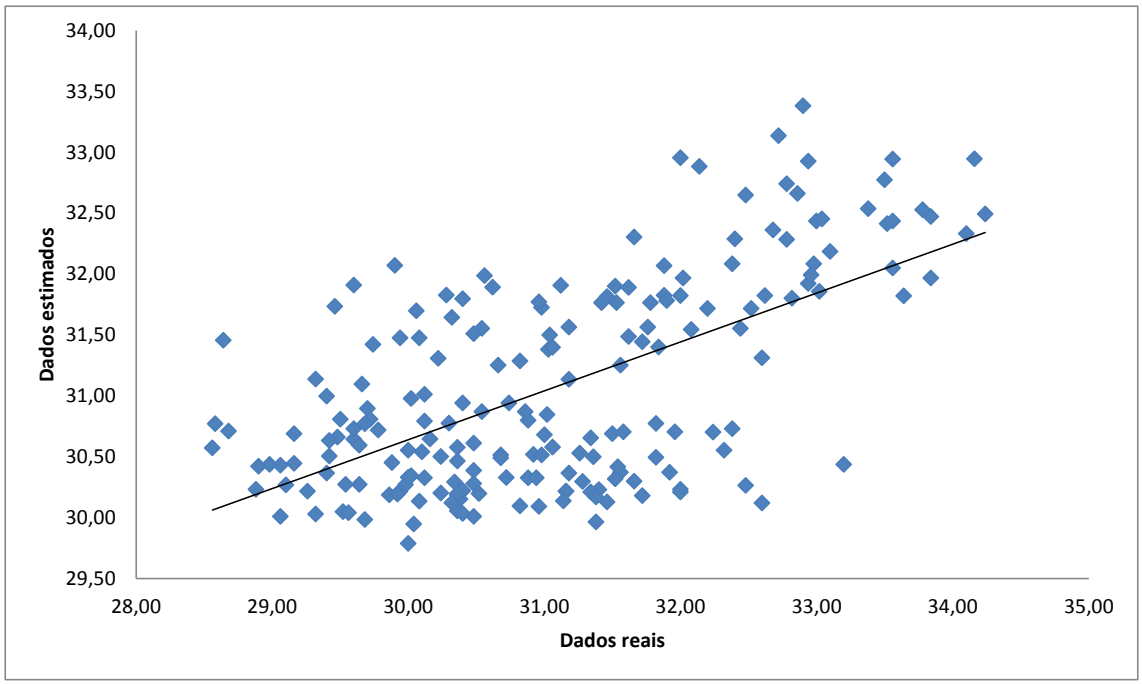


Figura 3. Correlação entre os valores reais e estimados a partir da Temperatura média da pele em função da temperatura média do ar, umidade relativa do ar e frequência respiratória.

Tal correlação foi observada também por , que relataram que o conforto térmico animal sofre interferência da temperatura do ar, principalmente quando associada à alta umidade do ar.

Segundo Marchesini et al. (2001), em condições de altas temperaturas, os bubalinos apresentam aumento na temperatura corporal, frequência respiratória e cardíaca. O aumento do calor corporal, influenciado por temperaturas elevadas, associadas com a radiação solar intensa, promove a elevação da frequência respiratória ().

Bufalinhos jovens são particularmente vulneráveis à exposição contínua a um ambiente quente, aumentando assim a temperatura retal, frequência cardíaca e frequência respiratória (DAS et al., 1999).

Segundo Oliveira et al. (2014), A temperatura da superfície corporal está diretamente relacionada às condições ambientais de umidade, temperatura do ar e vento, e das condições fisiológicas, mostrando assim que existe uma correlação entre a TMP e as outras variáveis fisiológicas e as variáveis ambientais, como citado por **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, indicando que a temperatura da superfície da pele sofre influencia da temperatura ambiente, umidade, radiação solar e vento e, também devido a fatores fisiológicos como vasodilatação periférica, perspiração insensível e sudação.

, ao avaliarem os efeitos da radiação solar direta sobre a temperatura de superfície corporal, da temperatura retal e frequência respiratória concluíram que o aumento da exposição à radiação solar altera a temperatura de superfície em todas as regiões estudadas, confirmando ainda mais a correlação entre tais indicadores.

A correlação entre a FR e a Ta também foi afirmada por , no qual verificaram que para manter a temperatura média da pele a níveis normais, quando altas temperaturas do ar causam desconforto, os animais têm a FR elevada.

De Andrade Pantoja, et al. (2018) verificou elevação da FR através da associação de altas Ta com altas UR para dissipar o calor da pele, diminuindo assim a TMP, devido a essa combinação dificultar as trocas térmicas por evaporação.

CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos neste trabalho, para o clima do vale do Ribeira, durante o outono, os bufalinhos não apresentaram estresse térmico.

As variáveis fisiológicas apresentaram uma correlação positiva com as variáveis ambientais, principalmente a TMP, tendo uma maior resposta quando correlacionada com a Ta, UR e FR.

A FR apresentou uma maior oscilação em relação à TMP.

A TMP e FR se elevaram quando o ambiente apresentou maior Ta e UR, porém tais valores não atingiram níveis críticos de estresse térmico, causando assim apenas um desconforto aos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNOLD, T. W. Uninformative parameters and model selection using Akaike's Information Criterion. **The Journal of Wildlife Management**, v. 74, n. 6, p. 1175-1178, 2010.

AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. Á.; SATURNINO, H. M.; LANA, Â. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L, E. Estimation of upper critical levels of the temperature-humidity index for $1/21/2$, $3/43/4$ e $7/87/8$ lactating Holstein-Zebu dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, 2005.

CEPAGRI. Clima dos Municípios Paulistas: Registro. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_480.html>. Acesso em: 21 dez. 2018.

COSTA, L. A. B. **Índices de conforto térmico e adaptabilidade de fêmeas bubalinas em pastejo no agreste de Pernambuco**. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2007.

DAMASCENO, F. A.; VIANA, J. M.; TINÔCO, I. F. F.; GOMES, R. C. C.; SCHIASSI, L. Adaptação de bubalinos ao ambiente tropical. **Nutritime**, v. 7, n. 5, p. 1370-1381, 2010

DAS, S. K.; UPADHYAY, R. C.; MADAN, M. L. Heat stress in Murrah buffalo calves. **Livestock Production Science**, v. 61, p. 71-78, 1999.

DAS, R. et al. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. **Veterinary world**, v. 9, n. 3, p. 260, 2016.

FAO. **The buffalo**. 4. Brasília: Ministério da Agricultura, São Paulo, Associação Brasileira de Criados de Búfalos, 1991. 320 p.

MAGALHÃES, K.; TOWNSEND, C. R.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A. Determination of cattle and buffaloes heat tolerance on the humid tropics. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 4., Ribeirão Preto. **Anais…** Ribeirão Preto: FAPESP, 2006. 6 p.

MARAI, I. F. M.; DAADER, A. H.; SOLIMAN, A. M.; EL-MENSHAWY, S. M. S. Non-genetic factors affecting growth and reproduction traits of buffaloes under dry management housing (in sub-tropical environment) in Egypt**. Livestock Research for Rural Development**, v. 29, n. 3, 2009.

MARCHESINI, G. D. et al. Estudo da correlação entre temperatura ambiente e variáveis fisiológicas de bubalinos criados no litoral do estado do Paraná. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 3., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Biometeorologia/Gnosis, 2001. CD-ROM.

MICHALSKI, R. S.; CARBONELL, J. G.; MITCHELL, T. M. (Ed.). **Machine learning: An artificial intelligence approach**. Springer Science & Business Media, 2013.

DE ANDRADE PANTOJA, M. H. et al. Respostas fisiológicas e adaptabilidade de bubalinos ao clima equatorial amazônico. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 16, p. 1-7, 2018.

MORAES JÚNIOR, R. J.; GARCIA, A. R.; DOS SANTOS, N. F. A.; NAHÚM, B. S.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; ARAÚJO, C. V.; COSTA, N. A. Conforto ambiental de bezerros bubalinos (Bubalus bubalis Linnaeus, 1758) em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, v. 40, p. 629-640, 2010.

OLIVEIRA, J. P. F.; RANGEL, A. H. N.; BARRETO, M. L. J.; LIMA JÚNIOR D. M.; URBANO, S. A.; AURELIANO, I. P. L. Adaptabilidade de fêmeas bubalinas em sala de ordenha sob condições ambientais do agreste do Rio Grande Do Norte, Brasil. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 2, p. 148-154, 2014.

REECE, W. O. Respiração dos mamíferos. In: FISIOLOGIA DOS ANIMAIS DOMÉSTICOS. 12., 2006, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 103-134.

SANTOS, S. A.; MCMANUS, C.; SOUZA, G. S.; SORIANO, B. M. A.; SILVA, R. A. M. S.; COMASTRI FILHO J. A.; ABREU, U. G. P.; GARCIA J. P. Variation in rectal and skin temperature of pantaneira and nelore cows and calves in the Pantanal**. Archivos de Zootecnia**, v. 54, n. 206, p. 237 – 244, 2005.

SEVEGNANI, K B.; FERNANDES, D. P. B.; GORLA, S. H. M.; CARVALHO, N. H. T. Efeito da aspersão de água, do sombreamento e do banho de imersão na capacidade termorregulatória e no ganho de peso de bubalinos. **Rev. Energia na agricultura**, Botucatu, v. 28, n. 1, p. 25-32, jan/mar. 2013.

SEVEGNANI, K. B.; FERNANDES, D. P. B.; MODENESE-GORLA-DA-SILVA, S. H. Avaliação da capacidade termorregulatória de búfalas leiteiras utilizando termografia de infravermelho. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 1, 2016.

VILELA, R. A. **Efeito do ambiente térmico na fisiologia adaptativa de bubalinos**. 2013. 110 f. Tese (Doutorado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga. 2013

WITTEN, I. H.; FRANK, E. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations. São Francisco: Morgan Kaufmann, 1999. 371 p.

UTILIZAÇÃO DE FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL (CFD) NA AMBIÊNCIA DE INSTALAÇÕES AVÍCOLAS

Monique de Oliveira Vilela[1], Richard S. Gates[2], Cecília de Fátima Souza[3], Carlos Gutemberg de Souza Teles Junior[4], Hiago Henrique Rocha Zanetoni[5], Natália Andrea Ramirez Alzate[6]

[1]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. moniqueoliveiravilela@gmail.com
[2]Departamento de Agricultura e Engenharia Biológica - University of Illinois - Urbana-Champaign, Urbana – IL. rsgates@illinois.edu
[3]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. cfsouzaf@yahoo.com.br
[4]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. carlos.teles@ufv.br
[5]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. hiagozanetoni@gmail.com
[6]Departamento de Engenharia Agronômica, Universidade de Caldas, Manizales – Caldas. natalia.500913482@ucaldas.edu.co

RESUMO – A manutenção de um ambiente térmico confortável para as aves é preponderante para que elas possam expressar seu real potencial produtivo e, assim, garantir o sucesso da produção. Para isso, é exigido, por parte dos produtores, uma maior atenção voltada ao manejo dos animais, levando em consideração os fatores térmicos ambientais que possam vir a comprometer o seu bem-estar e, consequentemente, reduzir a produtividade. A fluidodinâmica computacional (CFD) é uma ferramenta emergente em diversas áreas das ciências e engenharias, sendo muito promissora para estudos relacionados à ambiência animal. Por meio da modelagem em CFD, é possível realizar investigações sobre o comportamento de diversas variáveis climáticas no interior de um aviário, e assim, auxiliar produtores e engenheiros agrícolas em tomadas de decisão mais rápidas e assertivas, a fim de otimizar o sistema de acondicionamento térmico e reduzir custos de projeto. Diante disso, o objetivo da presente revisão de literatura é ressaltar a importância da utilização de CFD no estudo e aprimoramento do ambiente térmico de instalações avícolas.
Palavras-chave: acondicionamento térmico, aviário, modelagem matemática, ventilação.

INTRODUÇÃO

A fluidodinâmica computacional (CFD – *Computational Fluid Dynamics*) consiste em técnicas computacionais que permitem simulações numéricas para escoamento de fluidos, particularmente a fluidos em movimento, e como o comportamento do fluxo influencia em processos de transferência de calor (MISTRIOTIS et al., 1997; TU, YEOH e LIU, 2012). Trata-se de uma ciência que, através de códigos computacionais, prevê

quantitativamente o comportamento de escoamentos com base nas leis de conservação de massa, momento e energia. Tais predições são realizadas a partir de condições predefinidas para o fluxo (condições de contorno), gerando valores de suas variáveis como pressão, velocidade do ar e temperatura, dentro de um campo ou domínio, em regimes estacionários ou transientes (CURI, 2014).

A princípio, o CFD surgiu da alta tecnologia nas áreas de engenharia aeronáutica e astronáutica, derivando de disciplinas como a dinâmica dos fluidos, ciência da computação e matemática (TU, YEOH e LIU, 2012). O CFD possui vasta aplicabilidade e visa o entendimento dos eventos físicos que ocorrem no escoamento dos fluidos ao redor e no interior dos objetos em estudo, eventos que estão relacionados à ação e interação de fenômenos como dissipação, difusão, convecção, ondas de choque, superfícies de deslizamento, camadas limite e turbulências, todos eles descritos por meio da equação de Navier-Stokes (ROCHA, 2012).

Atualmente, o CFD é considerado uma das ferramentas mais utilizadas para a caracterização do ambiente térmico e aéreo de criação animal, uma vez que esta metodologia é bastante eficiente na predição da distribuição de variáveis climáticas e de gases dentro de um galpão. Diversas configurações de acondicionamento térmico animal podem ser prontamente reproduzidas e avaliadas em simulações em CFD, como observado por Osório Saraz (2010), Damasceno et al. (2014) e Rojano et al. (2015), fornecendo ao produtor as informações necessárias para tomadas de decisão imediatas, de modo a reduzir custos com testes experimentais e, consequentemente, otimizar o projeto da instalação. Diante disso, o objetivo da presente revisão de literatura é ressaltar a importância da utilização de CFD no estudo e aprimoramento do ambiente térmico de instalações avícolas.

DESENVOLVIMENTO

Os modelos de transporte de calor, massa e momento baseado em CFD tem sido muito usados mais especificamente em estudos do comportamento de variáveis climáticas no interior de instalações animais e vegetais (REYNOLDS, 2009; OSÓRIO SARAZ et al., 2012). A modelagem CFD na área de construções rurais possibilita a solução de problemas envolvendo trocas de ar e auxilia na previsão de um ambiente que proporcione conforto térmico, bem-estar animal e qualidade do ar no interior da instalação. Neste contexto, diversos artigos foram publicados sobre a utilização do método em aviários,

com ênfase no sistema de ventilação (MISTRIOTIS et al., 1997; BJERG et al., 2002; BLANES-VIDAL et al., 2008; LEE et al., 2009; OSÓRIO SARAZ, 2010; OSÓRIO SARAZ et al., 2012; BUSTAMANTE et al., 2013; OSÓRIO SARAZ et al., 2017).

O uso de CFD em pesquisas no setor avícola permitem reduzir o número de experimentos e aperfeiçoar as instalações com base na validação dos dados experimentais, tornando-se assim cada vez mais importante na indústria agropecuária. Essa importância é crescente desde que esta ferramenta tem sido otimizada e assim, problemas derivados da baixa precisão nas simulações e deficiência dos equipamentos computacionais para a solução de problemas com grandes domínios computacionais foram aperfeiçoados, permitindo maior aplicabilidade em várias áreas (OSÓRIO SARAZ et al., 2012). O principal diferencial dos modelos baseados em CFD na avicultura é a possibilidade de redução do número de experimentos e repetições, além de prever o comportamento e a distribuição de variáveis climáticas e gases tóxicos no interior das instalações, e assim, simular diversas condições que auxiliem na tomada de decisão para solução de problemas práticos sem a necessidade de muitos experimentos. Segundo Osório Saraz et al. (2012), a modelagem CFD permite analisar sistemas envolvendo escoamento de fluidos, transferência de calor e massa e outros fenômenos associados, que são difíceis de modelar sem o apoio computacional.

Para exemplificar a aplicação da modelagem CFD na avicultura, pode-se citar o estudo realizado por Coradi et al. (2016), que teve como objetivo testar o modelo computacional de dinâmica de fluidos (CFD) para simular o ar aquecido dentro de uma instalação avícola. Os autores consideraram, como condições de contorno, a temperatura de 38ºC para paredes onde estão as saídas de tubos de aquecimento, para o lado esquerdo, além de um fluxo de calor de zero, em simetria para o mesmo lado. Quanto aos lados leste, sul e norte, o fluxo de calor nas paredes foi adotado igual a zero. O sistema de aquecimento aviário não alcançou homogeneidade na distribuição de temperatura, fluxo de calor, pressão de ar aquecido e velocidade (Figuras 1 a 3).

 ISBN: 978-85-66836-24-0

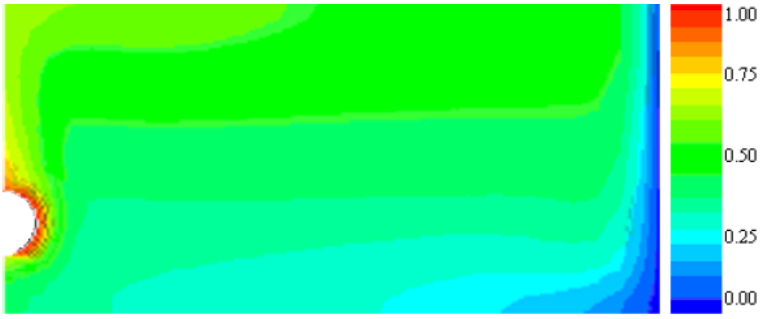


Figura 1. Distribuição da temperatura do ar (adimensional) dentro da instalação de aves de corte.
Fonte: Coradi et al., 2016.



Figura 2. Velocidade do ar aquecido (adimensional) no interior da instalação de aves de corte.
Fonte: Coradi et al., 2016.

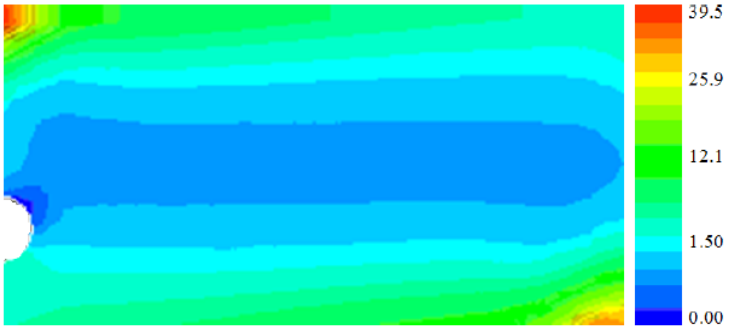


Figura 3. Distribuição de pressão do ar (adimensional) no interior da instalação de aves de corte.
Fonte: Coradi et al., 2016.

Bustamante et al. (2013) compararam a modelagem CFD com medições diretas por sistema de sensores em uma granja comercial de frangos de corte com o objetivo de analisar um sistema mecânico de ventilação cruzada com foco na distribuição de velocidade do ar. Não foram encontradas diferenças significativas entre os resultados de CFD e medições diretas, e portanto, a variável velocidade do ar não foi afetada pela metodologia (CFD ou medições diretas). Assim, as simulações de CFD foram válidas

para analisar ambiente interno de granjas avícolas. Contudo, os valores observados na instalação em estudo foram inferiores ao recomendado para as aves, havendo a necessidade de modificação do sistema para atender aos requerimentos das aves quando a renovação do ar. As figuras 4 e 5 mostram graficamente os resultados da simulação encontrados para o comportamento do fluxo de ar no galpão.

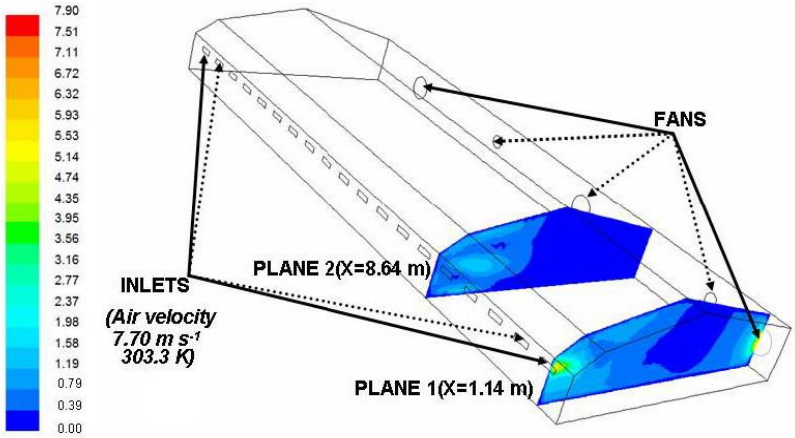


Figura 4. Contornos da velocidade do ar (m s^{-1}) nos planos 1 e 2.
Fonte: Bustamante et al., 2013.

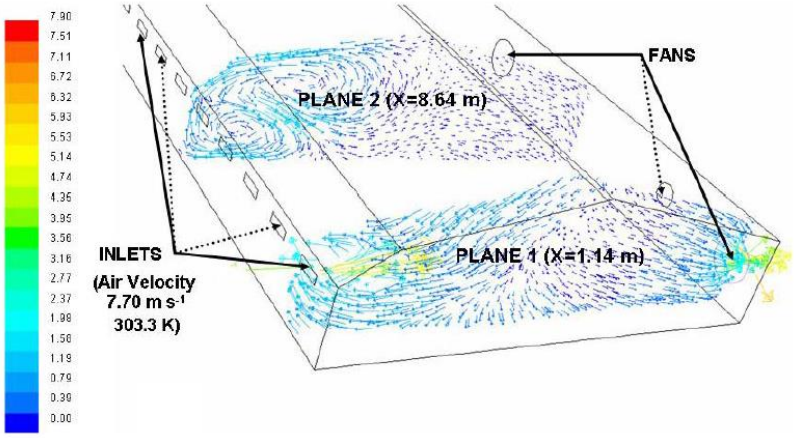


Figura 5. Vetores da velocidade do ar (m s^{-1}) mostrando trajetórias nos Planos 1 e 2 da Figura 4.
Fonte: Bustamante et al., 2013.

Mostafa et al., (2012) desenvolveram diferentes sistemas de ventilação por duto, a fim de estabelecer o modelo mais adequado para utilização durante o inverno. Os autores também utilizaram simulações em CFD para testar estes diferentes sistemas. Quatro diferentes novos modelos de ventilação foram comparados com o sistema de ventilação em modo túnel (sistema padrão do galpão em estudo), sendo eles configurados como: entrada e saída diretamente conectados com o trocador de calor sem o uso de dutos; saída

de ar conectada diretamente com o trocador de calor na parede lateral e dutos de entrada de ar localizados no centro do galpão; dutos de entrada e saída de ar localizados no centro do galpão; e dutos de entrada e saída de ar localizados em cada lado do galpão. Para todos os modelos, os autores observaram maior uniformidade em cerca de 60 a 70% quando comparados ao sistema padrão (ventilação em modo túnel).

Norton et al. (2009) desenvolveram um modelo de dinâmica de fluidos computacional (CFD) para analisar a ventilação natural de uma instalação rural sob diferentes direções de incidências de vento, para três diferentes áreas de abertura de entrada. Como pode ser visualizado na Figura 6, a maior homogeneidade de ventilação foi verificada quando o vento soprava na direção normal a edificação, devido à formação de dois vórtices de vento no interior do galpão. Já a maior heterogeneidade foi observada para ângulos de incidência de 10 a 40° porque o vórtice primário ocupa apenas uma porção do volume total da edificação.

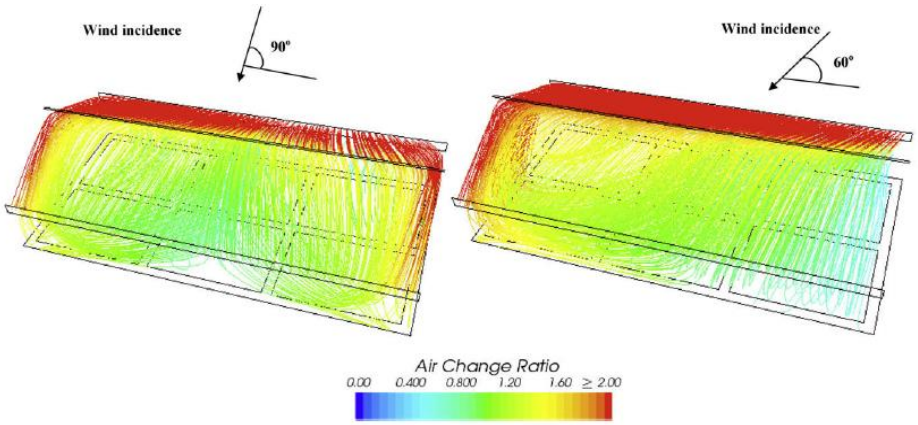


Figura 6. Linhas de fluxo ilustrando os padrões de escoamento de ar na instalação.
Fonte: Norton et al., 2009.

Já Bianchi et al. (2015), em seu estudo, compararam a eficiência dos sistemas de ventilação longitudinal e transversal, através da análise do comportamento de variáveis como temperatura, umidade relativa e concentração de dióxido de carbono por meio de simulações em CFD. Os autores concluíram que o sistema de ventilação longitudinal apresentou as maiores concentrações de CO_2 no corredor central do galpão, ou seja, o sistema não permitiu um fluxo de ar uniforme e eficaz ao longo das paredes laterais do galpão (Figura 7). A simulação para o sistema de ventilação transversal mostrou uma maior uniformidade da troca de ar e, consequentemente, melhor distribuição da concentração de CO_2 (Figura 8).

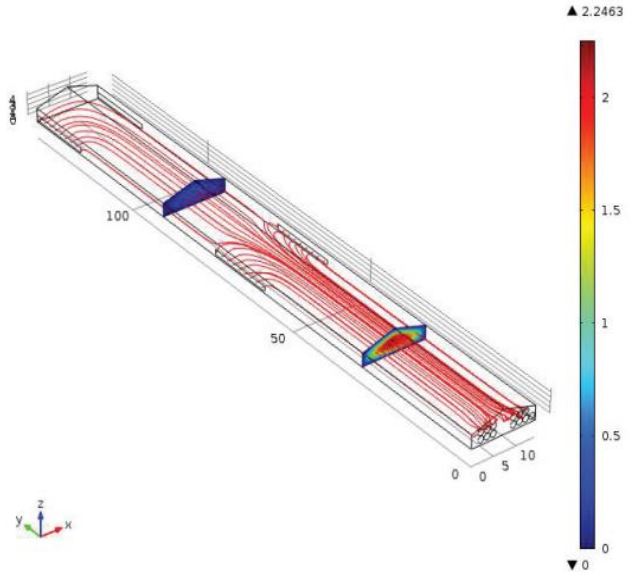


Figura 7. Simulação do campo de escoamento do fluido na instalação comercial em estudo.

Fonte: Bianchi et al., 2015.

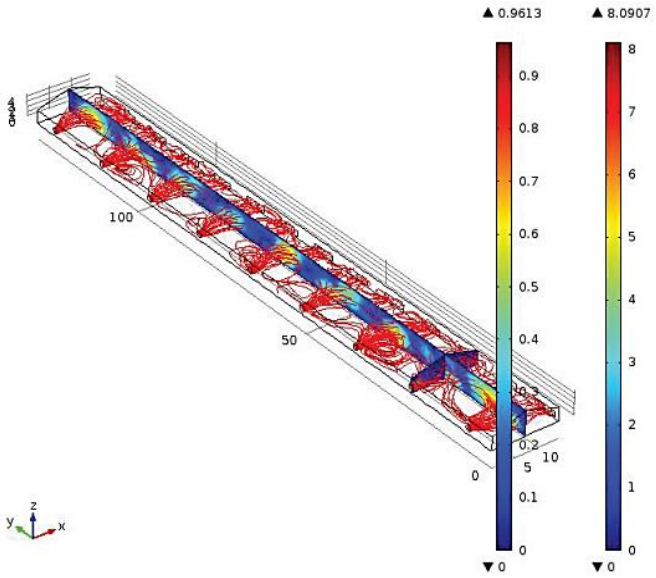


Figura 8. Simulação do campo de escoamento no caso de ventilação cruzada na instalação comercial em estudo.

Fonte: Bianchi et al., 2015.

Osório Saraz et al. (2017) utilizaram CFD com o intuito de avaliar condições de higiene e conforto por meio da temperatura e da concentração de amônia (NH_3) durante a noite em aviários comerciais de tipologias praticadas no Brasil e países de clima tropical e subtropical. Foram utilizados quatro modelos com diferentes alturas de cortinas e diferentes posições de entrada e saída de ar, adotando a tipologia de construção aberta sem isolamento térmico. Segundo os autores, o modelo validado não apresentou diferenças estatísticas a partir dos dados experimentais, o que viabiliza seu uso para

prever o comportamento do ar nos quatro casos propostos. A Figura 9 mostra o comportamento dos vetores de velocidade ao longo do plano XY da instalação. Ainda, afirmam que este modelo pode ser usado para melhorar as condições internas das instalações de aves durante a noite e pode ser uma ferramenta importante para reduzir o consumo de energia e gerar melhores condições para a produção animal de pintos com mais de 21 dias de idade.

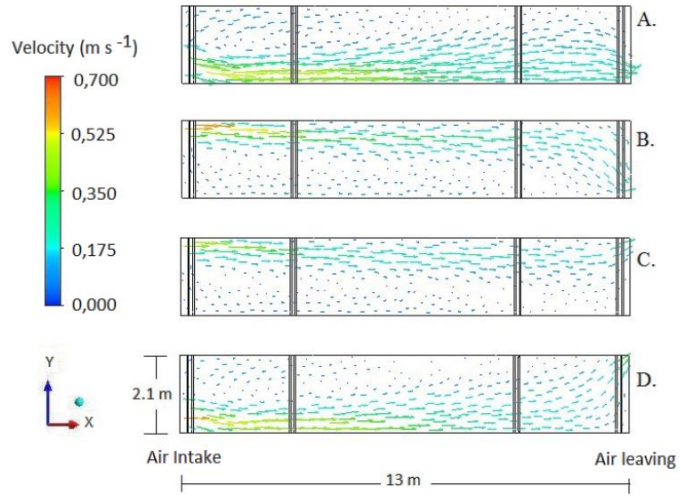


Figura 9. Vetores de velocidade para os diferentes casos no plano XY da instalação.
Fonte: Osório Saraz et al., 2017.

CONCLUSÃO

A fluidodinâmica computacional (CFD) é uma metodologia em constante ascensão, cada vez mais utilizada nas pesquisas em instalações animais. Trata-se de uma ferramenta muito eficiente e viável que facilita a visualização do comportamento de diversas variáveis ambientais em diferentes circunstâncias, possibilitando a determinação do melhor arranjo para sistemas de ventilação. Para isso, é essencial que seja realizada a validação da simulação em CFD com medições de campo, a fim de verificar o desempenho da mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHI, B., CATALANO, P., GENTILE, A., GIAMETTA, F., e LA FIANZA, G. (2015). Microclimate measuring and fluid dynamic simulation in an industrial broiler house: testing of an experimental ventilation system. *Veterinaria italiana*, *51*(2), 85-92.

BJERG, B., SVIDT, K., ZHANG, G., MORSING, S., e JOHNSEN, J. O. (2002). Modeling of air inlets in CFD prediction of airflow in ventilated animal houses. *Computers and Electronics in Agriculture*, *34*(1), 223-235.

BLANES-VIDAL, V., GUIJARRO, E., BALASCH, S., e TORRES, A. G. (2008). Application of computational fluid dynamics to the prediction of airflow in a mechanically ventilated commercial poultry building. *Biosystems Engineering*, *100*(1), 105-116.

BUSTAMANTE, E., GARCÍA-DIEGO, F. J., CALVET, S., ESTELLÉS, F., BELTRÁN, P., HOSPITALER, A., e TORRES, A. G. (2013). Exploring ventilation efficiency in poultry buildings: The validation of computational fluid dynamics (CFD) in a cross-mechanically ventilated broiler farm. *Energies*, *6*(5), 2605-2623.

CORADI, P. C., MARTINS, M. A., DA COSTA, D. R., VIGODERIS, R. B., e TINÔCO, I. D. F. (2016). Computational Fluid Dynamics (CFD) simulating heated air from wood burning inside a poultries barn. *Engenharia Agrícola*, *36*(5), 768-778.

CURI, T. M. R. C. Avaliação do sistema de ventilação em instalações para frangos de corte através de diferentes modelagens. 2014. 263 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, SP.

DAMASCENO, F. A., SARAZ, J A. O., MENDES, L. B., MARTIN, S., MARTINS, M.A. Evaluation of a heating system in poultry houses using a CFD model. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, 67(2), 7311-7319. 2014.

LEE, I. B., e SHORT, T. H. (2000). Two-dimensional numerical simulation of natural ventilation in a multi-span greenhouse. *Transactions of the ASAE*, *43*(3), 757.

MISTRIOTIS, A., DE JONG, T., WAGEMANS, M. J. M., e BOT, G. P. A. (1997). Computational Fluid Dynamics (CFD) as a tool for the analysis of ventilation and indoor microclimate in agricultural buildings. *NJAS wageningen journal of life sciences*, *45*(1), 81-96.

MOSTAFA, E., LEE, I. B., SONG, S. H., KWON, K. S., SEO, I. H., HONG, S. W., ... e HAN, H. T. (2012). Computational fluid dynamics simulation of air temperature distribution inside broiler building fitted with duct ventilation system. *Biosystems Engineering*, *112*(4), 293-303.

NORTON, T., GRANT, J., FALLON, R., e SUN, D. W. (2009). Assessing the ventilation effectiveness of naturally ventilated livestock buildings under wind dominated conditions using computational fluid dynamics. *Biosystems Engineering*, *103*(1), 78-99.

OSÓRIO SARAZ, J. A. (2010). Measurement and CFD Modelling of ammonia concentration, flux and thermal environment variables in open side broiler housing. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa Minas Gerais, p.1-132.

OSÓRIO SARAZ, J. A., MARTINS, M. A., MARÍN, O. L. Z., DAMASCENO, F. A., e VELASQUEZ, H. J. C. (2012). Una revisión acerca de la dinámica de fluidos

computacionales (CFD) en instalaciones avícolas. *Dyna*, *79*(175), 142-149.

OSÓRIO SARAZ, J. A., ROCHA, K. S. O., DAMASCENO, F. A., TINÔCO, I. F., OSORIO, R., e TOBÓN, J. C. (2017). A CFD approach to assess the effects of different opening combinations in poultry houses. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, *21*(12), 852-857.

REYNOLDS, S. D. (2009). Using computational fluid dynamics (CFD) in laboratory animal facilities. *Planning and designing research animal facilities*, 479-488.

ROCHA, K. S. O. (2012). Modeling and simulation of the cooling process of grain stored in bins with trapezoidal floor through the energy and mass conservation laws. 2012. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ROJANO, F., BOURNET, P. E., HASSOUNA, M., ROBIN, P., KACIRA, M., & CHOI, C. Y. Modelling heat and mass transfer of a broiler house using computational fluid dynamics. Biosystems Engineering, 136, 25-38, 2015.

TU, J., YEOH, G. H., E LIU, C. (2012). *Computational fluid dynamics: a practical approach*. Butterworth-Heinemann.

CONTROLADOR *SMART* APLICADO AO AQUECIMENTO DE AVIÁRIOS PARA CRIAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Cosme Teixeira da Silva[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Raphael Winkler de Bettio[3].

[1]Aluno de Mestrado Engenharia de Sistemas e Automação UFLA, Lavras - MG. cosme.teixeira@gmail.com
[2]Tadayuki Yanagi Junior, Professor Doutor Titular Departamento de Engenharia UFLA, Lavras - MG. yanagi@deg.ufla.br
[3]Raphael Winkler de Bettio, Professor Doutor Adjunto Departamento de Ciências da Computação, UFLA, Lavras - MG. raphaelwb@dcc.ufla.br

RESUMO – Sistemas microcontrolados que possuem inteligência artificial, vem sendo aplicados para controle, supervisão e tomadas de decisão na agropecuária, portanto, objetivou-se, com o presente trabalho, desenvolver um controlador *fuzzy*, composto por *hardware* e *software*, embarcado em microcontrolador, para tomadas de decisão no controle do ambiente de um aviário para os primeiros 21 dias de vida da ave, tendo como variáveis de entrada a temperatura do ar (°C) e idade das aves (dias), e como a saída após a defuzzificação por meio do método do Centro de Gravidade a classificação do ambiente e atuação na climatização do galpão de forma automática e inteligente. O controlador *fuzzy* foi embarcado no microcontrolador ESP8266 modelo *Wemos*, e tendo como central do sistema um Raspberry Pi 3 para armazenamento dos dados coletados pelos sensores DHT21 e da classificação fornecida pelo controlador transmitida via MQTT. O trabalho foi desenvolvido utilizando a inferência por meio do método Mamdani, em ambiente computacional e comparando a classificação do ambiente dada pelo MATLAB e pelo protótipo desenvolvido tendo as mesmas entradas, dotado de 15 regras *fuzzy* para a primeira fase de vida da ave, elaborada por conhecimento de especialistas da área. O protótipo inteligente, de baixo custo, apresentou eficiência de 93,97% de acerto após 200 entradas, comparado ao sistema computacional MATLAB e assim estando apto para operacionalizar de forma automática o controle de equipamentos para ambiência de aviários e supervisão de variáveis de conforto térmico para aves de corte, evitando perdas de produtividade.
Palavras-chave: avicultura de corte, ambiente térmico, automação, *Internet-of-Things (IoT)*.

INTRODUÇÃO

O setor avícola tem grandes desafios para se obter boa produção e, busca cada vez mais tecnologias que possam otimizar a produção e ter menor perdas com o estresse térmico por frio na primeira fase de vida das aves (BARBOSA *et al.*, 2013; GOMES *et al.*, 2011; LARA; ROSTAGNO, 2013b). Segundo diversos autores, nas primeiras semanas de vida a ave pode ser comparada a um animal pecilotérmico, pois a sua temperatura corporal segue a variações térmicas que acompanham o ambiente, pois seu sistema termorregulador é imaturo nesta fase, além de não possuírem reserva energética

 ISBN: 978-85-66836-24-0

suficiente para se adaptarem ao clima do ambiente. As zonas de conforto térmico para frangos de corte, com idades variando de 1 a 21 dias, para a primeira, segunda e terceira semanas de vida das aves são de 32 a 34 °C, 28 a 32 °C e 26 a 28°C, respectivamente (ABREU *et al.*, 2015; DAMASCENO, FLÁVIO ALVES *et al.*, 2010; FERRAZ *et al.*, 2017; LOURENÇONI *et al.*, 2015).

Diversas pesquisas mostraram que o desconforto térmico em frangos de corte provoca uma serie de consequências negativas para a produção como a diminuição no consumo de ração, alteração no consumo de água, redução do crescimento, aumento do ritmo cardíaco e alteração da conversão alimentar, podendo ocasionar até mesmo a morte das aves (FERREIRA et al., 2012; LARA; ROSTAGNO, 2013a; MENEGALI et al., 2013; VIGODERIS et al., 2010).

Portanto, devido aos fatores supracitados, existe a necessidade de se promover ambientes térmicos adequados para a produção avícola. A inteligência artificial por meio da logica *fuzzy* (ZADEH, 1965), vem sendo utilizada na produção avícola, apresentando bons resultados segundo pesquisas recentes (DE ALECRIM et al., 2017). Desta forma, um controlador *fuzzy* é uma alternativa ao método clássico para gerenciar sistemas utilizando inteligência artificial tipo *fuzzy* (HUANG; ZHANG, 2017; MOHAPATRA; LENKA, 2016; SZESZ JUNIOR et al., 2016), inclusive na avicultura (DE ALECRIM et al., 2017).

Desta forma, para atuar nos sistemas de ambiência, juntamente com a inteligência artificial, os microcontroladores estão sendo aplicados ao controle de sistemas com boa eficiência segundo os resultados, sendo uma alternativa viável com relação ao sistema clássico de controle (DE CARVALHO CURI et al., 2017; SREEKANTHA; KAVYA, 2017; STEWART; STEWART; KENNEDY, 2017).

Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho, desenvolver um controlador *fuzzy* para sistemas de aquecimento de galpões para criação de frangos de corte com idades variando de 1 a 21 dias (1ª Fase de vida para frango de corte).

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do controlador *fuzzy* foi dividido em duas fases, *software* e *hardware*, buscando o menor custo e benefícios para a arquitetura do sistema.

O sistema microcontrolado inteligente implementado neste trabalho utiliza a biblioteca eFLL (*Embedded Fuzzy Logic Library*). Segundo a literatura, a eFLL é capaz

de auxiliar no desenvolvimento de sistemas *fuzzy* para serem empregados em plataformas de *hardware* embarcado, sendo que, esta biblioteca foi desenvolvida pelo *Robotic Research Group* (RRG) na Universidade Estadual do Piauí (UESPI, Teresina) (KRIDI et al., 2013)

O método de inferência utilizado foi o de Mamdani (Figura 1), que traz, como resultado, um conjunto *fuzzy* com origem da combinação das variáveis de entrada. Para o sistema foram adotados com variáveis de entrada a temperatura de bulbo seco do ar (°C) e idade de vida da ave (dias), e, juntamente com seus respectivos graus de pertinência, por meio do operador mínimo e em seguida pela superposição das regras, via operador máximo.

O controlador Mandani foi usado neste trabalho em concordância com diversos trabalhos reportados na literatura (DAMASCENO, FLAVIO ALVES *et al.*, 2016; DE ALECRIM *et al.*, 2017; FERRAZ *et al.*, 2017; FERREIRA *et al.*, 2012).

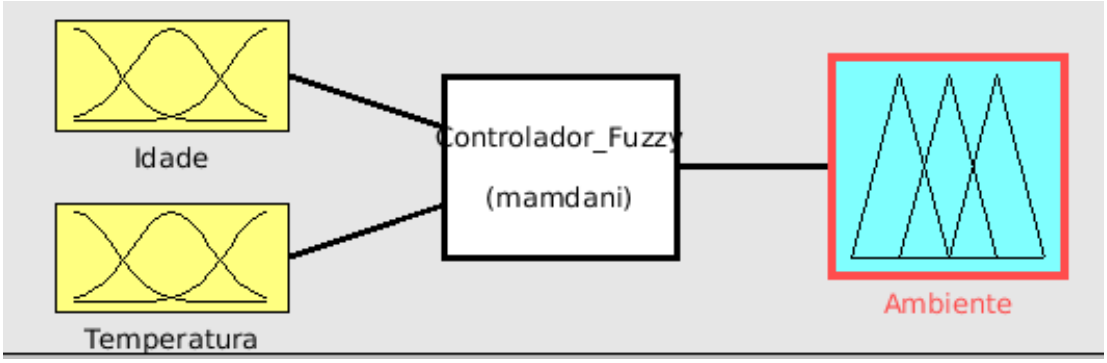
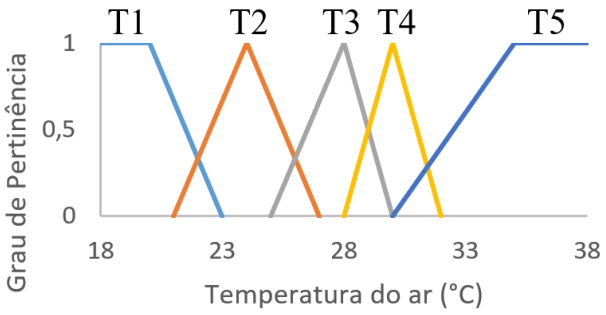


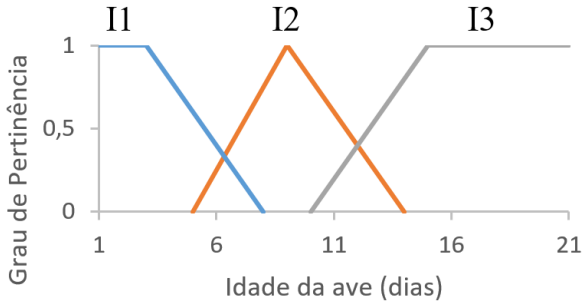
Figura 1. Controlador *fuzzy* tipo Mandani.

Curvas de pertinência tipo triangulares e trapezoidais foram usadas para representar a temperatura de bulbo seco do ar (°C) e para a idade das aves (Figura 3). De acordo com (LOURENÇONI *et al.*, 2015) as curvas de pertinência dos tipos triangular, trapezoidal e gaussiana usadas em sistemas *fuzzy* propiciam resultados adequados para consumo de ração médio diário, ganho de peso, conversão alimentar e índice de eficiência produtiva de frangos.

 ISBN: 978-85-66836-24-0



(a)



(b)

Figura 3. Funções de pertinência *fuzzy* aplicadas às variáveis de entrada (a) temperatura do ar e (b) idade das aves.

Similarmente às variáveis de entrada, para a variável de saída, denominada classificação do ambiente térmico, adotou-se curvas de pertinência triangulares e trapezoidais (Figura 4). A defuzzificação foi realizada utilizando se o método do centro de gravidade que considera todas possibilidades de saída transformando o conjunto *fuzzy* originado pela inferência em valor numérico, e assim obtendo a classificação do ambiente térmico, adotado como variáveis linguísticas Muito Frio (MF), Frio (F), Confortável (C), Quente (Q) e Muito Quente (MQ).

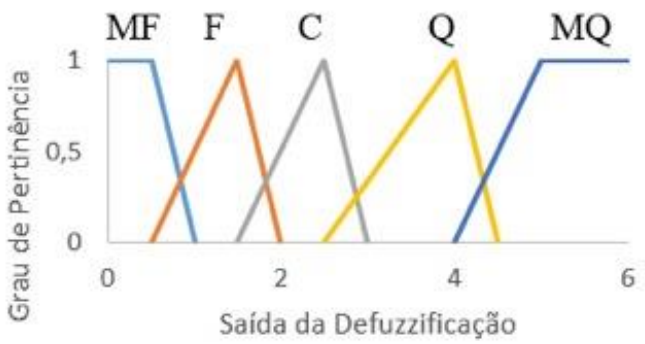


Figura 4. Curvas de pertinência saída *fuzzy* que classifica o ambiente térmico.

Os termos linguísticos foram atribuídos de acordo com as faixas listadas na Tabela 1. As regras geradas com base em dados da literatura e com o auxílio de especialistas com experiência em lógica *fuzzy* e ambiência animal por mais de dez anos, escolhidos conforme metodologia proposta por (CORNELISSEN *et al.*, 2003) e, aplicada por outros autores (DE ALECRIM *et al.*, 2017; FERRAZ *et al.*, 2017; SCHIASSI *et al.*, 2015)

Tabela 2. Sistema de regras da inferência *fuzzy* para as variáveis temperatura do ar e idade das aves na primeira fase de vida da ave.

Idade	Temperatura do ar (°C)				
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
I1	MF	MF	MF	CONF	Q
I2	MF	MF	CONF	CONF	MQ
I3	F	F	CONF	Q	MQ

F (Frio), MF (Muito Frio), C (Confortável), Q (Quente), MQ (Muito Quente).

Em relação à arquitetura do sistema, ilustrada na Figura 5, foram utilizados os seguintes componentes: um computador de baixo custo *Raspberry Py* (MONK, 2015) como central do sistema e para persistência dos dados, um microcontrolador ESP8266 (KODALI; SAHU, 2016), um sensor DHT22 (KODALI; MAHESH, 2016) para coleta das variáveis de entrada e classificação do ambiente, um atuador relé para tomada de decisão em ligar e desligar o sistema de climatização de forma inteligente e um roteador para transmitir via *wireless* a comunicação de máquina para máquina (M2M), utilizando o protocolo de comunicação *Message Query Telemetry Transport* (MQTT).

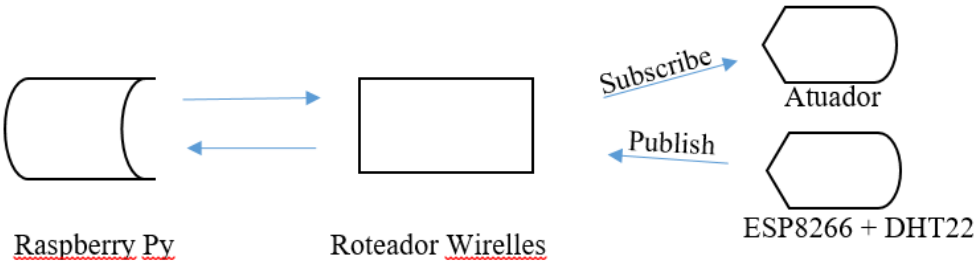


Figura 5. Arquitetura do sistema inteligente.

O protocolo de comunicação M2M foi adotado o protocolo MQTT criado pela IBM em 1999, sendo o melhor protocolo de comunicação para sistemas embarcados e o mais rápido dentre os existentes (RIZZARDI et al., 2016).

A validação do sistema, foi realizada comparando a classificação realizada pelo sistema inteligente após processamento das variáveis de entrada e a classificação feita pelo ambiente computacional MATLAB.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A validação da arquitetura do protótipo proposto para um controlador *fuzzy* embarcado, foi realizada por meio de simulação em ambiente computacional MATLAB, comparando a classificação dada pelo ambiente computacional e pelo protótipo controlador *fuzzy*, tendo como entradas os mesmos valores para idade da ave e temperatura do ar coletada pelo sensores do controlador *fuzzy*, na comparação obteve-se acima de 90% de acerto comparado a classificação dada pelo MATLAB, sendo realizados 200 classificações.

Ao comparar o protótipo desenvolvido por outros autores (ABREU *et al.*, 2015; CAMPOS *et al.*, 2016; DE ALECRIM *et al.*, 2017; SHARANYA; JOHN, 2017), o protótipo desenvolvido neste trabalho utiliza como inteligência artificial a metodologia *fuzzy*, da mesma forma que outros pesquisadores para controle e supervisão de um ambiente. Entretanto, diferente dos autores citados, a arquitetura adotada para este sistema utiliza o Raspberry Pi 3 como central, e o microcontrolador *ESP8266* modelo *Wemos* acoplado ao sensor DHT21 para captação da temperatura do ar. A forma de comunicação entre os dispositivos adotou a tecnologia MQTT diferente da tecnologia *Zigbee* adotada por outros autores em controladores de ambiente para frango de corte (LOPES; BARRETO, 2014), no qual o MQTT se mostrou eficiente para comunicação entre dispositivos.

O ESP8266 dotado da eFLL, faz a classificação do ambiente e envia para o Raspberry Pi 3, que armazena os dados no banco de dados local para futuras analises.

Os custos do protótipo ficaram próximos aos encontrados na literatura implementados por outros autores, e muito menor que aqueles disponíveis comercialmente, sendo que, todo sistema desenvolvido neste trabalho custou R$890,00 (oitocentos e noventa reais).

A arquitetura apresentada neste trabalho se demonstra uma forma eficiente, inteligente de baixo custo ao comparar com sistemas comerciais, podendo se tornar uma opção para controle e supervisão de galpão de frango de corte não somente para a primeira fase de vida das aves.

CONCLUSÃO

O controlador inteligente *fuzzy* desenvolvido e embarcado em uma placa ESP8266 modelo *Wemos* se mostrou eficiente, de baixo custo e adequado na tomada de decisão de forma inteligente para o controle do sistema de climatização de aviários para criação de frangos de corte durante a fase de aquecimento (1 a 21 dias), além de fácil instalação, sem fio, e de fácil configuração para comunicar com Raspberry Pi 3, podendo assim em trabalhos futuros, implementar uma ferramenta para distribuir as informações na *internet* para consulta a longa distâncias, facilitando a logística dos dados da produção e tomadas de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Lucas H P *et al.* Fuzzy modeling of broiler performance, raised from 1 to 21 days, subject to heat stress. *Engenharia AgrÃ\-cola*, v. 35, p. 967–978, 2015.

BARBOSA, C. F. *et al.* Commercial Preslaughter Blue Light Ambience for Controlling Broiler Stress and Meat Qualities. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 56, n. 5, p. 817–821, 2013.

CAMPOS, A. T. *et al.* Sistema fuzzy de baixo custo embarcado em microcontrolador para controle e supervisão do ambiente térmico em galpões para criação de frangos de corte. *Engenharia Agrícola*, v. 37, n. 1, 2016.

CORNELISSEN, A. M G *et al.* Elicitation of expert knowledge for fuzzy evaluation of agricultural production systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2003.

DAMASCENO, Flavio Alves *et al.* Thermal assessment of ecological tiles in physical models of poultry houses. *DYNA*, v. 83, p. 114–119, 2016.

DAMASCENO, F. A. *et al.* Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. *Ciencia e Agrotecnologia*, v. 34, n. 4, p. 1031–1038, 2010.

DE ALECRIM, Paulo D *et al.* Low cost fuzzy system applied to the control and supervision of thermal environment in poultry farms. *Engenharia Agrícola*, v. 37, n. 1, p. 194–205, 2017.

DE CARVALHO CURI, Thayla Morandi *et al.* Positioning of sensors for control of ventilation systems in broiler houses: a case study. *Scientia Agricola*, v. 74, n. 2, p. 101–109, 2017.

FERRAZ, P. F. P. *et al.* Performance of chicks subjected to thermal challenge. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 52, p. 113–120, 2017.

FERREIRA, L. *et al.* A fuzzy system for cloacal temperature prediction of broiler chickens. *Ciência Rural*, v. 42, n. 1, p. 166–171, 2012.

GOMES, J.S. *et al.* Estresse Térmico Na Avicultura Thermal. *Universidade Paulista/ UNIP*, p. 1–9, 2011.

HUANG, J.; ZHANG, L. The Big Data Processing Platform for Intelligent Agriculture. AIP Conference Proceedings, 2017, 2 HUNTINGTON QUADRANGLE, STE 1NO1, MELVILLE, NY 11747-4501 USA: AMER INST PHYSICS, 2017.

KODALI, R. K.; MAHESH, K. S. Low cost ambient monitoring using ESP8266. 2016, [S.l: s.n.], 2016. p. 779–782.

KODALI, R. K.; SAHU, A. An IoT based weather information prototype using WeMos. 2016, [S.l: s.n.], 2016. p. 612–616.

KRIDI, D. S.o *et al.* Desenvolvimento de uma biblioteca fuzzy para o controle autônomo de um robô móvel em ambiente desconhecido. *Mostra Nacional de Robótica*, v. 1, 2013.

LARA, L. J.; ROSTAGNO, M. H. *Impact of Heat Stress on Poultry Production. Animals*. [S.l: s.n.]. , 2013a

LARA, L. J.; ROSTAGNO, M. H. *Impact of heat stress on poultry production*. *Animals : an open access journal from MDPI*. [S.l: s.n.]. , 2013b

LOPES, A. Z.; BARRETO, G. Design and Development of a Wireless Multi- Sensor Node for Poultry Houses. *International Journal of Engineering & Technology*, 2014.

LOURENÇONI, D. *et al.* Condições ambientais em galpão convencional telado para galinhas poedeiras hyline W-36 TT - Environmental conditions in a conventional screened poultry shed. *Engenharia Agrícola*, v. 35, n. 1, p. 1–10, 2015.

MENEGALI, I. *et al.* Behavior of environmental variables on minimum ventilation systems for the production of broiler chickens. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 1, p. 106–113, jan. 2013.

MOHAPATRA, A. G.; LENKA, S. K. Neural Network Pattern Classification and Weather Dependent Fuzzy Logic Model for Irrigation Control in WSN Based Precision Agriculture. 2016, [S.l: s.n.], 2016.

MONK, S. *Raspberry Pi Cookbook*. [S.l: s.n.], 2015.

RIZZARDI, A. *et al.* AUPS: An Open Source AUthenticated Publish/Subscribe system for the Internet of Things. *Information Systems*, 2016.

SCHIASSI, L. *et al.* Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, 2015.

SHARANYA, S; JOHN, S. Comfort Sensor Using Fuzzy Logic and Arduino. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2017, SINGAPORE, SINGAPORE: SPRINGER-

VERLAG SINGAPORE PTE LTD, 2017. p. 155–160.

SREEKANTHA, D. K.; KAVYA, A. M. Agricultural Crop Monitoring using IOT- A Study. 2017, 345 E 47TH ST, NEW YORK, NY 10017 USA: IEEE, 2017. p. 134–139.

STEWART, J.; STEWART, R.; KENNEDY, S. Internet of Things - Propagation Modelling for Precision Agriculture Applications. Wireless Telecommunications Symposium, 2017, 345 E 47TH ST, NEW YORK, NY 10017 USA: IEEE, 2017.

SZESZ JUNIOR, A. *et al.* Embedded system in Arduino platform with Fuzzy control to support the grain aeration decision. *Ciencia Rural*, v. 46, n. 11, p. 1917–1923, nov. 2016.

VIGODERIS, R. B. *et al.* Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influêincia no desempenho de aves de corte no período de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 6, p. 1381–1386, 2010.

ZADEH, L.a. Fuzzy sets. *Information and Control*, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

AVALIAÇÃO DAS EXCRETAS GALINHAS POEDEIRAS, DURANTE A FASE DE RECRIA, SUBMETIDAS A DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS

Luís Gustavo Figueiredo França[1], Richard Stephen Gates[2], Ilda de Fátima Ferreira Tinôco[3], Cecília Ferreira Souza[4], Fernanda Campos de Sousa[5]

[1]Universidade Federal de Sergipe. luisgustavo2f@gmail.com
[2]University of Illinois at Urbana-Champaign, USA. rsgates@illinois.edu
[3]Universidade Federal de Viçosa. iftinoco@ufv.br
[4]Universidade Federal de Viçosa. cfsouza@ufv.br.
[5]Universidade Federal de Viçosa. fernanda.sousa@ufv.br

RESUMO - Um importante setor do agronegócio brasileiro é a avicultura de postura. Em 2016, o segmento produziu 39,5 bilhões de ovos, superando em 6,1% a produção registrada no ano anterior (ABPA, 2017). Esta alta produção é atribuída ao melhoramento genético das linhagens, resultando em poedeiras menores e com maiores taxas de postura. Observa-se também que, devido à sobreposição das gaiolas em níveis verticais de criação, proporciona maiores densidades de aves por unidade de área. Consequentemente, esse tipo de disposição ocasiona um índice elevado de dejeto por área. Por meio de experimentos práticos, objetivou-se avaliar a excreção de nitrogênio por galinhas poedeiras, durante as fases de recria, quando ocorre variação das condições térmicas do ambiente. Concluiu-se que a temperatura do ambiente influenciou diretamente a excreção de nitrogênio pelas galinhas poedeiras, a faixa onde as máximas diárias ficaram entre 30 a 35 °C proporcionou maiores teores de nitrogênio nos dejetos.
Palavras-chave: Produção de ovos, qualidade do ar, avicultura.

INTRODUÇÃO

A avicultura industrial de postura vem se destacando cada vez mais na produção de alimentos, ocupando posição de destaque na economia brasileira. Segundo dados da FAO (2015), o Brasil é o maior produtor de ovos da América Latina. Esse título refere-se ao fato de sua produção ter totalizado em 2015, 39,5 bilhões de unidades, recorde histórico que superou em 6,1% o resultado registrado no ano anterior. Além disso, o alojamento de aves produtoras chegou a 91,2 milhões em 2015, com destaque para o estado de São Paulo que apareceu como principal produtor de ovos, com 31,77%, seguido por Minas Gerais, com 12,24% e o Espírito Santo, com 9,73% (ABPA, 2017).

Essa representatividade no mercado nacional e internacional de alimentos faz com que o país tenha um grande compromisso com questões relativas à sustentabilidade da atividade. Assim, para que o setor de ovos se mantenha no ritmo de crescimento das últimas décadas, ao mesmo tempo em que atenda às exigentes demandas dos

consumidores por qualidade sanitária e sustentabilidade, torna-se necessário combinar um ambiente asséptico e arquitetonicamente adequado às prerrogativas de produção e bem-estar das aves.

A ave exige, do meio em que habita, condições precisas de ambiente, tais como: temperatura, umidade, pressão, luminosidade, nível sonoro, conteúdo de oxigênio, anidrido carbônico e nitrogênio. Cada indivíduo tem específicas capacidades de adaptação que lhes permite (até certo limite de adversidade) sobreviver quando alguma daquelas variáveis é modificada (Tinôco, 2001).

Dentre as variáveis de interesse, tem-se que a temperatura do ar se apresenta como o principal fator do ambiente causador de perdas na produção animal em escala industrial (Vitorasso e Pereira, 2009). Desse modo, temperaturas fora da faixa de conforto dos animais podem levá-los à morte ou causar-lhes danos fisiológicos que comprometerão sua produtividade.

Aves de postura, no início da criação, necessitam de um ambiente térmico que propicie condições de conforto com a finalidade de alcançar valores significativos de produção. Desta forma, as condições ambientais devem ser manejadas, de maneira a evitar efeitos negativos sobre o futuro desempenho produtivo das aves (Fukayama *et al.*, 2005).

Quando as aves são expostas a ambientes estressantes podem ocorrer alterações fisiológicas, como aumento de corticosterona plasmática, alteração nas concentrações de hormônios tireoideanos triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), imunossupressão, elevação da frequência cardíaca e respiratória (Donkoh, 1989; Junqueira et al., 2000; Macari, Firlan e Silva, 2002; Mack et al., 2013; Sahin et al., 2002). Outra alteração resultante do estresse é a mudança de comportamento das aves, que pode se refletir em comportamentos anômalos, como a bicagem de penas e aumento da vocalização (Gates e Xin, 2001; Moura et al., 2008; Xie et al., 2015).

Objetivou-se a avaliação da excreção de nitrogênio por frangas na fase de recria submetidas a diferentes condições térmico-ambientais extremas, representadas por perfis de temperatura, normalmente verificados nas distintas regiões do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

As condições térmico-ambientais em cada tratamento foram mantidas por câmaras climáticas existentes na área experimental do AMBIAGRO, Núcleo de Pesquisa em

Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais, da área de Construções Rurais e Ambiência do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), na cidade de Viçosa, Estado de Minas Gerais, Brasil.

Cada câmara climática utilizada apresenta dimensões de 3,20 x 2,44 x 2,38 metros (comprimento x largura x pé direito), e, é equipada com: um aquecedor de ar com potência igual a 2000 W, condicionador de ar tipo Split quente/frio de 12000 BTU/h e um umidificador de ar com capacidade de 4,5L e débito de névoa de 300 ml/hora.

A ventilação higiênica aplicada no interior de cada câmara climática foi realizada por meio de dois exaustores axiais (A.M.B, modelo FD 08025S1M, DC 12V, 0.15A), de tal forma que, os valores de amônia (NH_3) e dióxido de carbono (CO_2) não ultrapassassem os valores máximos permitidos.

Neste estudo, poedeiras[1] foram submetidas a quatro diferentes temperaturas (condição de conforto preconizada pelo Guia de Manejo da LOHMANN (Lohmann, [s.d.]), e, mais três de estresse por calor), que estão detalhadas na **Tabela *14***. Optou-se por temperaturas acima do conforto, pois segundo Hsu, Lin e Chiou (1998), temperaturas elevadas causam maiores concentrações de amônia no sangue das aves o que pode proporcionar maior excreção de nitrogênio por estes animais. O foco deste estudo foi os dejetos das aves, sendo que o manejo foi realizado por outros pesquisadores que desenvolveram trabalhos concomitantes a este.

Tabela 14. Distribuição das temperaturas ambientes nas câmaras climáticas.

Câmara Climática	Condições	Temperatura no período do dia (°C)	Temperatura média de 24h(°C)
01*	Conforto Térmico	20 ± 1	20,0
02**	Estresse por calor I	25 ± 1	22,5
03**	Estresse por calor II	30 ± 1	25,0
04***	Estresse por calor III	35 ± 1	27,5

* Valores de temperatura sugeridos por Lohmann (s.d.) como condições ideais de criação.
** Condições de estresse por calor, intermediárias entre o conforto térmico e o estresse crítico.
*** Condição Crítica de estresse por calor, segundo Silva *et al.* (2000).

Visando representar o ambiente de criação das aves, durante a fase experimental as câmaras climáticas foram reguladas nas condições de conforto térmico preconizado, 20°C (Lohmann, [s.d.]), de 19h às 07h, tendo em vista que durante o período noturno tem-se temperaturas mais amenas.

1 Fase de recria da 7ª a 16ª semana de vida. As frangas utilizadas neste estudo eram da linhagem Lohmann LTE.

Além da temperatura, a umidade relativa do ar (UR) foi controlada durante o período experimental em todos os tratamentos. Destaca-se que esta se manteve na faixa de 60 a 70%, por meio do sistema automatizado presente nas câmaras climáticas.

Dentro de cada câmara climática, foram instaladas seis gaiolas com dimensões de 1,0m largura x 0,42m profundidade x 0,5m altura, para alojamento de 16 aves cada uma (densidade de 266 cm²/ave), divididas em dois compartimentos com oito aves, resultando na criação de 384 frangas de postura da linhagem Lohmann LSL.

Quanto à alimentação das aves, destaca-se que o fornecimento de água e ração foi realizado duas vezes ao dia, nos horários de 08:00 e 17:00 horas, de maneira a manter os bebedouros e comedouros, respectivamente, sempre com água e ração disponíveis.

A ração foi formulada seguindo a metodologia proposta pelas Tabelas Brasileira para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2017). Para a energia metabolizável, foi estabelecido o valor de 2900 kcal/kg a proteína bruta fixada em 15%.

Os dejetos provenientes de cada gaiola foram homogeneizados e, em seguida, procedeu-se a coleta de uma amostra representativa de uma gaiola (16 aves). Este procedimento foi realizado às 07:00 horas da manhã dos dias 02, 09 e 16 de novembro de 2016. Após homogeneização e coleta, as amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno lacrados – a fim de evitar o contato da amostra com o ar ambiente – e realizou-se sua identificação. Em seguida, as mesmas foram armazenadas em baixas temperaturas para posterior análise em laboratório.

Para a quantificação do conteúdo de água e o cálculo dos sólidos totais (ST), presente nas amostras, foi utilizada a metodologia recomendada por Kiehl (1998). Os valores de pH dos dejetos coletados foram aferidos com base na metodologia descrita por Camargo et al., (2009). Os teores de nitrogênio total foram determinados pelo método Kjeldahl, (APHA, 2005).

Para este estudo foi utilizado o Delineamento em Blocos Casualizados. Os dados foram submetidos à análise de variância e, em seguida, a testes comparativos entre as médias, a fim de avaliar como as condições de temperatura a que as galinhas poedeiras estão submetidas influenciam a excreção de nitrogênio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade das excretas das frangas, coletadas na fase de cria, apresentou diferença estatisticamente significativa, pelo teste Tukey, ao nível de 5%, quando

comparado àquele das excretas do tratamento do conforto térmico preconizado pela literatura e aos demais tratamentos. O resultado do conteúdo médio de água das amostras pode ser observado na Tabela *15*.

Observou-se que o pH das excretas de galinhas poedeiras, na fase de recria, não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado àquele das excretas do tratamento do conforto térmico preconizado e os demais tratamentos térmicos (Tabela *15*).

Ao se analisar as médias de nitrogênio total nas amostras de dejetos, observou-se que na Câmara Climática 01, cuja temperatura ambiente durante o dia estava regulada em 35 °C, houve maior presença de nitrogênio total nas excretas. Já nas câmaras climáticas 02 (temperatura durante o dia regulada em 30 °C) e 03 (temperatura durante o dia regulada em 25 °C), os resultados encontrados foram similares, não diferindo estatisticamente entre elas. Quanto à câmara 04 (onde a temperatura ambiente foi mantida em 20 °C), houve diferença significativa no resultado deste parâmetro, quando comparado aos tratamentos com maiores temperaturas (Tabela *15*). Na **Figura 2**, observa-se a curva de variação da concentração do nitrogênio total nas excretas em função da temperatura ambiente.

Percebe-se ainda na Tabela *15* que, em temperaturas mais elevadas, a excreção de nitrogênio amoniacal foi expressamente maior que nos tratamentos de temperaturas mais amenas. As poedeiras submetidas ao tratamento de conforto (20 °C – Câmara 01) apresentaram a menor excreção de nitrogênio amoniacal, o que contrasta com o tratamento de maior temperatura infligida durante o dia (35 °C – Câmara 04), no qual foi constatado elevada concentração de nitrogênio amoniacal. Na Tabela *15*, é possível observar os resultados encontrados para as médias da concentração de nitrogênio amoniacal nas amostras coletadas e na **Figura 2** a curva de variação deste parâmetro em função da temperatura ambiente.

Tabela 15. Resultado dos parâmetros físico-químicos analisados nas amostras de dejetos

Temperaturas (°C)		UBs (%)[1]	σ_{UBs}[2]	pH[3]	σ_{pH}[4]	Nitrogênio					Sólidos totais[10] (%)	σ_{ST}[11]
Temp. durante o dia	Média 24 horas					Total[5] (%)	σ_{NT}[6]	Amoniacal[7] (%)	σ_{NA}[8]	NT/NA[9]		
20 ± 1	20,0	74,4 a	1,37	7,9 a	0,62	10,0 a	2,78	08,98 a	1,29	0,90	26,1 a	1,37
25 ± 1	22,5	74,4 a	3,32	8,0 a	0,52	12,1 b	1,49	10,51 a b	0,61	0,87	25,5 a	3,32
30 ± 1	25,0	80,4 b	3,67	7,7 a	0,66	14,9 b	3,04	12,42 b c	1,01	0,83	21,0 b	3,67
35 ± 1	27,5	81,0 b	2,86	7,6 a	0,42	21,2 c	1,91	15,54 c	1,38	0,73	19,0 b	2,86

* Médias seguidas pelas mesmas letras, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
[1] Média do teor de umidade em base seca encontrado nas amostras de dejetos.
[2] Desvio padrão em torno das médias do teor de umidade.
[3] Média do potencial hidrogeniônico encontrado nas amostras de dejetos.
[4] Desvio padrão em torno das médias do pH.
[5] Média da concentração de nitrogênio total nas amostras de dejetos.
[6] Desvio padrão em torno das médias da concentração de nitrogênio total.
[7] Média da concentração de nitrogênio amoniacal nas amostras de dejetos.
[8] Desvio padrão em torno das médias da concentração de nitrogênio amoniacal.
[9] Relação entre as concentrações de nitrogênio total (NT) e nitrogênio amoniacal (NA).
[10] Média dos sólidos totais nas amostras de dejetos.
[11] Desvio padrão em torno das médias do teor de sólidos totais.

Na norma ASAE D384.2 publicada pela Sociedade Americana de Engenheiros Agrícolas em 2005 encontra-se a caracterização de dejetos para diversos animais de produção. Segundo esta norma, cada galinha poedeira excreta em torno de 0,088 kg de dejetos por dia com teor de umidade igual a 75%, pH igual a 6,9 e nitrogênio total igual a 0,0016 kg/animal/dia. Neste estudo, nos tratamentos de temperaturas diária iguais a 20 e 25 °C, foram encontrados resultados semelhantes, o teor de umidade foi de 75% o pH de 7,9 e 8,0 respectivamente.

Verificou-se que existe interação significativa das temperaturas dos tratamentos com o conteúdo de água das excretas, o que corrobora o resultado encontrado por Oliveira Neto *et al.* (2000), os quais constataram um consumo de água 37% superior por frangos de corte mantidos em altas temperaturas, quando comparado àqueles mantidos no ambiente termoneutro, o que, possivelmente, resultou em uma perda maior de umidade nas excretas. Segundo Gama *et al.* (2008) uma poedeira adulta submetida a temperaturas de até 25 °C ingere entre 200 e 250 ml de água por dia, podendo dobrar este consumo quando as temperaturas estão superiores a 32 °C, provocando um aumento do conteúdo de água das excretas.

Quanto aos resultados de pH, esperava-se que, nos tratamentos submetidos a temperaturas mais elevadas, o pH dos dejetos fosse mais baixo que o pH encontrado nas excretas das aves submetidas ao tratamento termoneutro. Segundo Hsu, Lin e Chiou, (1998), quando aves estão submetidas a elevadas temperaturas ambientais, observou-se maiores concentrações de amônia em seu sangue, o que poderia elevar a taxa de excreção do acido úrico, reduzindo assim o pH dos dejetos.

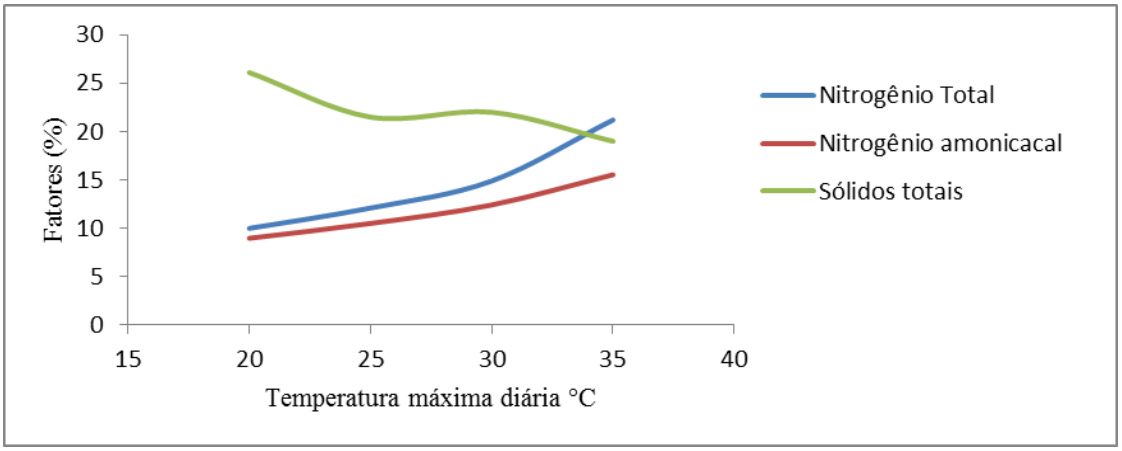


Figura 2. Concentração de nitrogênio total, nitrogênio amoniacal e sólidos totais no dejeto de galinhas poedeiras em relação a temperatura ambiente.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a o conteúdo de água das excretas, bem como as concentrações de nitrogênio total e amoniacal nas amostras de dejetos coletadas, foram maiores nos ambientes onde a temperatura imposta aos animais durante o dia foi maior. Entretanto, os níveis de pH das amostras coletadas permaneceram inalterados independente da temperatura do ambiente.

A partir do exposto, conclui-se que a faixa de temperatura ambiente entre 30 e 35 °C (valores máximos diários) foi considerada crítica quanto à excreção de nitrogênio pelas galinhas poedeiras na fase de recria; sendo esta, a que proporciona condições ideais para a que a ave apresente um maior potencial de perda de nitrogênio nos dejetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGGRÁFICAS

ABPA. **Relatório Anual - 2017**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2016>. Acesso em: 17 de junho de 2017.

APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, USA: [s.n.].

CAMARGO, O. A. DE, MONIZ, A. C., JORGE, J. A., & VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de Análise Química , Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas**CampinasInstituto Agronômico, 2009. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/boletim_tecnico_106_rev_atual_2009.pdf>. Acesso em: 11 de junho de 2016.

DONKOH, A. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. **Int J BiometeoroI**, v. 33, p. 259–265, 1989.

FAO. **FAO Statistical Pocketbook 2015**. [s.l: s.n.].

FUKAYAMA, E. H., SAKOMURA, N. K., NEME, R., & FREITAS, E. R. Efeito da temperatura ambiente e do empenamento sobre o desempenho de frangas leves e semipesadas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1272–1280, 2005.

GAMA, N. M. S. Q., TOGASGI, C. K., FERREIRA, N. T., BUIM, M. R., GUASTALLI, E. L., & FIAGÁ, D. A. M. **Divulgação técnica - Conhecendo a água utilizada para as aves de produção**, 2008.

GATES, R. S.; XIN, H. **Comparative Analysis of Measurement Techniques of Feeding Behavior of Individual Poultry**. ASABE Annual International Meeting. **Anais**...Sacramento, California, USA: 2001 Disponível em: <http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1144&context=abe_eng_conf>. Acesso em: 06 de outubro de 2016.

HSU, J. C.; LIN, C. Y.; CHIOU, P. W. S. Effects of ambient temperature and methionine supplementation of a low protein diet on the performance of laying hens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 74, n. 4, p. 289–299, 1998.

JUNQUEIRA, O. M., FILHO, B. D. C., ARAÚJO, L. F., SOARES, C., & SAKOMURA, N. K. Efeitos das Fontes e Níveis de Sódio , Cloro e Potássio e da Relação (Na+K)/Cl , sobre o Desempenho e Características do Plasma Sangüíneo de Poedeiras Comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1110–1116, 2000.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: [s.n.].

LOHMANN. **Layers Lohmann Lsl-Lite Management Guide** Cuxhaven - Germany, [s.d.]. Disponível em: <http://www.hylinena.com/UserDocs/products/Lohmann_LSL-Lite.pdf>. Acesso em: 11 de abril de 2014.

MACARI, M.; FIRLAN, R. L.; SILVA, I. J. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002.

MACK, L. A, FELVER-GANT, J. N., DENNIS, R. L., & CHENG, H. W. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. **Poultry science**, v. 92, p. 285–94, 2013.

MOURA, D. J. DE, NÄÄS, I. D. A., ALVES, E. C. D. S., CARVALHO, T. M. R. DE, VALE, M. M. DO, & LIMA, K. A. O. Noise analysis to evaluate chick thermal comfort. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 4, p. 438–443, 2008.

OLIVEIRA NETO, A. R., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., ROSTAGNO, H. S., FERREIRA, R. A., & MAXIMIANO, H. Níveis de Energia Metabolizável para Frangos de Corte no Período de 22 a 42 Dias de Idade Mantidos em Ambiente Termoneutro 1

Metabolizable Energy Level for Broilers from 22 to 42 Days of Age Maintained under. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1132–1140, 2000.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L., CEZAR, G. PAULO, OLIVEIRA, R. F., LOPES, D. C., … TOLEDO, B. SERGIO L. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2017.

SAHIN, K., N. SAHIN, M. ONDERCI, F. GURSU, AND G. CIKIM. Optimal dietary concentration of chromium for alleviating the effect of heat stress on growth, carcass qualities, and some serum metabolites of broiler chickens. **Biol Trace Elem Res**, v. 89, n. 1, p. 53–64, 2002.

TINÔCO, I. DE F. F. Avicultura Industrial : Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, p. 1–26, 2001.

VITORASSO, G.; PEREIRA, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 6, p. 788–794, 2009

XIE, J., TANG, L., LU, L., ZHANG, L., LIN, X., LIU, H. C., LUO, X. Effects of acute and chronic heat stress on plasma metabolites, hormones and oxidant status in restrictedly fed broiler breeders. **Poultry Science**, v. 94, n. 7, p. 1635–1644, 2015.

GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA A PARTIR DO BIOGÁS PROVENIENTE DO DEJETO BOVINO E LODO DE ESGOTO

Beatriz Costalonga Vargas[1], Juliana Lobo Paes[2], Bernardo Marchon de Souza Antunes[3], Priscilla Tojado dos Santos[4]Ariane da Silva Bergossi[5]

[1]Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. bia11vargas@hotmail.com
[2]Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. juliana.lobop@yahoo.com.br
[3]Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. bernardomarchon7@gmail.com
[4]Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. priscillatojado@hotmail.com
[5]Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. arianebergossi@gmail.com

RESUMO – A grande problemática de saúde pública, impacto ambiental e dependência energética devido aos combustíveis convencionais pode ser solucionada pela utilização do biogás proveniente de biodigestores. Sendo assim, objetivou-se avaliar o potencial energético da utilização do biogás em substituição a lenha e gás liquefeito de petróleo (GLP). Para a produção de biogás, foram utilizados biodigestores de bancada modelo indiano, em sistema de abastecimento por batelada. Estes foram abastecidos com 25:75 lodo de esgoto:dejeto de bovino. O cálculo da conversão energética foi baseado na produção acumulada de biogás ($m^3\ kg^{-1}$), quantidade de dejetos produzidos por bovinos em uma propriedade rural e equivalência de um metro cúbico de gás com lenha e GLP. No geral, a adoção de biodigestores em propriedades rurais para geração de biogás visando energia térmica consiste em uma tecnologia viável e sustentável, independentemente da quantidade de animais na propriedade. A economia obtida pelo proprietário e ou comunidade ao instalar um biodigestor pode ser revertida para própria propriedade. Conclui-se viabilidade da substituição de qualquer uma das fontes energéticas pelo biogás.
Palavras-chave: biodigestor, codigestão, conversão energética, lenha, GLP.

INTRODUÇÃO

A madeira (lenha e seus derivados) é a fonte mais antiga de combustível utilizado para produzir energia (NASCIMENTO & BIAGGIONI, 2010). Ressalta-se que a madeira pode ser denominada de lenha, quando utilizada como energia, podendo servir como combustível nos processos de geração de energia térmica, mecânica e elétrica (BRITO, 2007).

A utilização da lenha como combustível depende de diversos fatores, tais como influência do nível de desenvolvimento do país, da disponibilidade de florestas, de questões ambientais e da sua competição econômica com outras fontes energéticas. Em

países em desenvolvimento, a lenha é um combustível essencial configurando como energia primária, com destaque para o uso doméstico (BRITO, 2007).

No entanto, a prática de cocção em fogão a lenha no interior dos domicílios conduz danos à saúde humana. A contaminação humana se dá pela combustão incompleta dos compostos sólidos da lenha acarretando em liberação de gases tóxicos à saúde, além de poluir o ambiente domiciliar (GODOY, 2008). Dentre os problemas relacionados à saúde humana podem-se citar doenças respiratórias e cardiovasculares devido à emissão de metais potencialmente tóxicos (MENGEL & KIRKBY, 2001).

Outra fonte de energia térmica convencional consiste no GLP, conhecido como gás de cozinha. O gás liquefeito de petróleo é formado pela combinação de butano e propano, dois gases derivados do petróleo. Atualmente, a elevação dos preços do botijão tem sido um dos principais problemas de sua utilização no cenário brasileiro.

A lenha e o GLP como fonte energética podem ser supridos pela biomassa de origem de dejeto animal e humano ao ser acondicionada em biodigestores. No interior desse reator hermético ocorre o processo de codigestão anaeróbico entre duas ou mais biomassas para a formação do biogás e biofertilizante (BUNDHOO et al., 2016; HAGOS et al., 2017). O biogás se apresenta como potencial alternativa a ser utilizada como fonte de energia térmica limpa e renovável (SOUZA et al., 2004).

A partir da percepção de que o biogás pode configurar uma eficiente fonte energética, fica evidente a necessidade de conhecer com mais profundidade seu potencial na substituição de combustíveis convencionais. Assim, objetivou-se com o presente trabalho quantificar o potencial energético da utilização do biogás, proveniente do lodo de esgoto e de dejetos de bovino, em substituição a lenha e GLP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica - RJ, cujas coordenadas geográficas são: 22º 45' 33" S e 43º 41' 51". O clima da região é classificado como Aw segundo a classificação de Köppen e temperatura média anual de 24,5 ºC (CARVALHO et al., 2006).

Utilizaram-se como afluente lodo de esgoto proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Penha, pertencente à Companhia Estadual de Águas e Esgoto (Nova CEDAE), localizada no estado do Rio de Janeiro, dejetos de bovino, coletado na Bovinocultura de Leite da UFRRJ e água mineral. O lodo de esgoto foi coletado após os

decantadores primários, da ETE Penha, e transferidos em recipientes de plásticos para o Laboratório de Eletrificação Rural e Energias Alternativas. Os dejetos de bovino foram coletados por meio de raspagem com pá de pedreiro, evitando-se a retirada de materiais estranhos (solo, pasto e pedra). Ressalta-se sistema convencional de produção na bovinocultura de leite da UFRRJ, em que os animais foram alimentados à base de pasto de *Brachiaria* juntamente com ração comercial com 20% de proteína bruta, farelo de algodão, milho, soja e complementação com macronutrientes e micronutrientes.

No experimento foram utilizados biodigestores modelo indiano de bancada abastecidos com 1,7 kg de material de entrada (afluente) contendo 25:75 lodo de esgoto:dejeto de bovino (LE:DB).

O sistema de abastecimento ocorreu em batelada, ou seja, acondicionou-se o afluente, no biodigestor, apenas no início do experimento. O abastecimento dos biodigestores com o afluente ocorreu 24 horas após sua coleta, a fim de evitar perda de biogás gerado devido ao precoce processo fermentativo. O tempo de retenção hidráulica foi de 82 dias (12 semanas).

O cálculo da conversão energética foi baseado no potencial de produção de biogás ($m^3\ kg^{-1}$), quantidade média de dejetos produzidos por bovinos em propriedades rurais com diferentes tamanhos de rebanho e equivalência de um metro cúbico de gás com lenha e gás de cozinha (GLP).

O potencial de produção de biogás foi calculado utilizando-se a produção acumulada atingida na 12ª semana e a quantidade de material de entrada adicionado nos biodigestores, totalizando em 0,034 $m^3\ kg^{-1}$.

Para determinar a produção acumulada calculou-se o volume de biogás produzido por meio do produto do deslocamento vertical do gasômetro por sua área da seção transversal interna durante TRH. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm e 20 ºC foi efetuada com base no trabalho realizado por Matos et al. (2017), no qual, pelo fator de compressibilidade, o biogás apresenta comportamento próximo ao ideal. Para a correção do volume de biogás utilizou-se a expressão resultante da combinação das leis de Boyle e Gay-Lussac (Equação 8).

$$\frac{V0 \times P0}{T0} = \frac{V1 \times P1}{T1} \quad (1)$$

Em que:

V_0 - Volume de biogás corrigido, m^3;

P_0 - Pressão corrigida do biogás, 10.322,72 mm de H_2O;

T_0 - Temperatura corrigida do biogás, 293,15 K;

V_1 - Volume do gás no gasômetro, m^3;

P_1 - Pressão do biogás no instante da leitura, mm de H_2O; e

T_1 - Temperatura do biogás, em K, no instante da leitura.

Considerando-se a pressão atmosférica de Seropédica igual a 10290,90 mm de coluna d'água e pressão média conferida nos manômetros em mm de H_2O, obteve-se, como resultado, a seguinte expressão para a correção do volume de biogás (Equação 9).

$$V0 = \frac{V1}{T1} \times 293{,}9283 \qquad (2)$$

Para quantidade média de dejetos foi adotado 20, 40, 60, 80 e 100 bovinos leiteiros com produção de dejetos 15 kg (animal dia)$^{-1}$ (BARRERA, 1993). Sabendo-se o potencial de produção acumulada de biogás e a quantidade média de dejetos produzidos, foi determinada a produção de biogás gerado pela Equação 10.

$$PB = PPB \text{ X } QD \qquad (3)$$

Em que:

PB - Produção de Biogás, m^3;

PAB - Potencial de Produção Acumulada de Biogás, m^3 kg^{-1};

QD - Quantidade de Dejetos, kg.

A equivalência energética do biogás em relação a outros combustíveis foi determinada levando em conta o poder calorífico e a eficiência média de combustão. Apresenta-se na Tabela 1 a equivalência de biogás para cada combustível, segundo as fontes consultadas.

Tabela 16. Comparação entre o biogás e fontes energéticas

Combustíveis fósseis	Equivalência de um m^3 de biogás (EQB)	Unidade	Fontes
Lenha	1,536	kg	Barrera (1993)
GLP	1,430	kg	Nogueira (1986)

Sabendo-se a equivalência de biogás para cada combustível, foi estimada a conversão energética para cada combustível pela Equação 411.

$$CE = PB \times EQB \quad (4)$$

Em que:

CE - Conversão energética, m^3;

PB - Produção de biogás, $m^3\ kg^{-1}$;

EQB - Equivalência de um m^3 de biogás.

Para o cálculo da economia energética, considerou-se 0,56450 R$ kWh^{-1} para propriedades rurais localizadas no Rio de Janeiro com consumo até 300 kWh (LIGHT, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os dados de potencial acumulado e quantidade de produção de dejetos, foram calculados a produção de biogás. Apresentam-se os resultados na Tabela 2.

Tabela 17. Produção de biogás para diferentes quantidades de animais

Quantidade de animais	Quantidade de matéria orgânica (kg)	Produção de biogás (m^3)
20	1200	41
40	2400	82
60	3600	122
80	4800	163
100	6000	204

Para o biogás com destino ao consumo em uma bovinocultura, verificou-se que a partir da 12ª semana há fornecimento de biogás contínuo, variando de acordo com o número de animais na propriedade (Tabela 2).

A conversão energética obtida com os valores mostrados pelas Tabela 1 e 2 estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 18. Potencial de substituição dos combustíveis convencionais por biogás

Quantidade de animais	Lenha (kg)	GLP (kg)
20	63	58
40	125	117
60	188	175
80	251	233
100	313	292

Para o biogás com destino a substituição da lenha, a adoção de biodigestores em propriedades rurais para geração de energia térmica iria gerar a partir da 12ª semanas 63, 125, 188, 251 e 313 kg, respectivamente, para propriedade com 20, 40, 60, 80 e 100 cabeças de gado.

Segundo Vale & Resende (2002), o consumo residencial de lenha para a cocção de alimentos equivale a 10,54 kg por domicílio contendo cinco pessoas. Assim, a substituição da lenha pelo biogás poderia atender 6, 12, 18, 24 e 30 domicílios, respectivamente, para propriedade com 20, 40, 60, 80 e 100 cabeças de gado.

Verifica-se a importância da substituição da lenha pelo biogás, uma vez que contribui para redução de problemas de saúde pública devido à liberação de gases tóxicos pela combustão incompleta. Considerando que cada domicílio contenha cinco pessoas (VALE & RESENDE, 2002), a adoção de biodigestores visando cocção evitará com que 30 a 150 pessoas inalem gases tóxicos presentes no interior dos domicílios. Além desse fator, pode-se mencionar a redução de problemas ambientais devido ao desmatamento local para obtenção do combustível sólido.

Além da lenha para cocção, em propriedades rurais utiliza-se o GLP comercializado em botijão de 13 kg. No presente trabalho, pode-se obter com a adoção de biodigestores em propriedades rurais a partir da 12ª semana 58, 117, 175, 233 e 292 kg de GLP, respectivamente, para propriedade com 20, 40, 60, 80 e 100 cabeças de gado.

Considerando que cada domicílio utiliza um botijão de gás (13 kg) por mês (ESPERANCINI et al., 2007), no valor em média de R$ 86,00 (ANP, 2018), calculou-se a quantidade de botijões obtidos anualmente e o retorno financeiro (Tabela 4).

Tabela 4. Quantidade de botijões e economia anual do biogás em substituição ao GLP.

Quantidade de animais	Botijão (unidade)	Economia ao ano (R$)
20	54	4.631,62
40	108	9.263,23
60	162	13.894,85
80	215	18.526,46
100	269	23.158,08

A geração de energia térmica no próprio local de consumo acarreta na independência energética, visto que muitas vezes os moradores de comunidades isoladas e produtores rurais não têm acesso a energia devido à dificuldade da logística de transporte do combustível.

No geral, a adoção de biodigestores em propriedades rurais para geração de biogás visando energia térmica consiste em uma tecnologia viável e sustentável. O investimento inicial de um biodigestor canadense dimensionado para um rebanho de 100 vacas confinadas por 10 hé de R$ 21.841,56 com custo anual de R$ 1.754,58. Neste biodigestor há possibilidade de produção de biofertilizante de 6.301,21 kg dia^{-1} e biogás de 918,30 m^3 $mês^{-1}$ equivalendo a 1.313,17 kWh $mês^{-1}$(DAMM, 2018; DAMM et al., 2018). Assim, a economia obtida pelo proprietário e ou comunidade ao instalar um biodigestor pode ser revertida para própria propriedade.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, conclui-se viabilidade da substituição de qualquer uma das fontes energéticas pelo biogás proveniente de dejetos de bovino e de lodo de esgoto, gerado em biodigestores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Sistema de levantamento de preços. Disponível em: <https://preco.anp.gov.br/include/resumo_mensal_combustiveis.asp>. Acessado em: 30 de novembro de 2018.

BARRERA, P. Biodigestores - Energia, Fertilidade e Saneamento para Zona Rural. São Paulo: Ícone, 1993.

BRITO, J. O. O uso energético da madeira. Estudos Avançados, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 185-193, 2007.

BUNDHOO, Z.M.A.; MAUTHOOR, S.; MOHEE, R. Potential of biogas production from biomass and waste materials in the small island developing state of Mauritius. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 56, p. 1087-1100, 2016.

CARVALHO, T.; ANTUNES, M.N. Créditos de carbono e geração de energia com uso de biodigestores no tratamento de dejetos suínos. Revista Acadêmica Ciência Animal, v.4, n.3, p. 23-32, 2006.

DAM, S.E.G.A. Estudo de caso: implantação de biodigestor no setor de bovinocultura de leite da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2018. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

DAMM, S.E.G.A.; PAES, J.L.; QUEIROZ, C.K.; SANTOS, P.P.A.V.; RAMOS, V.A. potencial energético do setor de bovinocultura de leite da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2018, Maceió. Anais do Contecc 2018, Ano 5, v. 1.

ESPERANCINI, M. S. T.; COLEN, F.; BUENO, O. C.; PIMENTEL, A. E. B.; SIMON, E. J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do estado de são paulo. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 110-118, 2007.

GODOY, I. Fogão a lenha: um passatempo agradável, uma rotina perigosa. Jornal Brasileiro de Pneumologia, n.09, v. 34, p. 637-638, 2008.

HAGOS, K.; ZONG, J.; LI, D.; LIU, C.; LU, X. Anaerobic co-digestion process for biogas production: Progress, challenges and perspectives. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 76, p. 1485-1496, 2017.

LIGHT. Composição da tarifa. Disponível em: http://www.light.com.br/para-residencias/SuaConta/composicao-da-tarifa.aspx Acesso em: 22 de DEZ de 2018.

MATOS, C.F.; PAES, J.L.; PINHEIRO, E.F.M.; CAMPOS D.V.B. Biogas production from dairy cattle manure, under organic and conventional production systems. Engenharia Agrícola, v. 37, p. 1081-1090, 2017.

MENGEL, K; KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. Kluwer Academic Publishers. p.849, 2001.

NASCIMENTO, M.D.; BIAGGIONI, M.A.M. Avaliação energética do uso de lenha e cavaco de madeira para produção de energia em agroindústria seropédica. Revista Energia na Agricultura, v. 25, n. 3, p.104-117, 2010.

NOGUEIRA, L. A. H. Biodigestão a Alternativa Energética. Editora Nobel, São Paulo. 93p, 1986.

SOUZA, S.N.M.; PEREIRA, W.C.; NOGUEIRA, C.E.C.; PAVAN, A.A.; SORDI, A. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor-gerador utilizando biogás da suinocultura. Acta Scientiarum Technology, v.26, p.127-133, 2004.

VALE, A.T.; RESENDE, R. Estimativa do consumo residencial de lenha em uma pequena comunidade rural do Município de São João D'Aliança - GO. In Procedings of the 4th Encontro de Energia no Meio Rural, 2002, Campinas (SP) [online]. 2002 [cited 27 July 2017].

 ISBN: 978-85-66836-24-0

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE ABRIGOS INDIVIDUAIS PARA BEZERROS DE DIFERENTES TIPOLOGIAS UTILIZANDO CONTROLADOR BASEADO EM LÓGICA FUZZY

Sérgio Luís de Castro Júnior[1], Fernando de Lima Caneppele[2], Juliano Fiorelli[2]

[1]Núcleo de Pesquisa em Ambiência (NUPEA), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – USP, Piracicaba, SP. sergio.castro@usp.br
[2]Departamento de Engenharia de Biossistemas, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP, Pirassununga, SP. caneppele@usp.br, julianofiorelli@usp.br

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento térmico de dois modelos de abrigos individuais para bezerros leiteiros constituídos com diferentes tipologias de construção, utilizando como ferramenta avaliativa um sistema de controle baseado na lógica fuzzy. O abrigo referência (R) foi desenvolvido com laterais de painéis de madeira compensada, enquanto o modelo alternativo (A) apresentou vedação de dupla camada de placas de fibrocimento-celulose e miolo de poliestireno expandido, além de um forro à base de saco de cimento desintegrado e embalagens longa vida. Durante 21 dias de outono, nos horários das 09:00h, 11:00h, 14:00h e 17:00h, foram registradas a temperatura de bulbo seco (Tbs) e demais variáveis para o cálculo do Índice de Entalpia Específica (IEE), do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e da Carga Térmica Radiante (CTR), sendo estes inseridos como variáveis de entrada no sistema fuzzy proposto. A saída do sistema, por sua vez, foi a determinação do diagnóstico geral do conforto térmico para bezerros. Resultados médios semelhantes foram obtidos para os dois tratamentos durante todos os horários observados, indicando que a presença do forro e das paredes termicamente isoladas do modelo alternativo não contribuíram para a redução de calor no interior das instalações. Ademais, o modelo controlador fuzzy diagnosticou uma situação de alerta para o período mais crítico do dia (entre as 11:00h e 14:00h), em ambas as instalações.
Palavras-chave: materiais não convencionais de construção, inteligência artificial, índices de conforto térmico, construções rurais.

INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores que comprometem o desempenho da produção brasileira de bovinos de leite envolve a baixa adaptabilidade das espécies especializadas – em geral provenientes do continente europeu – nas condições climáticas tropicais e subtropicais do país. Nesse cenário, onde o estresse térmico torna-se problemático tanto para o bem-estar dos animais quanto para o desempenho zootécnico da produção, a busca por instalações adequadas torna-se cada vez mais relevante.

Entre as instalações mais comuns para os bezerros leiteiros encontram-se os abrigos móveis individuais, popularmente conhecidos como "casinhas tropicais", que vem

gradativamente substituindo as instalações coletivas de alvenaria. Embora no campo não se tenha obtido um consenso sobre quais materiais e estruturas são as mais adequadas para os abrigos móveis, diversos autores concordam que tais modelos são os mais eficazes para o alojamento dos animais na fase de aleitamento, tanto na perspectiva técnica quanto econômica (FERREIRA, 2005). Para proporcionar melhores condições térmicas no interior das instalações rurais, a literatura recomenda a utilização de subcoberturas e forros constituídos de materiais isolantes, com o intuito de aumentar a inércia térmica no interior dos abrigos e criando assim uma camada de ar em conjunto com a cobertura – o que dificulta a condução do fluxo de calor. Ademais, os recentes estudos com abrigos para bezerros vêm se preocupando também em incorporar materiais não convencionais de construção em sua composição, como forma de agregar valor e reutilizar resíduos da agroindústria (BARBIRATO et al., 2015).

Enquanto uma ferramenta utilizada dentro do conceito da inteligência artificial, a lógica fuzzy (ou nebulosa) ganha destaque ao permitir encontrar novas soluções para os problemas da agropecuária através da gestão inteligente dos dados. Este modelo difere da lógica convencional, que é baseada em sistemas binários (0 ou 1), ao permitir que os resultados sejam descritos em uma linguagem não-numérica próxima do raciocínio humano (CHENCI et al., 2011).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho térmico de abrigos móveis individuais para bezerros constituídos de diferentes tipologias e materiais de construção, utilizando como ferramenta de análise um sistema controlador baseado na lógica fuzzy.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cidade de Pirassununga – SP, no setor de bovinocultura leiteira do Campus Fernando Costa, pertencente à Universidade de São Paulo. O município está localizado nas coordenadas 21º57'02" Sul (latitude) e 47º27'50" Oeste (longitude), a uma altitude de 630 m. O clima é caracterizado como tropical, com verões chuvosos e invernos secos.

Foram considerados 2 tratamentos/abrigos individuais para bezerros, sendo: um modelo referência (R), tradicionalmente encontrado em campo, constituído de paredes laterais de placas planas de madeira compensada de 30 mm de espessura; e um modelo constituído com materiais não convencionais de construção (A), possuindo vedação de dupla camada de placas planas de fibrocimento com polpa de celulose (com 6 mm de

espessura cada) e miolo de poliestireno expandido de 50 mm de espessura + forro de baixa densidade constituído de placas planas à base de saco de cimento desintegrado e embalagens recicláveis longa vida. Os abrigos possuíam cobertura de telhas onduladas de fibrocimento NT, tiveram as mesmas dimensões internas e as vedações foram revestidas com tinta branca.

Para a caracterização térmica dos tratamentos, foram mensuradas a temperatura de bulbo seco (Tbs), temperatura de globo, temperatura do ponto de orvalho, umidade relativa e velocidade do vento no interior dos abrigos. A coleta de dados ocorreu durante 21 dias críticos, caracterizados como dias de sol sem a interferência de nuvens e sombreamentos, sendo considerados quatro horários de coleta: 09:00h, 11:00h, 14:00h e 17:00h. Os valores obtidos foram utilizados no cálculo do Índice de Entalpia Específica (IEE) – corrigida por Rodrigues et al., 2011 –, do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e da Carga Térmica Radiante (CTR).

Para o desenvolvimento do sistema controlador baseado na lógica fuzzy para o diagnóstico do conforto térmico (figura 1), foi utilizado a ferramenta *Fuzzy Logical Toolbox* do software MATLAB®.

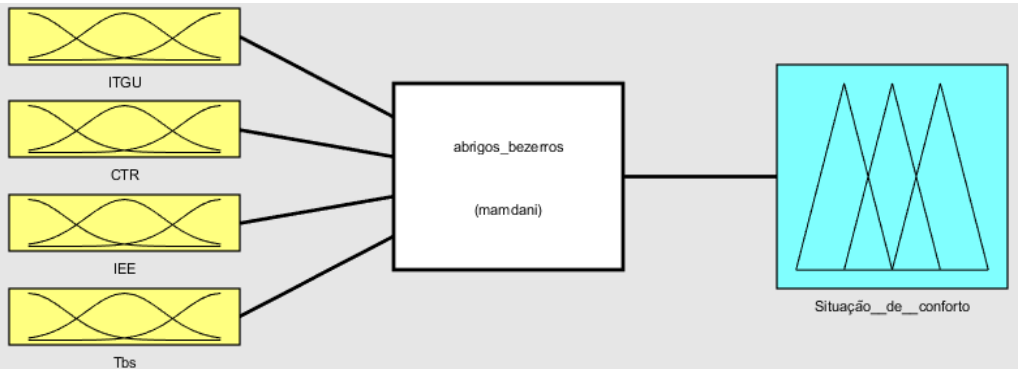


Figura 1. Sistema controlador fuzzy para determinação do conforto térmico de bezerros.

Como variáveis de entrada para o sistema fuzzy, foram consideradas a Tbs e os índices de conforto de interesse neste trabalho (IEE, ITGU e CTR). No processamento, foi utilizado o modelo de inferência de Mamdani e o conjunto de regras foi elaborado com a consulta aos especialistas, utilizando os parâmetros de conforto encontrados na literatura para cada variável de entrada. A saída, por sua vez, representou o diagnóstico geral da situação de conforto pela combinação dos valores de entrada, havendo três possibilidades: bezerros em situação de conforto térmico, bezerros em situação de alerta

e bezerros em situação emergencial de estresse. As variáveis de entrada e a variável de saída foram representadas por funções de pertinência trapezoidais e triangulares.

Por fim, os dados experimentais obtidos nos dois abrigos foram avaliados e comparados através de estatística descritiva (média e desvio padrão) e pelo modelo fuzzy proposto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os valores médios e os respectivos desvios-padrões da Tbs, IEE, ITGU e CTR no interior dos abrigos referência e não convencional.

Tabela 1. Valores médios e os respectivos desvio-padrões das variáveis de conforto

Horário	T	Tbs (ºC)	IEE (kJ/kg de ar seco)	ITGU	CTR
09:00h	R	20,16 ± 3,42	45,79 ± 7,89	73,05 ± 4,74	456,42 ± 22,75
	A	20,62 ± 3,44	46,62 ± 7,86	73,37 ± 4,96	458,05 ± 24,70
11:00h	R	25,23 ± 3,30	51,02 ± 7,61	74,76 ± 4,00	465,02 ± 19,08
	A	24,72 ± 3,25	51,69 ± 7,78	73,92 ±3,99	460,62 ± 18,68
14:00h	R	28,60 ± 2,94	52,51 ± 6,34	76,58 ± 3,42	479,89 ± 17,51
	A	27,98 ± 2,97	53,62 ± 7,07	75,97 ± 3,61	475,55 ± 17,76
17:00h	R	24,02 ± 2,66	47,16 ± 6,70	70,30 ± 3,40	444,88 ± 15,47
	A	24,29 ± 2,66	48,51 ± 6,76	70,97 ± 3,41	447,70 ± 15,80

Ao avaliar por horário, nota-se que todos os índices foram crescendo ao longo do dia, obtendo médias brutas maiores no horário das 14:00h e seguido de queda às 17:00h, acompanhando o mesmo padrão da temperatura externa ao longo de um dia crítico sem chuva. Em condições de outono brasileiro, onde as temperaturas diárias continuam relativamente altas, quanto menor os valores de Tbs, IEE, ITGU e CTR, melhor é a situação de conforto térmico dos bezerros. Contudo, ao comparar os dois tratamentos, foram obtidas médias brutas semelhantes para os abrigos referência e alternativo para todas as variáveis.

Utilizando o sistema fuzzy desenvolvido para esse estudo, simulações foram realizadas com os dados experimentais obtidos em campo. A tabela 2 apresenta os resultados numéricos e linguísticos da situação de conforto dos bezerros gerados pela lógica de inferência fuzzy. O valor numérico de saída varia de 0 (100% conforto) a 1 (100% emergencial), sendo que neste estudo foi obtido o valor máximo de 0,5 no período mais crítico do dia (entre 11:00h e 14:00h). A correspondente linguística mostra que cenários de conforto foram obtidos durante a manhã e situações de alerta no meio do dia,

para ambos os tratamentos. No fim de tarde (17:00h), o sistema controlador fuzzy admitiu uma situação de conforto para o tratamento R e uma mudança de alerta para conforto para o tratamento A.

Tabela 2. Valores numéricos e linguísticos obtidos pelo sistema controlador fuzzy

Horário	Situação de conforto			
	Valor numérico		Valor linguístico	
	R	A	R	A
09:00h	0,153	0,153	100% conforto	100% conforto
11:00h	0,500	0,500	100% alerta	100% alerta
14:00h	0,500	0,500	100% alerta	100% alerta
17:00h	0.153	0,310	100% conforto	55% alerta e 45% conforto

Os resultados mostram que a inclusão de forro e materiais isolantes de vedação (presentes no tratamento A) não culminaram em melhorias da situação de conforto para bezerros alojados durante o outono. Resultados semelhantes foram encontrados por Cravo et al. (2009), indicando que a presença de forro de baixa densidade pode acarretar na dificuldade de dissipar a energia térmica no interior das instalações. Dessa maneira, mesmo caracterizado como material isolante, a radiação emitida através do forro pode sofrer reflexão do solo e retornar ao material, garantindo aos painéis uma condição de alta difusividade térmica – sendo este um efeito reverso ao esperado. Vale destacar que a resistência de dissipar calor da instalação alternativa se torna agravante devido ao espaço relativamente pequeno no interior do abrigo. Somando a isso, os abrigos individuais possuem uma das fachadas (de entrada) totalmente aberta, sendo assim 1/4 da vedação lateral responsável pela passagem livre de circulação de ar, que traz consigo as características climáticas do ambiente externo. Sendo assim, o clima externo pode influenciar de forma intensiva nas condições de ambiência no interior dos abrigos.

CONCLUSÃO

A incorporação de materiais isolantes no forro e vedação lateral de abrigos para bezerros não significou em mudanças acentuadas no microclima das instalações. Contudo, em uma situação de outono, ambos os ambientes apresentaram situação de conforto durante a manhã e no fim da tarde, partindo para um cenário mais crítico por volta do meio dia. Ademais, a modelagem fuzzy mostrou-se como uma importante ferramenta inteligente de avaliação ao combinar os diferentes índices bioclimáticos para a obtenção de um diagnóstico geral da situação de conforto térmico de bezerros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGGRÁFICAS

BARBIRATO, G.; FIORELLI, J.; LINO, G.; CRAVO, J. C. M.; BERTOLINI, M. S.; LAHR, F. A. R. Desempenho térmico de bezerreiros cobertos com telha de fibrocimento e forro ecológico de subprodutos agroindústrias associado a materiais isolantes. Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas, v. 9, p. 261-267, 2015.

CHENCI, G. P.; RIGNEL, D. G. S.; LUCAS, C. A. Uma introdução à lógica Fuzzy. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e de Gestão Tecnológica, v. 1, n. 1, 2011.

CRAVO, J. C. M. et al. Evaluation of recycled tiles and OSB ceiling materials in closed broiler house prototypes. Revista Brasileira Ciência Avícola, Campinas, SP, vol. 11, n. 4, p. 219-224, 2009.

FERREIRA, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. 1ed.Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 528p.

RODRIGUES, V. C.; DA SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; NASCIMENTO, S. T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. International Journal of Biometeorology, v.55, p. 455-459, 2011.

DIFERENTES CONFIGURAÇÕES *FUZZY* APLICADAS A PREDIÇÃO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA DE FRANGOS DE CORTE

Bruna Campos Amaral[1], Marcelo Bahuti[1], Tadayuki Yanagi Junior[1], Lucas Henrique Pedrozo Abreu[1], Alessandro Torres Campos[1], Bruna Pontara Vilas Boas Ribeiro[1], Maria Alice Junqueira Gouvêa Silva[1]

[1]Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG.
bruna.amaral@engagricola.ufla.br, marcelo_bahuti@hotmail.com, yanagi@deg.ufla.br, lucas.abreu@deg.ufla.br, campos@ deg.ufla.br, brunapontara07@gmail.com, malicejgsilva@gmail.com

RESUMO – O controle do ambiente de criação é essencial para obter o máximo desempenho produtivo das aves. Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho, desenvolver sistemas *fuzzy* para predizer a conversão alimentar de frangos de corte, submetidos a diferentes condições de temperatura do ar (24, 27, 30 e 33 ºC) e diferentes períodos de exposição (1, 2, 3 e 4 dias) durante a segunda semana de criação. Foram utilizadas aves da linhagem Cobb 500, alojadas em ambiente climatizado durante 21 dias para obtenção dos dados de conversão alimentar para posterior desenvolvimento dos sistemas *fuzzy*. Os valores de temperatura do ar e os períodos de exposição foram utilizados como variáveis de entrada dos sistemas, nos quais, foram desenvolvidos a partir dos métodos de inferência Mamdani e Sugeno, utilizando todos os métodos de defuzzificação disponíveis. Os valores de predição dos sistemas foram comparados aos dados experimentais por meio de indicadores estatísticos. Os resultados indicaram, para os dados em questão, que o modelo Sugeno apresentou melhor acurácia para a predição da conversão alimentar.
Palavras-chave: conversão alimentar, inferência *fuzzy*, resposta produtiva.

INTRODUÇÃO

A carne de frango vem se consolidando ao longo dos anos como uma fonte de proteína mais acessível economicamente, movimentando o mercado e aumentando a demanda para os produtores. Nesse contexto, a fim de atender tanto o mercado interno quanto externo, faz-se necessário a implementação de técnicas que possibilitem alcançar a máxima produtividade das aves.

A eficiência na produção de frangos de corte ocorre quando as aves se encontram em bem-estar, sendo este, o estado no qual os animais possuem tanto saúde física quanto mental, estando, portanto, em harmonia com o ambiente de criação (CAMERINI et al., 2016). Desse modo, as variáveis térmicas como, temperatura e umidade relativa do ar,

atuam diretamente no conforto dos animais, pois, influenciam suas trocas de calor corporal com o meio (GARCIA et al., 2012; LOPES et al., 2015).

Assim, quando as condições climáticas do alojamento não estão dentro do intervalo adequado que promova a termoneutralidade da ave, o ambiente torna-se desconfortável (BARACHO et al., 2013). A determinação da condição de conforto das aves pode ser por meio das respostas produtivas, que são capazes de traduzirem a eficiência do processo de criação, sendo facilmente analisada através da conversão alimentar (ROCHA et al., 2010).

Desse modo, faz-se necessário o acompanhamento bioclimático do ambiente de criação, assim como o monitoramento e controle das respostas produtivas. Tal predição, tem-se destacado por meio da lógica *fuzzy*, ferramenta que pode ser utilizada como auxílio à tomada de decisão. No entanto, a modelagem *fuzzy* pode ser configurada de diversas formas, requerendo estudo e análise de especialistas.

Diante do exposto, objetivou-se por meio desse trabalho, elaborar e comparar diferentes sistemas *fuzzy*, a fim de alcançar a máxima eficiência em predizer a conversão alimentar de frangos de corte, submetidos a diferentes temperaturas e dias de exposição durante a segunda semana de vida das aves.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em quatro unidades experimentais de túneis de vento climatizados, instalados no Laboratório de Ambiência Animal da Universidade Federal de Lavras, no qual possui 2 sistemas de ar condicionado com potência de 18.000 BTUs cada, destinados ao controle e manutenção da temperatura da sala.

No total, foram utilizados 240 frangos de corte da linhagem Cobb 500, conduzido em quatro etapas experimentais de 21 dias cada (60 aves por etapa) e obtidos de um incubatório ao primeiro dia de vida. Cada túnel de vento possuía em seu interior uma gaiola (0,40 x 0,60 m) com três repartições, na qual, foram alocadas 15 aves na primeira semana de vida (5 por repartição).

As gaiolas foram equipadas com comedouros e bebedouros de forma a manter, tanto ração quanto água, disponíveis *ad libitum*. Além disso, as gaiolas foram higienizadas diariamente para evitar a formação de gases e proporcionar um ambiente favorável à criação (SOUSA et al., 2016).

Para a primeira, segunda e terceira semana de criação, as luminosidades foram fixadas em 25, 10 e 5 lux, respectivamente. Por sua vez, a umidade relativa do ar foi ajustada em 60% e a velocidade do ar a 0,2 ± 0,1 $m.s^{-1}$.

Por fim, ao final de cada semana, uma ave de cada repartição foi retirada, permanecendo assim 4 e 3 aves durante a segunda e terceira semana de vida, respectivamente. A retirada das aves com o passar das semanas ocorre devido ao seu crescimento, sendo necessário respeitar a densidade de criação recomendada pelo manual (COBB, 2013; SCHIASSI et al., 2015).

Com relação aos tratamentos, as aves foram submetidas a condição de estresse térmico somente na segunda semana de vida, com temperaturas de 24, 27 ou 33º C em cada uma das etapas experimentais, propiciando estresse por altas ou baixas temperaturas (CONY & ZOCCHE, 2004). Dessa forma, durante a primeira e terceira semana de criação, as temperaturas foram mantidas em 33 e 27 ºC, respectivamente, estabelecidas como temperaturas termoneutras para essas idades (CONY & ZOCCHE, 2004).

Além do mais, na mesma etapa experimental, cada um dos quatro tuneis de vento foram submetidos a um período de exposição ao estresse térmico (1, 2, 3 ou 4 dias) sendo aplicados nos dias 8, 9, 10 e 11, que compõem a segunda semana de vida. Posteriormente, nos demais dias da segunda semana, as temperaturas retornaram ao nível de conforto recomendado para essa fase da vida das aves (30º C). Por último, um tratamento controle foi realizado mantendo-se 30 ºC ao longo de toda a segunda semana. A Tabela 1 exemplifica o emprego das temperaturas e os dias em que foram aplicadas em cada tratamento.

Tabela 1. Distribuição da aplicação das temperaturas de exposição em cada tratamento.

Dias	**Tratamentos**												
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13 a 16**
1 a 7	33°C												
8	**33°C**	**33°C**	**33°C**	**33°C**	**27°C**	**27°C**	**27°C**	**27°C**	**24°C**	**24°C**	**24°C**	**24°C**	30°C
9	30°C	**33°C**	**33°C**	**33°C**	30°C	**27°C**	**27°C**	**27°C**	30°C	**24°C**	**24°C**	**24°C**	30°C
10	30°C	30°C	**33°C**	**33°C**	30°C	30°C	**27°C**	**27°C**	30°C	30°C	**24°C**	**24°C**	30°C
11	30°C	30°C	30°C	**33°C**	30°C	30°C	30°C	**27°C**	30°C	30°C	30°C	**24°C**	30°C
12 a 14	30°C												
15 a 21	27°C												

Desse modo, ao final de cada etapa experimental, foram quantificados dados de ganho de peso e consumo de ração total, a fim de mensurar a conversão alimentar acumulada ao longo das três semanas de criação.

Após a coleta dos dados experimentais, iniciou-se a modelagem *fuzzy* com a definição das funções de pertinência das entradas (temperatura do ar e período de exposição) e saída (conversão alimentar). O *Fuzzy Logic Designer* do MATLAB, tem como opção dois métodos de inferência para aplicação da lógica *fuzzy*, o método de Mamdani (1974) e Takagi e Sugeno (1985), no qual, cada inferência dispõe de diferentes funções para a representação da variável de saída, assim como diferentes métodos de defuzzificação.

Com base nos dados coletados, foram definidas nove funções para a variável de saída, de modo que nos dois métodos de inferências, as saídas possuem grau de pertinência equivalentes a 1,0 nos mesmos pontos de domínio da variável.

Na Tabela 2 observam-se os parâmetros de definição para as variáveis de entrada de ambas as metodologias, nas quais foram definidas por funções triangulares. Por sua vez, na Tabela 3 estão as especificações dos conjuntos *fuzzy* e conjuntos *singletons* para a variável de saída das inferências Mamdani e Sugeno, respectivamente.

Tabela 2. Parâmetros de definição das funções de pertinência do tipo triangular para as variáveis de entrada dos sistemas *fuzzy* com inferência Mamdani e Sugeno

Temperaturas de exposição (°C)				
Função	T_1	T_2	T_3	T_4
Parâmetros	[24; 24; 27]	[24; 27; 30]	[27; 30; 33]	[30; 33; 33]
Período de exposição (dias)				
Função	D_1	D_2	D_3	D_4
Parâmetros	[0; 1; 2]	[1; 2; 3]	[2; 3; 4]	[3; 4; 4]

Tabela 3. Parâmetros das funções de pertinência triangulares para a variável de saída (conversão alimentar) na inferência Mamdani e parâmetros das funções *singletons* para a variável saída (conversão alimentar) na inferência Sugeno.

Inferência	**Parâmetros das funções de saída**		
	Função 1	**Função 2**	**Função 3**
Mamdani	[1,24; 1,25; 1,27]	[1,25; 1,27; 1,31]	[1,31; 1,35; 1,37]
Sugeno	1,25	1,27	1,35
	Função 4	**Função 5**	**Função 6**
Mamdani	[1,36; 1,37; 1,39]	[1,38; 1,39; 1,42]	[1,4; 1,42; 1,45]
Sugeno	1,37	1,39	1,42
	Função 7	**Função 8**	**Função 9**
Mamdani	[1,43; 1,45; 1,48]	[1,46; 1,47; 1,49]	[1,47; 1,49; 1,5]
Sugeno	1,45	1,47	1,49

Além de variar os tipos de funções de pertinência na representação dos dados, foram também utilizados todos os métodos de defuzzificação, a fim de encontrar o sistema com a configuração que promova a melhor simulação.

O MATLAB tem como opções de defuzzificação, para a inferência de Mamdani, os métodos do centro de gravidade (centroide), bissetor da área (bissetor), maior dos máximos (lom), média dos máximos (mom) e o menor dos máximos (som). Por sua vez, o controlador do tipo Sugeno apresenta dois tipos de dufuzzificação, a média ponderada (wtaver) e a soma ponderada (wtsum).

Por fim, para comparar os dados simulados pelos modelos propostos aos dados quantificados experimentalmente, foram calculados o desvio padrão médio (S), erro percentual médio (Ep), erro absoluto médio (Ea) e o coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo foram desenvolvidos sete modelos *fuzzy*, de modo que os valores preditos para conversão alimentar dos frangos de corte foram comparados aos valores coletados experimentalmente nos tuneis climatizados. Os indicadores estatísticos para comparação estão listados na Tabela 4.

Tabela 4. Indicadores estatísticos para os sistemas *fuzzy* propostos com diferentes inferências e métodos de defuzzificação.

Inferência	Defuzzificação	Indicadores			
		S ($g.g^{-1}$)	Ep (%)	Ea ($g.g^{-1}$)	R^2
Mamdani	centroide	0,0044	0,4565	0,0063	0,9897
	bissetor	0,0044	0,4565	0,0063	0,9897
	mom	0,0033*	0,3344*	0,0047*	0,9943*
	lom	0,0033*	0,3344*	0,0047*	0,9943*
	som	0,0033*	0,3344*	0,0047*	0,9943*
Sugeno	wtaver	0,0031*	0,3147*	0,0044*	0,9945*
	wtsum	0,0031*	0,3147*	0,0044*	0,9945*

* Indica os melhores resultados dentro de cada inferência *fuzzy* quando analisado na coluna.

Ao analisar as defuzzificações na inferência Mamdani verifica-se que os menores erros foram obtidos pelos métodos mom, lom e som, que apesar de serem métodos distintos, apresentaram índices estatísticos idênticos. Os métodos de centroide e bissetor também resultaram em valores iguais de predição, porém inferiores aos demais.

No geral, os melhores resultados de predição para a conversão alimentar das aves foram obtidos pela inferência Sugeno, independente do método de defuzzificação aplicado, nos quais, S, Ep, Ea e R^2 foram equivalentes a 0,0031; 0,3147; 0,0044 e 0,9945, respectivamente.

Marques et al. (2016) ao desenvolverem um sistema *fuzzy*, com inferência Mamdami e defuzzifcação centroide, para a predição da conversão alimentar de codornas, encontraram valores médios de S e Ep de 0,85 $g.g^{-1}$ e 3,84 %, respectivamente. Ainda utilizando Mamdani com método centroide, Ponciano et al. (2012) ao elaborarem um sistema *fuzzy* para a conversão alimentar de frangos de corte com idades de 1 a 21 dias, obtiveram valores de 0,02; 2,16; 0,02 e 0,976 para S, Ep, Ea e R^2, respectivamente, quando comparados aos valores obtidos experimentalmente, demonstrando eficiência da metodologia *fuzzy* para predição de respostas produtivas das aves.

Por sua vez, Kisi (2013) desenvolveu e comparou sistemas *fuzzy* para modelagem da evapotranspiração de referência a partir dos dois modelos de inferência. De modo a obter valores para Ea e R^2 equivalentes a 0,233 e 0,978, respectivamente, a partir do método Mamdani, e valores de 0,073 e 0,998, respectivamente, utilizando a inferência Sugeno. Dessa forma, o autor relata que o sistema Sugeno foi mais rápido e obteve melhor precisão do que o sistema Mamdani.

Segundo Oliveira et al. (2006), o desempenho dos frangos de corte pode ter uma ampla variação em situações de desconforto térmico quando comparado ao estado de homeotermia. Assim, devido aos tratamentos experimentais (variação das temperaturas do ar e dias de exposição), os valores observados de conversão alimentar das aves apresentaram considerável amplitude. Apesar disso, a lógica *fuzzy* mostrou-se como uma metodologia de alto desempenho no ajuste de um modelo de predição.

Ademais, os resultados obtidos nesse estudo corroboram com Bahuti et al. (2018), no qual também verificaram maiores acurácias na inferência Sugeno, para predição da temperatura superficial de frangos de corte, quando comparada a inferência Mamdani.

CONCLUSÃO

A lógica *fuzzy* possui alto desempenho aplicada a predição da conversão alimentar de frangos de corte, submetidos a diferentes temperaturas do ar e durações de exposição durante a segunda semana de vida, podendo ser embarcada em sistemas de controle.

A partir da análise realizada, verifica-se a necessidade de averiguar a adequabilidade dos dados às diferentes metodologias de inferência e métodos de defuzzificação. No geral, para os dados desse estudo, a inferência Sugeno obteve melhor desempenho quando comparada a inferência Mamdani, independente do método de defuzzificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAHUTI, M.; ABREU, L.H.P.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R.R.; CAMPOS, A.T. Performance of fuzzy inference systems to predict the surface temperature of broiler chickens. Engenharia Agrícola, v. 38, n. 6, 2018.

BARACHO, M.S.; CASSIANO, J.A.; NÄÄS, I.A.; TONON, G.S.; GARCIA, R.G.; ROYER, A.F.B.; MOURA, D.J.; SANTANA, M.R. Ambiente interno em galpões de frango de corte com cama nova e reutilizada. Revista Agrarian, v. 6, n. 22, p. 473-478, 2013.

CAMERINI, N.L.; SILVA, R.C; NASCIMENTO, J.W.B.; OLIVEIRA, D.L.; SOUZA, B.B Variação da temperatura superficial de aves poedeiras criadas em dois sistemas de criação utilizando termografia. Agropecuária Científica no Semiárido, v. 12, n. 2, p. 145-152, 2016.

COBB. Broiler Management Guide. Cobb-Vantress. 2013. 73p.

CONY, A.V.; ZOCCHE, A.T. Manejo de frangos de corte. In: MENDES, A.; NÄÄS, I. de A.; MACARI, M. (Ed.). Produção de frangos de corte. Campinas: Facta, 2004. p.118-136.

GARCIA, R.G.; ALMEIDA PAZ, I.C.L; CALDARA, F.R.; NAAS, I.A.; PEREIRA, D.F.; FERREIRA, V.M.O.S. Selecting the Most Adequate Bedding Material for Broiler Production in Brazil. International Journal of Poultry Science, v.14, n.2, p.71-158, 2012.

KISI, O. Applicability of Mamdani and Sugeno fuzzy genetic approaches for modeling reference evapotranspiration. Journal of hydrology, v. 504, p. 160-170, 2013.

LOPES, J.C.O.; RIBEIRO, M.N.; LIMA, V.B.S. Estresse por calor em frangos de corte. Revista Eletrônica Nutri-Time, v. 12, p. 4478-4487, 2015.

MAMDANI, E.H. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. In Proceedings of the institution of electrical engineers, v. 121, n. 12, p. 1585-1588, 1974.

MARQUES, J.I.; LOPES NETO, J.P.; LOPES, F.F.; FURTADO, D.A.; ARAUJO, T.G. Fuzzy modeling in the prediction of climate indices and productive performance of quails kept in climate chamber. Engenharia Agrícola, v. 36, n. 4, p. 604-612, 2016.

OLIVEIRA, R.D.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.D.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 3, p. 797-803, 2006.

PONCIANO, P.F.; YANAGI JUNIOR, T.; SCHIASSI, L.; CAMPOS, A.T.; NASCIMENTO, J.W. Sistema fuzzy para predição do desempenho produtivo de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade Fuzzy system to predict productive performance of broiler chicks from 1 to 21 days old. Engenharia Agrícola, v. 32, n. 3, p. 446-458, 2012.

ROCHA, H.P.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B; SILVA, J.H.V. Índices bioclimáticos e produtivos em diferentes galpões avícolas no semiárido paraibano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 12, p. 1330–1336, 2010.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; REIS, G.M.; ABREU, L.H.P.; CAMPOS, A.T.; CASTRO, J.O. Modelagem Fuzzy aplicada na avaliação do desempenho de frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.2, p.140-146, 2015.

SOUSA, F.C.; TINÔCO, I.F.F.; PAULA, M.O.; SILVA, A.L.; SOUZA, C.F.; BATISTA, F.J.F.; BARBARI, M. Medidas para minimizar a emissão de amônia na produção de frangos de corte: revisão. Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas, v. 10, n. 1, p. 51-61, 2016.

TAKAGI, T.; SUGENO, M. Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, v.1, p. 116-132, 1985.

MODELAGEM *FUZZY* APLICADA NA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE GALINHAS POEDEIRAS NAS PRIMEIRAS SEMANAS DE VIDA

Rafaella Resende Andrade[1], Marcelo Bahuti[2], Bruna Campos Amaral[2], Lucas Henrique Pedrozo Abreu[2], Rômulo Marçal Gandia[2], Murilo Santos Freire[2], Jacqueline Cardoso Ferreira[2].

[1]Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. rafaella.andrade@ufv.br, [2]Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG. marcelo_bahuti@hotmail.com, bruna.amaral@engagricola.ufla.br, lucas.abreu@deg.ufla.br, romagandia@gmail.com, murilo.s.freire@gmail.com, jacardosof@yahoo.com.br

RESUMO – Promover condições ideais nas primeiras semanas de vida das aves são essenciais para a sua futura eficiência produtiva, gerando reflexos positivos durante o ciclo de vida das mesmas, em função das exposições térmicas a qual foram submetidas. Desse modo, objetivou-se desenvolver o modelo *fuzzy* para predição do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, durante as seis primeiras semanas de vida, em diferentes condições térmicas de alojamento. As variáveis de entrada para o modelo *fuzzy* foram as temperaturas de exposição e as idades das aves. A inferência foi realizada por meio da metodologia Mamdani e a defuzzificação pelo método do centro de gravidade. Na comparação dos resultados obtidos na simulação do modelo, com os dados experimentais, evidencia-se eficiência satisfatória na determinação das respostas, apresentando erro absoluto máximo equivalente a 0,395 g e coeficiente de determinação mínimo igual a 0,9872 dentre todas as variáveis. Desse modo, o modelo *fuzzy* é eficiente, pois é capaz de explicar ao menos 98,72% do comportamento dos dados para todas a variáveis, sendo, portanto, boa alternativa para auxiliar a tomada de decisão.
Palavras-chave: ambiência animal, predição, respostas produtivas, galinhas.

INTRODUÇÃO

As aves precisam ser criadas em ambiente térmico apropriado, com adequado controle da temperatura do ar, a fim de permitir que o animal expresse todo o seu potencial genético para obter a máxima produtividade (GARCIA et al., 2012). Para tal, as galinhas poedeiras necessitam do ambiente térmico apropriado já na fase inicial da vida, pois, condições adversas afetam o metabolismo do animal, que por sua vez, gera efeitos permanentes sobre a produtividade (ANDRADE et al., 2017; MENEGALI et al., 2013).

Segundo Cordeiro et al. (2010), a correlação entre as respostas produtivas das aves e o ambiente térmico tem sido reportada em diversos trabalhos, de forma que, a avaliação da condição de conforto pode ser realizada por meio de parâmetros zootécnicos como, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (ROCHA et al., 2010).

Assim, as respostas produtivas são ótimas formas de avaliação da eficiência na criação das aves. Sendo que a temperatura recomendada, para o ambiente de alojamento das aves, varia de acordo com a idade dos animais, existindo assim, interação complexa. Desse modo, faz-se necessário a utilização de técnicas capazes de predizer o desempenho produtivo em diversas situações térmicas do ambiente.

Dentre as técnicas utilizadas para a avaliar o desempenho das aves, temos a lógica *fuzzy*, que tem sido utilizada tanto para predição de respostas produtivas (ABREU et al., 2015) quanto fisiológicas (FERREIRA et al., 2012) principalmente para frangos de corte.

Diante do exposto, objetivou-se desenvolver um modelo, a partir da lógica *fuzzy*, para a predição do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de galinhas poedeiras nas primeiras semanas de vida alojadas em diferentes condições térmicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados nesse trabalho foram obtidos por Andrade (2017), no qual utilizou aves da linhagem Lohmann LSL Lite, abrigadas em câmaras climáticas com dimensões de 3,2 x 2,44 x 2,38 metros de comprimento, largura e altura, respectivamente, sendo alojadas em gaiolas no período de 42 dias.

Durante o período de alojamento, as poedeiras foram submetidas a diferentes temperaturas em cada semana do período de criação, conforme Tabela 1, a fim de proporcionar estresse térmico por altas temperaturas (tratamento 2: 38, 31, 29, 26, 22 e 22 ºC para 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º semana, respectivamente) e baixas temperaturas (tratamento 3: 28, 25, 23, 20, 17 e 17 ºC; e tratamento 4: 25, 22, 20, 17, 17 e 17 ºC; ambos aplicados na 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º semana, respectivamente). Ademais, também foi realizado um tratamento controle com as temperaturas recomendadas para cada semana de vida (tratamento 1: 33, 28, 26, 23, 19 e 19 ºC para 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º semana, respectivamente), conforme o manual de criação da linhagem (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)). A umidade relativa do ar aplicada foi de 60 ± 5 % (MEDEIROS et al., 2005).

Desse modo, os efeitos das temperaturas sobre as respostas produtivas como, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, foram obtidas ao final de cada semana, sendo mensurados os parâmetros Zootécnicos nos dias 8, 15, 22, 29, 36 e 42 de criação das aves.

Tabela 1. Temperaturas de exposição aplicadas no ambiente de criação das poedeiras em cada fase de vida

Temperaturas de exposição (º C)						
Tratamentos	**Idade (dias)**					
	1 a 7	**8 a 14**	**15 a 21**	**22 a 28**	**29 a 35**	**36 a 42**
1	33	28	26	23	19	19
2	38	31	29	26	22	22
3	28	25	23	20	17	17
4	25	22	20	17	17	17

Assim, iniciou-se o desenvolvimento do modelo *fuzzy*, em que, foram definidas como variáveis de entrada os valores das temperaturas aplicadas sobre as aves, assim como suas respectivas idades. Já as variáveis de saída para o sistema foram o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar.

O modelo foi desenvolvido no MATLAB, a partir do *Fuzzy Logic Designer*, sendo utilizada a inferência de Mamdani (1974) com método defuzzificação centroide, uma vez que, essa configuração tem alcançado bons níveis de predição de respostas produtivas de aves (ABREU et al., 2015; PONCIANO et al., 2012; SCHIASSI et al., 2015).

Os parâmetros de definição das funções de pertinência que compõem as variáveis de entrada estão listados na Tabela 2. Por sua vez, na Figura 1 contém as funções de pertinência para as variáveis de saída do modelo. Para ambas as variáveis foram utilizadas funções triangulares.

Tabela 2. Parâmetros de definição das funções de pertinência das variáveis de entrada, temperatura de exposição (ºC) e idade das aves (dias)

Entrada 1				
Temperaturas de exposição	T_{17} [17; 17; 18.9]	T_{19} [17,1; 19; 19,9]	T_{20} [19,1; 20; 21,9]	T_{22} [20,1; 22; 22,9]
	T_{23} [22,1; 23; 24,9]	T_{25} [23.1; 25; 25.9]	T_{26} [25,1; 26; 27,9]	T_{28} [26,1; 28; 28,9]
	T_{29} [28,1; 29; 30,9]	T_{31} [29,1; 31; 32,9]	T_{33} [31,1; 33; 37,9]	T_{38} [33,1; 38; 38]
Entrada 2				
Idades	I_8 [8; 8; 15]	I_{15} [8; 15; 22]	I_{22} [15; 22; 29]	
	I_{29} [22; 29; 36]	I_{36} [29; 36; 42]	I_{42} [36; 42; 42]	

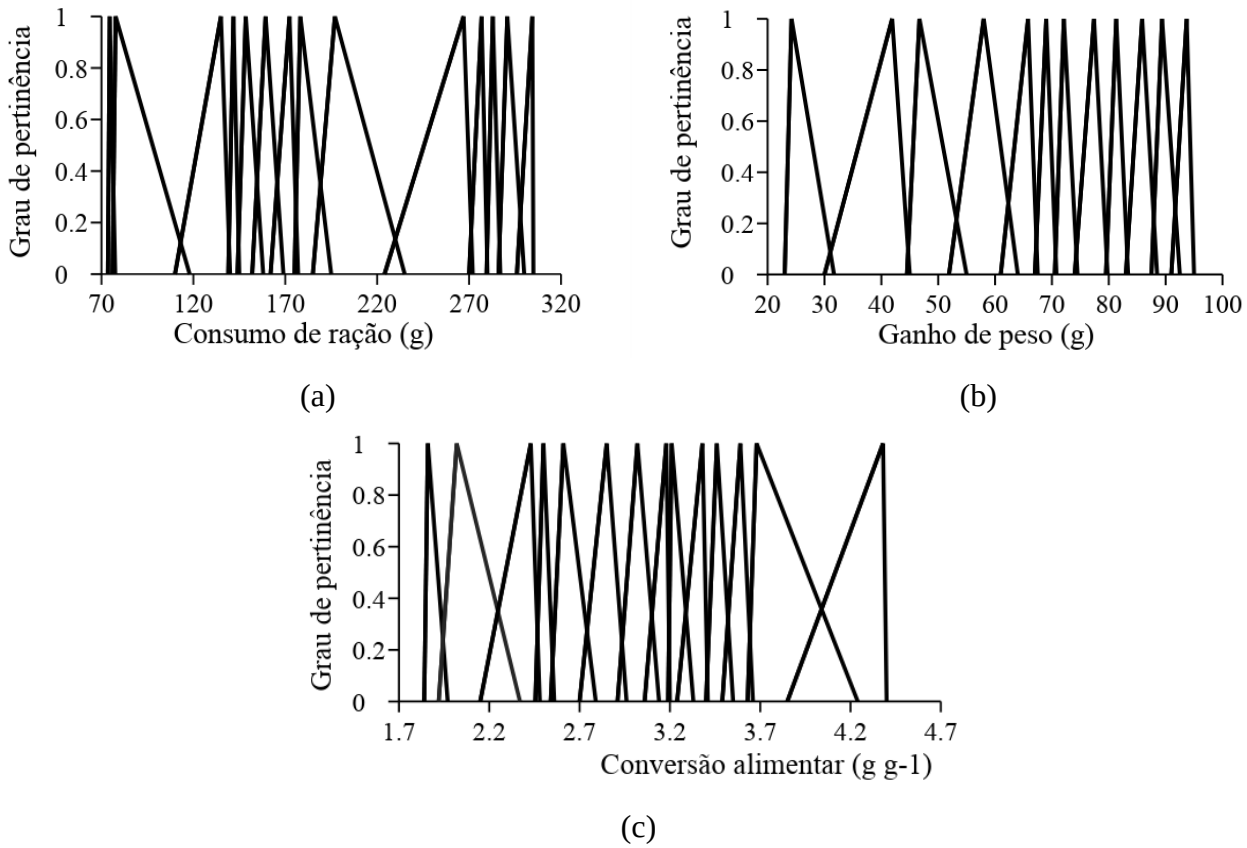


Figura 1. Funções de pertinência triangulares aplicadas às variáveis de saídas (a) consumo de ração (b) ganho de peso e (c) conversão alimentar.

O sistema de regras foi desenvolvido com base nas combinações das variáveis de entradas, nas quais foram atribuídos peso igual a 1, a fim de proporcionar igualdade de relevância para cada regra (SARGOLZAIE et al., 2008; ABREU et al., 2015). De modo que, tanto as regras quanto as definições dos parâmetros das funções de pertinência, foram realizadas por meio de especialistas, segundo metodologia de Cornelissen et al. (2002). Por fim, para testar o sistema *fuzzy*, os dados obtidos experimentalmente foram confrontados aos dados da predição por meio de índices estatísticos como, desvio padrão, erro percentual, erro absoluto e coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Cordeiro et al. (2010) e Andrade (2017), as primeiras semanas de vida das aves são importantes para o seu desenvolvimento, e eventuais irregularidades no ambiente de criação podem gerar perdas produtivas ao longo de todo o ciclo da ave. Dessa forma, faz-se necessário o conhecimento e o controle sobre o ambiente de criação, a fim de alcançar a máxima produtividade.

As respostas produtivas obtidas através do experimento, assim como as preditas pelo sistema *fuzzy*, estão dispostas na Tabela 3, juntamente com os indicadores estáticos para a comparação.

Tabela 3. Comparação dos valores de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) obtida por meio do experimento e por meio do sistema *fuzzy*

Tratamentos		**Dados experimentais**			**Dados *fuzzy***			**Desvio padrão**			**Erro percentual**			**Erro absoluto**		
Temp. (ºC)	**Idade**	**CR**	**GP**	**CA**	**CR**	**GP**	**CA**	**CR**	**GP**	**CA**	**CR**	**GP**	**CA**	**CR**	**GP**	**CA**
38	8	73,78	23,18	3,18	74,90	26,30	3,15	0,79	2,21	0,02	1,52	13,46	1,03	1,12	3,12	0,03
31	15	140,83	40,51	3,48	142,00	38,60	3,47	0,83	1,35	0,00	0,83	4,71	0,18	1,17	1,91	0,01
29	22	134,96	72,51	1,86	120,00	72,40	1,89	4,92	0,08	0,02	5,16	0,15	1,54	6,96	0,11	0,03
26	29	171,86	86,49	1,99	170,00	85,80	2,10	1,32	0,49	0,08	1,08	0,80	5,68	1,86	0,69	0,11
22	36	288,22	65,79	4,38	292,00	64,60	4,21	2,67	0,84	0,12	1,31	1,81	3,90	3,78	1,19	0,17
22	42	281,70	78,99	3,57	283,00	77,10	3,58	0,92	1,34	0,01	0,46	2,39	0,38	1,30	1,89	0,01
33	8	76,43	25,34	3,02	88,10	26,30	3,02	8,25	0,68	0,00	15,27	3,79	0,13	11,67	0,96	0,00
28	15	147,85	46,43	3,18	150,00	48,70	3,15	1,52	1,61	0,02	1,45	4,89	1,08	2,15	2,27	0,03
26	22	146,71	71,64	2,05	150,00	72,40	2,10	2,33	0,54	0,04	2,24	1,06	2,55	3,29	0,76	0,05
23	29	178,17	68,74	2,59	181,00	68,90	2,65	2,00	0,11	0,04	1,59	0,23	2,24	2,83	0,16	0,06
19	36	266,94	93,72	2,85	260,00	93,20	2,84	4,91	0,37	0,01	2,60	0,55	0,29	6,94	0,52	0,01
19	42	277,66	82,20	3,38	275,00	81,40	3,34	1,88	0,57	0,03	0,96	0,97	1,12	2,66	0,80	0,04
28	8	79,01	24,90	3,17	88,10	26,30	3,15	6,43	0,99	0,02	11,50	5,62	0,73	9,09	1,40	0,02
25	15	149,03	47,02	3,17	150,00	48,70	3,15	0,69	1,19	0,01	0,65	3,57	0,62	0,97	1,68	0,02
23	22	142,78	58,83	2,43	142,00	58,00	2,35	0,55	0,59	0,05	0,55	1,41	3,17	0,78	0,83	0,08
20	29	172,81	69,19	2,50	170,00	68,90	2,51	1,99	0,21	0,01	1,63	0,42	0,50	2,81	0,29	0,01
17	36	275,94	80,42	3,43	288,00	84,00	3,53	8,53	2,53	0,07	4,37	4,45	2,88	12,06	3,58	0,10
17	42	284,00	89,37	3,18	289,00	87,70	3,25	3,54	1,18	0,05	1,76	1,87	2,27	5,00	1,67	0,07
25	8	75,20	23,41	3,21	74,90	26,30	3,24	0,21	2,04	0,02	0,40	12,35	0,86	0,30	2,89	0,03
22	15	159,30	43,31	3,68	160,00	39,00	3,85	0,49	3,05	0,12	0,44	9,95	4,67	0,70	4,31	0,17
20	22	150,28	57,19	2,63	150,00	57,30	2,65	0,20	0,08	0,02	0,19	0,19	0,85	0,28	0,11	0,02
17	29	196,86	75,75	2,60	206,00	77,10	2,65	6,46	0,95	0,04	4,64	1,78	1,97	9,14	1,35	0,05
17*	36*	304,42	84,14	3,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17*	42*	293,38	86,97	3,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						Média		**2,79**	**1,04**	**0,04**	**2,75**	**3,47**	**1,76**	**3,95**	**1,48**	**0,05**

* Conjunto desconsiderado a fim de evitar ambiguidade entre regras.

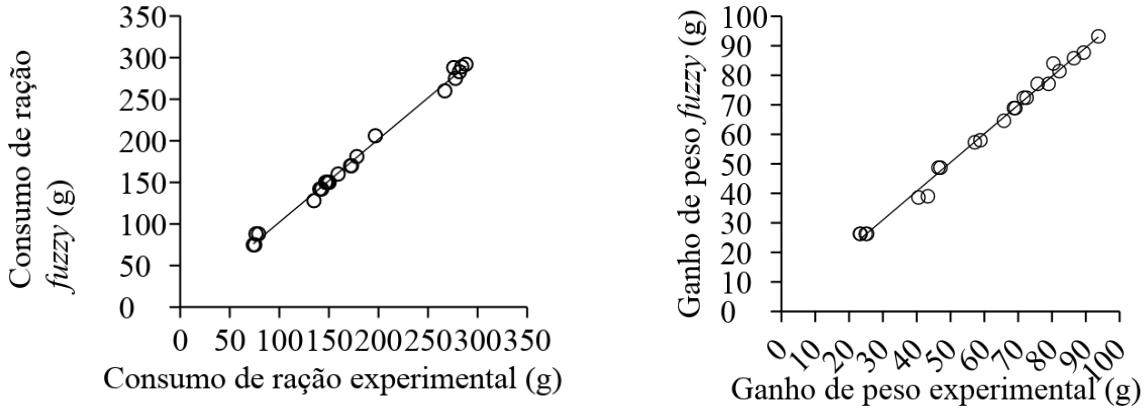
Com base nos dados expostos, observa-se que os melhores resultados para os indicadores estatísticos ocorreram para a variável conversão alimentar (CA), por sua vez, o ajuste de menor exatidão ocorreu para a resposta consumo de ração (CR). No entanto, todas as variáveis analisadas obtiveram acurácias satisfatórias.

Os valores médios de desvio padrão para o modelo proposto foram equivalentes a 2,79; 1,04 e 0,04 g para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente. Schiassi et al. (2015) ao desenvolver um modelo *fuzzy* para avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte durante as três primeiras semanas de vida, encontrou desvio padrão médio de 4,15 g, 3,10 g e 0,03 g g^{-1} para as variáveis consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, indicando assim, boa acurácia em ambos os modelos.

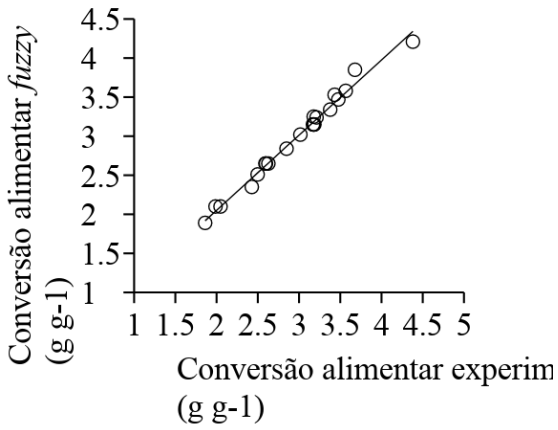
Com relação aos erros absolutos médios obtidos pelo sistema *fuzzy*, para as repostas de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, foram, na devida ordem, iguais à 3,95 g, 1,48 g e 0,05 g g^{-1}. Ponciano et al. (2012) ao avaliarem a performance do sistema *fuzzy* para predição do desempenho produtivo de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, encontraram erros médios equivalentes a 6,09 g, 6,73 g e 0,02 g g^{-1}, para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente. Marques et al. (2016) encontram erro percentual médio de 3,84 % ao utilizaram lógica *fuzzy* para predizer a conversão alimentar de codornas.

Desse modo, os baixos valores de erros associados a predição nos trabalhos, indicam que a metodologia *fuzzy* pode ser utilizada para predição e controle durante as primeiras semanas de vida das aves.

Por sua vez, na Figura 2 estão ilustrados os gráficos de correlação das respostas produtivas obtidas experimentalmente e as preditas pelo sistema *fuzzy* desenvolvido, assim como seus respectivos R^2.



(a) (b)



(c)

Figura 2. Regressões lineares dos valores preditos pela lógica *fuzzy* para as variáveis de saída (a) consumo de ração, (b) ganho de peso e (c) conversão alimentar, em função dos valores obtidos experimentalmente.

Com base nas regressões lineares simples, os resultados obtiveram coeficientes de determinação equivalentes a 0,9951; 0,9934 e 0,9872 para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente. Medeiros et al. (2005) desenvolveram um modelo matemático para predizer o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar e encontraram coeficientes de determinação de 0,91; 0,89 e 0,72, respectivamente.

Assim, o modelo proposto expressa boa acurácia e pode retratar, de forma realista, as respostas de desempenho produtivo das galinhas poedeiras nas primeiras semanas de vida, explicando mais que 98,7% da variação, em suas respectivas faixas de domínio, para todas as variáveis analisadas.

CONCLUSÃO

O modelo *fuzzy* proposto permite estimar, com eficiência, o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de galinhas poedeiras, durante as seis primeiras semanas de vida, submetidas a diferentes condições de exposição térmica em cada semana de vida.

Os modelos de regressão que comparam os dados experimentais aos dados *fuzzy* são capazes de explicar, ao menos, 98,7% do comportamento dos dados para todas a variáveis, sendo, portanto, boa alternativa para auxiliar a tomada de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L.H.P.; YANAGI JUNIOR, T.; FASSANI, É.J.; CAMPOS, A.T.; LOURENÇONI, D. Fuzzy modeling of broiler performance, raised from 1 to 21 days, subject to heat stress. Engenharia Agrícola, v. 35, n. 6, p. 967-978, 2015.

ANDRADE, R.R.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; BARBARI, M.; CONTI, L.; CECON, P. R.; CÂNDIDO, M.G.L.; MARTINS, I.T.A.; TELES JUNIOR, C. Evaluation of the surface temperature of laying hens in different thermal environments during the initial stage of age based on thermographic images. Agronomy Research, v. 15, n. 3, p. 629-638, 2017.

ANDRADE, R.R. Determinação da faixa de conforto térmico para galinhas poedeiras na fase inicial de criação. 2017. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.F.; SILVA, J.N.; VIGODERIS, R.B.; PINTO, F.A.C; CECON, P.R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 1, p. 217-224, 2010.

CORNELISSEN, A.M.G.; VAN DEN BERG, J.; KOOPS, W. J.; KAYMAK, U. Eliciting expert knowledge for fuzzy evaluation of agricultural production systems. Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management, 2002.

FERREIRA, L.; YANAGI JUNIOR, T.; LACERDA, W.S.; RABELO, G.F. A fuzzy system for cloacal temperature prediction of broiler chickens. Ciência Rural, v. 42, n. 1, p. 166-171, 2012.

GARCIA, R.G.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A; PEREIRA, D.F. FERREIRA, V.M.O.S. Selecting the most adequate bedding material for broiler production in Brazil. Brazilian Journal of Poultry Sciences, v. 14, n. 2, p. 71-158, 2012.

MAMDANI, E.H. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. In Proceedings of the institution of electrical engineers, v. 121, n. 12, p. 1585-1588, 1974.

MANEGEMENT GUIDE LOHMANN LSL-Lite (s.d). Disponível em: <http://www.hylinena.com/UserDocs/products/Lohmann_LSL-Lite.pdf>. Acesso em: 24 de dezembro de 2018.

MARQUES, J.I.; LOPES NETO, J.P.; LOPES, F.F.; FURTADO, D.A.; ARAUJO, T. G. Fuzzy modeling in the prediction of climate indices and productive performance of quails kept in climate chamber. Engenharia Agrícola, v. 36, n. 4, p. 604-612, 2016.

MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.D.C.; OLIVEIRA, R.D.; TINÔCO, I.D.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v. 13, n. 4, p. 277-286, 2005.

MENEGALI, I.; TINOCO, I.F.; CARVALHO, C.D.; SOUZA, C.D.F.; MARTINS, J.H. Comportamento de variáveis climáticas em sistemas de ventilação mínima para produção de pintos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi, v. 17, n. 1, 2013.

PONCIANO, P.F.; YANAGI JUNIOR, T.; SCHIASSI, L.; CAMPOS, A.T.; NASCIMENTO, J.W. Sistema fuzzy para predição do desempenho produtivo de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Engenharia Agrícola, v. 32, n. 3, p. 446-458, 2012.

ROCHA, H.P.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B; SILVA, J.H.V. Índices bioclimáticos e produtivos em diferentes galpões avícolas no semiárido paraibano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 12, p. 1330–1336, 2010.

SARGOLZAEI, J.; KHOSHNOODI, M.; SAGHATOLESLAMI, N.; MOUSAVI, M. Fuzzy inference system to modeling of crossflow milk ultrafiltration. Applied Soft Computing, v. 8, n. 1, p. 456-465, 2008.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; REIS, G.M.; ABREU, L.H.P.; CAMPOS, A.T.; CASTRO, J.O. Modelagem Fuzzy aplicada na avaliação do desempenho de frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.2, p.140-146, 2015.

ANÁLISE DA TEMPERATURA INTERNA DO AR EM CAIXAS DE ABELHAS UTILIZANDO O MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS

Murilo Santos Freire[1], Tadayuki Yanagi Junior[1], Ednilton Tavares de Andrade[1], Maria de Fátima Pereira de Souza[2], Silvia Helena Nogueira Turco[2] e Marcelo Bahuti[1].

[1]Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG. murilo.s.freire@gmail.com, yanagi@deg.ufla.br, ednilton@deg.ufla.br, marcelo_bahuti@hotmail.com

[2]Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Juazeiro-BA. silvia.turco@univasf.edu.br, souza_mfp@yahoo.com.br

RESUMO - A zootecnia de precisão (ZP) necessita de ferramentas tecnológicas buscando diminuir as perdas no processo produtivo, trazendo novas linhas de pesquisas como a apicultura de precisão (AP) para prover os apicultores com informações que otimizem a produção de abelhas melíferas. Nesse contexto, é salutar a utilização de simulações numérica na resolução de problemas na área de ambiência animal, voltados para a avaliação do ambiente térmico, visto que o estresse térmico ainda é um dos fatores limitantes na produção animal. Portanto, objetivou-se com o presente estudo, modelar e simular as trocas térmicas entre o ambiente externo e a caixa de abelhas, utilizando as técnicas de *Finite Element Methods* (FEM), bem como analisar a distribuição da temperatura do ar interno devido à transferência de calor a partir das trocas térmicas entre o ambiente e a caixa de abelhas. Além disso, validar a simulação a partir dos dados experimentais de temperatura do ar no interior da caixa. A geometria foi implementada com base nas dimensões reais da caixa de abelha do tipo *Langstroth*, foi utilizado uma malha estruturada do tipo hexagonal, realizado o teste de convergência e verificado a qualidade da malha utilizada. Foram introduzidas as propriedades térmicas do material, bem como os parâmetros de entrada e as condições de contorno dados pela temperatura do ar (t_{bs}), fluxo de calor nas superficiais externas das paredes e pelo calor gerado pelas abelhas. A análise térmica demonstrou que no ponto onde o sensor foi alocado, a t_{bsi} estava dentro da faixa de conforto térmico para as abelhas *Apis Mellifera*. Porém a distribuição da t_{bsi} demonstrou que existem zonas fora dessa faixa e, portanto, a utilização de um único sensor para avaliar o ambiente interno não é recomendado. A simulação numérica apresentou resultados convergentes, com qualidade de malha excelente. O modelo foi validado, obtendo-se R^2 de 0,98, MAE de 0,21 ºC e RMSE de 0,24 ºC. Valores estes próximos aos encontrados na literatura.

Palavras-chave: ambiência animal, apicultura de precisão, simulação.

INTRODUÇÃO

O conceito de zootecnia de precisão (ZP) corresponde ao sistema de gerenciamento que vise o controle sobre a reprodução, saúde e bem estar animal, impacto ambiental e a

otimização da produção animal (BERCKMANS, 2014). No entanto, para sua efetividade, a ZP necessita de ferramentas tecnológicas para diminuir as perdas no processo produtivo (PANDORFI; ALMEIDA; GUISELINI, 2012).

Neste contexto, surgem linhas de pesquisas emergentes como a apicultura de precisão (AP), que busca reduzir o estresse, as atividades desnecessárias de colônias de abelhas e o desperdício de recursos. Ademais, torna-se importante, prover os apicultores com informações que otimizem a produção de abelhas melíferas (ZACEPINS et al., 2015).

Desta forma, tem crescido a utilização de simulações numérica na resolução de problemas na área de ambiência animal, principalmente para a avaliação do ambiente térmico, visto que o estresse térmico ainda é um dos fatores limitantes na produção animal (BUSTAMANTE et al., 2017)

Verificou-se também, o crescimento no desenvolvimento de modelos numéricos aplicados à predição dos efeitos de diferentes processos ou parâmetros sobre a distribuição da temperatura (FOROOZMEHR et al., 2016). O conceito de FEM (*Finite Element Methods*) está relacionado à decomposição de um sistema complexo em elementos finitos num espaço físico delimitado, com a conversão de problemas contínuos em discretos por meio de uma malha de elementos finitos (SEO; KOO; HONG, 2015).

Dentre as técnicas mais utilizadas em FEM, está a análise térmica de materiais construtivos, sendo baseada em comparações de dados experimentais e simulações. Huang et al. (2018), por exemplo, realizaram uma análise temporal da distribuição da temperatura numa massa de concreto através de termopares, bem como simularam a temperatura de hidratação utilizando FEM.

Nesse sentido, objetivou-se com o presente trabalho, modelar e simular as trocas térmicas entre o ambiente e uma caixa de abelhas, utilizando as técnicas de FEM, bem como, analisar a distribuição da temperatura do ar e obter a validação do modelo.

MATERIAL E MÉTODOS

A partir de ensaios experimentais, foram coletados as temperaturas superficiais (t_s), a temperatura do ar interno (t_{bsi}) e a temperatura do ar externo (t_{bs}) numa caixa de abelhas *Apis Mellifera*, com população de cerca de 10.000 abelhas, no setor de apiários do Campus de Ciências Agrárias da UNIVASF (09º19’26’’S, 40º33’36’’W e altitude de 393m). A coleta da t_s nas paredes da caixa de abelhas ocorreram a cada hora, entre 8 e 17

horas, apontando a mira do termômetro de infravermelho para o centro de cada face da parede, há uma distância de 30 cm.

Foi utilizado o termômetro de infravermelho (*Fluke Corporation*, Washington, USA), com resolução de 0,1 ºC e acurácia de ±2,0 ºC. As temperaturas t_{bsi} e t_{bs}, foram coletadas utilizando o data *logger* HOBO, modelo U12 (*Onset Computer Corporation*, Massachusetts, EUA), com resolução de 0,03 ºC e acurácia de ±0,35 ºC. O sensor responsável pela coleta da t_{bsi} foi posicionado no centro da caixa de abelhas, há 12 cm da entrada e 2 cm acima da base. A partir dos dados obtidos experimentalmente, foi realizada a análise térmica da caixa de abelha do tipo *Langstroth*, utilizando as técnicas elementos finitos.

Como geometria, foi utilizado as dimensões reais (fundo 505 x 369,5 x 20 mm, ninho e melgueira 486 x 368,5 x 240 mm) da caixa de abelha do tipo *Langstroth* (Figura 1), de acordo com a NBR 15713 (ABNT, 2009). A distribuição da temperatura pôde ser analisada a partir de técnicas de elementos finitos, aplicadas por meio dos métodos computacionais.

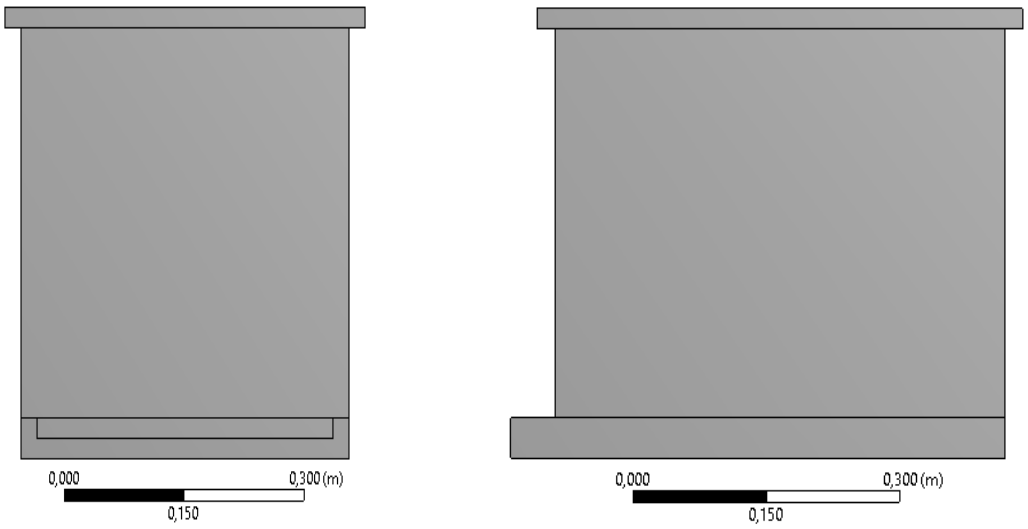


Figura 1. Geometria da caixa de abelhas do tipo *Langstroth*: a) corte frontal e b) corte lateral.

As propriedades térmicas dos materiais utilizadas, foram adotadas seguindo a NBR15220 (ABNT, 2005), para desempenho térmico em edificações, conforme listado na Tabela 1. Essa norma dispõe das propriedades térmicas de diversos materiais de construção em função de sua densidade de massa aparente (ρ).

Tabela 1. Propriedades da madeira: condutividade térmica (λ), calor específico (c) e densidade de massa aparente (ρ)

Material	λ (W/m.ºC)	ρ (kg/m^3)	c (J/kg.ºC)
Madeira	0,15	500	1340

Fonte: Adaptado de ABNT (2005).

Para avaliar a qualidade da malha, foram utilizados os parâmetros *skewness* e *orthogonal quality*, bem como foi realizado o teste de convergência de malha para definir o número de nós necessários, de modo que se obtenha resultados convergentes na simulação.

A convergência de malha foi testada ao comparar diferentes tamanhos de malhas, mantendo as condições de contorno e a geometria constantes. Para esse modelo foi escolhido o tamanho de malha com tamanho de 10 mm, uma vez que a malha hexagonal se ajustou ao modelo e esse resultado foi convergente (Figura 2).

Além disso, foram obtidos os valores médios de 0,02 e 0,99 para *skewness* e *orthogonal quality*, respectivamente. Segundo Oliveira (2012), qualitativamente, os elementos dessa malha podem ser classificados como excelentes em relação ao *skewness* e quase perfeito em relação à o*rthogonal quality*.

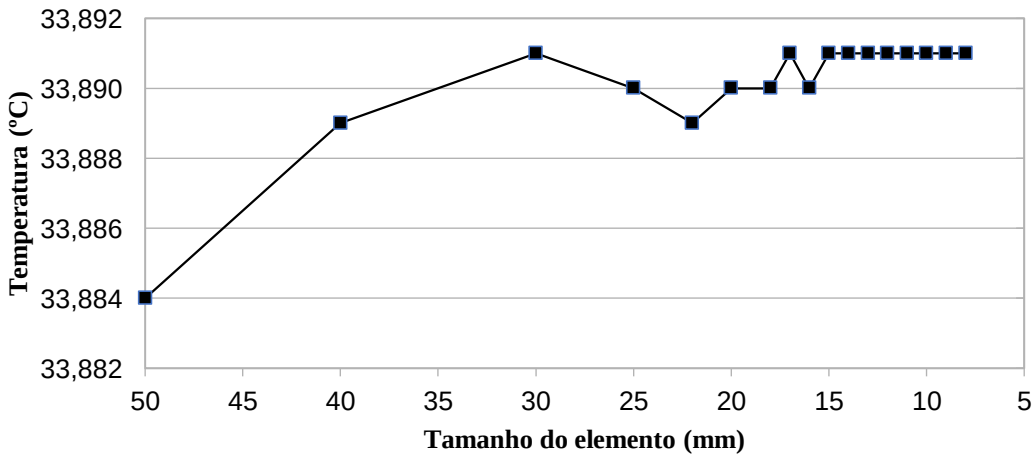


Figura 2. Análise de convergência de malha.

Na Figura 3 é ilustrada a malha estruturada gerada para o modelo, por meio da ferramenta *Meshing* do *software* ANSYS, versão 14.5. A região do domínio do modelo foi subdividida em 94.891 elementos hexagonais, totalizando 433.521 nós após a discretização.

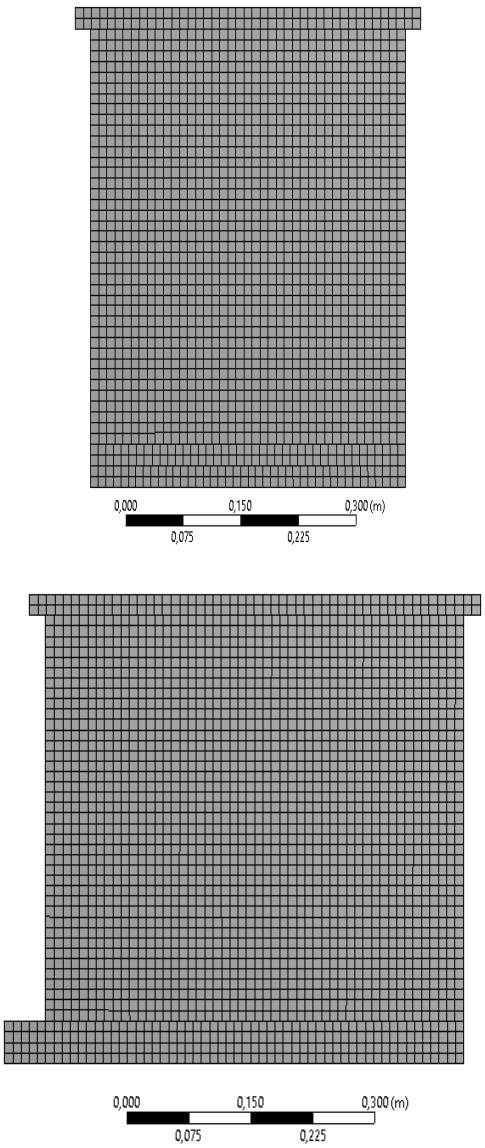


Figura 3. Malha estruturada da caixa *Langstroth*.

A opção por utilizar uma malha estruturada e uniforme foi devido à simplicidade da geometria da caixa de abelhas, o controle sobre a disposição da malha, a redução do tempo e da memória computacional exigidos para a simulação.

Considera-se o efeito da radiação solar em toda a superfície exposta da caixa de abelhas, a partir da mensuração com o termômetro de infravermelho, que considera a emissividade da superfície. As condições de contorno utilizadas levaram em consideração o aspecto construtivo do modelo, enquanto que as condições entradas em função do tempo são dadas por:

1. Temperatura do ar (t_{bs});

 ISBN: 978-85-66836-24-0

2. Fluxo de calor nas superficiais externas das paredes;
3. Calor gerado pelas abelhas.

O calor gerado a partir da taxa metabólica de uma abelha é obtido pela Equação 1 (OCKO; MAHADEVAN, 2014).

$$M(T) = 1 + \frac{T-15}{10} \quad T \geq 15\ ^{o}C \tag{1}$$

sendo que,

M: é taxa metabólica ($W.cm^{-3}$);

T: é temperatura do ar (ºC).

O desempenho da simulação foi quantificado por meio do erro absoluto médio (MAE) (equação 2), erro percentual absoluto médio (MAPE) (equação 3), erro quadrático médio (MSE) (equação 4), raiz quadrada do erro quadrático médio (RMSE) (equação 5) e o coeficiente de determinação (R^2) (equação 6).

$$\mathrm{MAE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\mathrm{Ts}_{obs,i} - \mathrm{Ts}_{pred,i}\right| \tag{2}$$

$$\mathrm{MAPE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{\mathrm{Ts}_{obs,i} - \mathrm{Ts}_{pred,i}}{\mathrm{Ts}_{obs,i}}\right| \cdot 100 \tag{3}$$

$$\mathrm{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\mathrm{Ts}_{pred,i} - \mathrm{Ts}_{obs,i}\right)^2 \tag{4}$$

$$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\mathrm{Ts}_{pred,i} - \mathrm{Ts}_{obs,i}\right)^2} \tag{5}$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\mathrm{Ts}_{pred,i} - \mathrm{Ts}_{obs,i}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(\mathrm{Ts}_{pred,i} - x\right)^2} \tag{6}$$

em que,

$\mathrm{Ts}_{pred,i}$: *i-ésima* temperatura predita (ºC);

$\mathrm{Ts}_{obs,i}$: *i-ésima* temperatura observada (ºC);

N: número total de amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

 ISBN: 978-85-66836-24-0

A partir do corte longitudinal nos resultados da análise térmica na caixa de abelhas (Figura 4), é possível observar uma ampla variação da temperatura interna do ar. É perceptível o gradiente de temperatura observado entre as superfícies externas da parede, verificando também uma temperatura mais elevada na superfície traseira da caixa de abelhas. Este comportamento pode ser explicado pela declinação solar nesse horário (17 horas).

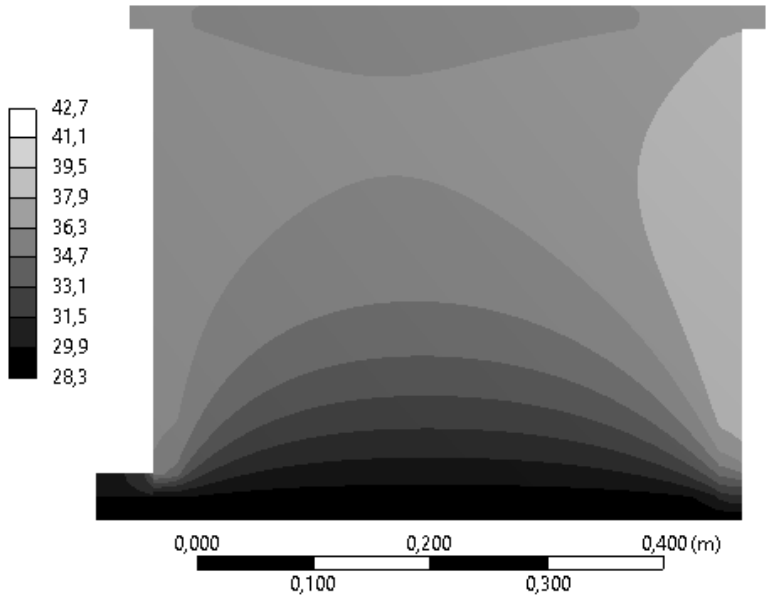


Figura 4. Distribuição da temperatura interna (ºC) na caixa de abelha (corte longitudinal), a partir da análise térmica de elementos finitos às 17 horas.

Além disso, verifica-se que a temperatura do ar é menor nas proximidades da base da caixa de abelhas. O que é esperado, visto que, nessa região não existe contribuição da radiação solar. Essa distribuição da temperatura também indica que a alocação de um único sensor não é o suficiente para mensurar a temperatura do ar interno em caixas de abelhas.

Segundo Bonoan et al. (2014), para estar em conforto térmico, a temperatura da colmeia deve ser mantida entre 32 e 36 ºC. Pelas Figura 4 e 5, pode-se verificar que há zonas que estão dentro dessa faixa, principalmente nas proximidades da base. Porém, a medida que se aproxima das extremidades, eleva-se a temperatura do ar.

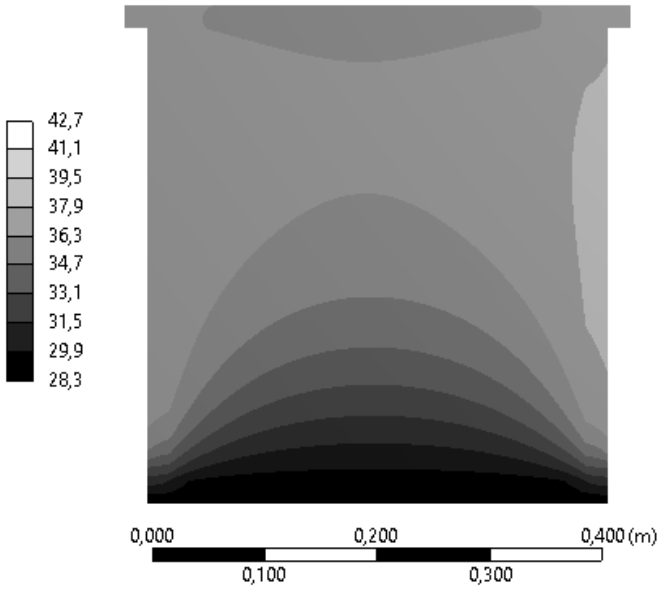


Figura 5. Distribuição da temperatura interna na caixa de abelha (corte frontal), a partir da análise térmica de elementos finitos às 17 horas.

A metodologia mais utilizada na literatura para avaliar o ambiente interno em caixas de abelhas, é baseada na alocação de um único sensor de temperatura (BRASIL et al., 2013; SOUZA, 2015)□. Todavia, a análise térmica utilizando FEM apresenta uma indicação da necessidade de ser utilizado mais sensores dentro da caixa de abelhas, para obter uma avaliação mais fidedigna da ambiência interna.

Como o sensor escolhido encontra-se numa posição próxima à base da caixa de abelhas, foram observados valores de temperatura do ar dentro da faixa de conforto térmico ao longo do experimento. Os resultados obtidos a partir da simulação no ponto onde encontrava-se o sensor de temperatura, foram próximos dos resultados do experimento (Figura 6).

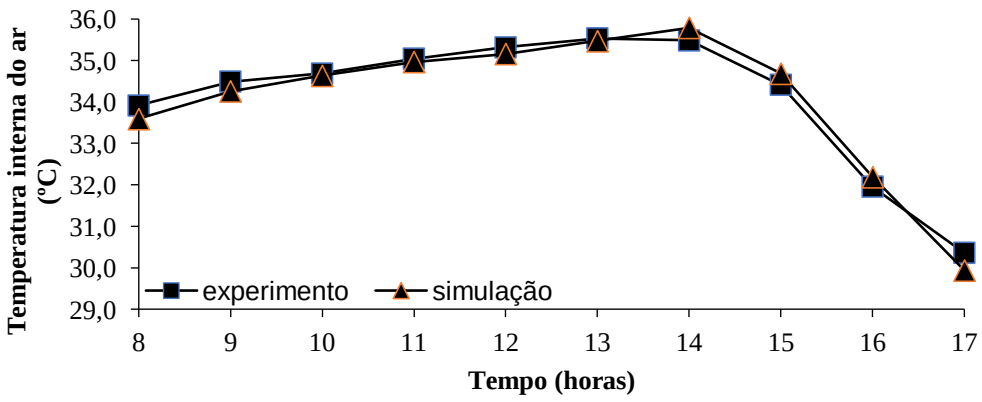


Figura 6. Temperatura do ar no interior da caixa de abelha do tipo *Langstroth*.

Utilizando os dados de temperatura do ar obtidos a partir da comparação entre os dados experimentais e a simulação, foi possível obter o diagrama de dispersão das temperaturas internas do ar. O diagrama de dispersão ilustra a relação linear existente entre os dados experimentais e a simulação.

Além disso, verifica-se um alto coeficiente de determinação (R^2) de 0,98, sendo um indicativo de que os resultados obtidos com a simulação podem ser explicados pelos dados experimentais (Figura 7). Ao validar uma simulação numérica a partir do monitoramento experimental da temperatura do ar no interior de um galpão, Silva et al. (2017) encontraram um R^2 de 0,93 para essa variável.

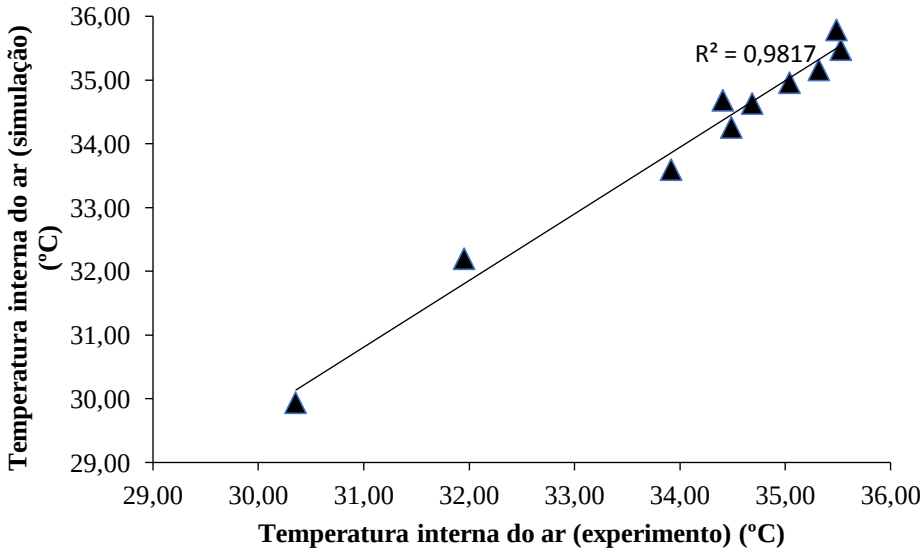


Figura 7. Diagrama de dispersão entre as temperaturas internas da simulação e do experimento.

Os dados utilizados para a validação da simulação estão listados na Tabela 1. Por meio deles, foram obtidos os indicadores do desempenho da simulação: MAE de 0,21 ºC, MAPE de 0,64%, MSE de 0,06 e RMSE de 0,24 ºC. Avaliando o desempenho da simulação numérica em galpões de aves, Fidaros et al. (2018) encontraram MAE de 0,37 ºC e RMSE de 0,54 ºC, também utilizando os sensores HOBO para obtenção dos dados experimentais.

Tabela 1. Valores médios horários para as temperaturas do ar no interior de uma caixa *Langstroth* para criação de abelhas obtidos experimentalmente e via simulação

	Temperatura do ar no interior da caixa *Langstroth* (ºC)	
Horário	**Experimental**	**Simulado**
8	33,92	33,59
9	34,49	34,26
10	34,69	34,63
11	35,04	34,96
12	35,32	35,16
13	35,53	35,48
14	35,49	35,79
15	34,41	34,69
16	31,95	32,20
17	30,36	29,94

CONCLUSÕES

A análise térmica indicou que no ponto onde o sensor foi alocado, a t_{bsi} estava dentro da faixa de conforto térmico para as abelhas *Apis Mellifera*. Porém a distribuição da t_{bsi} demonstrou que existem zonas fora dessa faixa e, portanto, a utilização de um único sensor para avaliar o ambiente interno não é recomendado.

A simulação numérica apresentou resultados convergentes, com qualidade de malha excelente. O modelo foi validado, obtendo-se R^2 de 0,98, MAE de 0,21 ºC e RMSE de 0,24 ºC. Valores estes, próximos aos encontrados na literatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 15220-1: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, p. 8. 2005.

ABNT. NBR 15713: Apicultura - Equipamentos - Colméia tipo Langstroth. Rio de Janeiro, p. 24. 2009.

BERCKMANS, D. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. OIE Revue Scientifique et Technique, v. 33, n. 1, p. 189–196, 2014.

BONOAN, R. E.; GOLDMAN, R. R.; WONG, P. Y.; STARKS, P. T. Vasculature of the hive: heat dissipation in the honey bee (Apis mellifera) hive. Die Naturwissenschaften, v. 101, n. 6, p. 459–65, 2014.

BRASIL, D. de F.; GUIMARÃES, M. de O.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; FREITAS, B. M. Internal ambience of bee colonies submitted to strengthening management by adding broods. Engenharia Agrícola, v. 33, n. 5, p. 902–909, 2013.

BUSTAMANTE, E.; CALVET, S.; ESTELLÉS, F.; TORRES, A. G.; HOSPITALER, A. Measurement and numerical simulation of single-sided mechanical ventilation in broiler houses. Biosystems Engineering, v. 160, p. 55–68, 2017.

FIDAROS, D.; BAXEVANOU, C.; BARTZANAS, T.; KITTAS, C. Numerical study of mechanically ventilated broiler house equipped with evaporative pads. Computers and Electronics in Agriculture, v. 149, n. September 2016, p. 101–109, 2018.

FOROOZMEHR, A.; BADROSSAMAY, M.; FOROOZMEHR, E.; GOLABI, S. Finite Element Simulation of Selective Laser Melting process considering Optical Penetration Depth of laser in powder bed. Materials and Design, v. 89, p. 255–263, 2016.

HUANG, Y.; LIU, G.; HUANG, S.; RAO, R.; HU, C. Experimental and finite element investigations on the temperature field of a massive bridge pier caused by the hydration heat of concrete. Construction and Building Materials, v. 192, p. 240–252, 2018.

OCKO, S. A.; MAHADEVAN, L. Collective thermoregulation in bee clusters. Journal of the Royal Society Interface, v. 11, n. 91, 2014.

OLIVEIRA, A. C. G. Modelação Térmica e Hidrodinâmica de Escoamentos em Permutadores de Calor, 2012.

PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C. Zootecnia de precisão princípios básicos e atualidades. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, v.13, n.2, p. 558–568, 2012.

KOO, C.; PARK, S.; HONG, T.; PARK, H. S. A Lagrangian finite element model for estimating the heating and cooling demand of a residential building with a different envelope design. Applied Energy, v. 142, p. 66–79, 2015.

SILVA, R. C.; CORDEIRO JÚNIOR, J. J. F.; PANDORFI, H.; VIGODERIS, R. B.; GUISELINI, C. Simulation of ventilation systems in a protected environment using computational fluid dynamics. Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering, v.37, n.3, p. 414–425, 2017.

SOUZA, M. F. P.; TURCO, S. H. N.; SILVA, E. M. S.; COSTA, D. S.; FREIRE, M. S. Internal ambience of beehives *apis mellifera* with different colors and roofing materials in the sub middle of the São Francisco valley. Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering, v. 35, n.4 p. 625–634, 2015.

ZACEPINS, A.; BRUSBARDIS, V.; MEITALOVS, J.; STALIDZANS, E. Challenges in the development of Precision Beekeeping. Biosystems Engineering, v. 130, p. 60–71, 2015.

EFEITO DO AMBIENTE ENRIQUECIDO NO COMPORTAMENTO DE MACHOS REPRODUTORES NA FASE DE CRESCIMENTO

Ariane Cristina de Castro[1], Alessandra Arno[1], Marcela Fernanda Delagracia[1], Iran José Oliveira da Silva[1].

[1]Núcleo de Pesquisa em Ambiência (NUPEA), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, Brasil, alessandraarno@usp.br, marceladelagracia@gmail.com, iranoliveira@usp.br.

Resumo: O objetivo do trabalho foi verificar se a utilização de uma combinação de enriquecimentos pontuais durante a fase de crescimento influencia o comportamento de suínos reprodutores de linhas puras e cruzadas. Foram utilizados 128 reprodutores expostos a duas condições de criação, ambiente enriquecido e ambiente estéril, durante a fase de crescimento. No ambiente enriquecido foram utilizados três diferentes tipos de objetos oferecidos de forma alternada: correntes suspensas, galão suspenso no centro da baia e galão grande solto no meio da baia no primeiro, segundo e terceiro mês, respectivamente. Ao longo da pesquisa o comportamento dos animais foi registrado. Ao fim, verificou-se que, mesmo utilizando-se uma combinação de enriquecimentos, os suínos se habituaram rapidamente e a frequência de manipulação diminuiu após o primeiro período para todos os objetos. Apesar de não haver efeito significativo de tratamento (P>0,05), verificou-se maior incidência de comportamentos agonísticos nos ambientes estéreis. Os resultados indicam que o ambiente enriquecido com uma combinação de enriquecimentos pontuais é uma estratégia eficaz para aumentar o comportamento exploratório e reduzir os comportamentos agonísticos e anormais.
Palavras-chave: Cachaço; Comportamento animal; Enriquecimento ambiental.

INTRODUÇÃO

Na suinocultura atual os machos são alojados em ambientes estéreis com isolamento social. Assim, gaiolas e baias individuais são utilizadas sem nenhuma restrição, enquanto na literatura diversos trabalhos discutem o efeito negativo desse tipo de alojamento apenas para matrizes suínas dentre outras espécies de animais.

Quando os suínos são criados em grupos, o comportamento exploratório é direcionado para o piso ou partes da baia (JENSEN; PEDERSE, 2010; GUY et al., 2013) bem como para outros animais da baia, resultando em mordedura de cauda e orelha (SCOTT et al., 2006; TELKÄNRANTA et al., 2014) estereotipias (BERGERON et al., 2006) e comportamentos agonísticos (TÖNEPÖHL et al., 2012), que podem ser evitados quando o ambiente é enriquecido (FRASER, 1991).

Assim, mudanças do sistema de produção devem ser consideradas para reduzir o número de animais descartados. O objetivo da pesquisa foi verificar se a utilização de uma combinação de enriquecimentos pontuais durante a fase de crescimento influencia o comportamento de reprodutores de linhas puras e cruzadas.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma granja comercial do Grupo Agroceres (Agroceres PicGénétiporc). Os grupos de animais foram formados com machos de linhas puras (1010 e 1020) e cruzadas (65 e 415) expostos a duas condições de criação: ambiente enriquecido e ambiente estéril (controle). Foram utilizados 128 machos divididos em 8 baias com 16 animais/baia e em cada baia foi aplicado um tratamento: T1: linha 1010 em ambiente enriquecido, T2: linha 1020 em ambiente enriquecido, T3: lianha 1010 em ambiente estéril, T4: linha 1020 em ambiente estéril, T5: linha 65 em ambiente enriquecido, T6: linha 415 em ambiente enriquecido, T7: linha 65 em ambiente estéril e T8: linha 415 em ambiente estéril. Cada um dos três objetos utilizados como enriquecimento ambiental (corrente suspensa, galão suspenso e galão solto no piso da baia) permaneceu na baia por um período de 30 dias.

A avaliação comportamental (Tabela 1) foi realizada desde o início da utilização de cada tipo de enriquecimento ambiental pelos animais até o período intermediário e a mudança de objeto. Assim, nove períodos com três dias consecutivos totalizando 27 dias de avaliação comportamental. O comportamento foi avaliado com a amostragem por varredura e o registro instantâneo em intervalos de 15 minutos, durante uma hora, em diferentes períodos do dia e com a amostragem por comportamento e registro contínuo, com duração de 5 minutos.

A análise da variância foi aplicada considerando as fontes de variação: entre indivíduos (animais ou baias conforme o caso) e intra-indivíduos (tempo e interação linhagem - enriquecimento - tempo). Para os efeitos de linhagem e enriquecimento ambiental o Modelo dos Logitos Cumulativos (MLC) e Modelo de Chances Proporcionais (MCP) foram utilizados. As análises foram efetuadas com o software R, versão 2.14 e com nível de significância $\alpha = 0,05$.

Tabela 1. Etograma de trabalho utilizado para o registro dos comportamentos dos suínos

Comportamento	Descrições
Deitado	Deitado na posição ventral ou lateral
Em pé	Com a sola de duas ou quatro patas em contato com o piso
Sentado	Sentado ou ajoelhado
Inativo	Deitado ou em pé, dormindo ou sem apresentar nenhuma atividade
Comendo	Ingerindo ração no comedouro
Explorando	Contato naso-nasal com o piso ou paredes da baia
Interagindo com o enriquecimento	Manipulando, explorando ou cheirando objeto
Monta	Animal montando o outro, com as duas patas dianteiras sobre o dorso do animal montado
Interação positiva	Interagindo positivamente com um companheiro de baia (lambiscar, cheirar, lamber partes do corpo
Interação agonísticas	Interagindo de forma agressiva (cabeçada, empurrar; morder; perseguir ou ameaçar)
Manipulação oral	Animal mordendo a cauda ou a orelha de outro animal.
Estereotipias	Lambendo as paredes ou o portão de forma repetitiva com salivação excessiva
Outros	Comportamento irrelevantes para a pesquisa

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A frequência do comportamento exploratório (Figura 1) direcionado para cada um dos três objetos de enriquecimento diminuiu ao longo do tempo. O pico de utilização foi registrado no primeiro período de avaliação para cada um dos três objetos. O mesmo foi percebido por Trickett et al. (2009), que verificaram um aumento da frequência de utilização do objeto, pelo efeito de novidade, com o uso da rotação de objetos, mas ainda assim ocorrendo a habituação.

A variação da frequência de utilização dos objetos pode estar relacionada às características dos galões, que contribuem para a atratividade do enriquecimento **(**VAN DE WEERD et al., 2003), e a sujidade do objeto, que reduz o interesse pelos objetos (GRANDIN et al., 1983; VAN DE WEERD et al., 2003; TRICKETT et al., 2009). A manipulação da corrente foi mais frequente no primeiro período e diminuiu drasticamente no segundo período de avaliação. Os suínos se acostumam rapidamente com correntes, justificado ao fato de esse material não apresentar características atrativas (VAN DE WEERD; DAY, 2009).

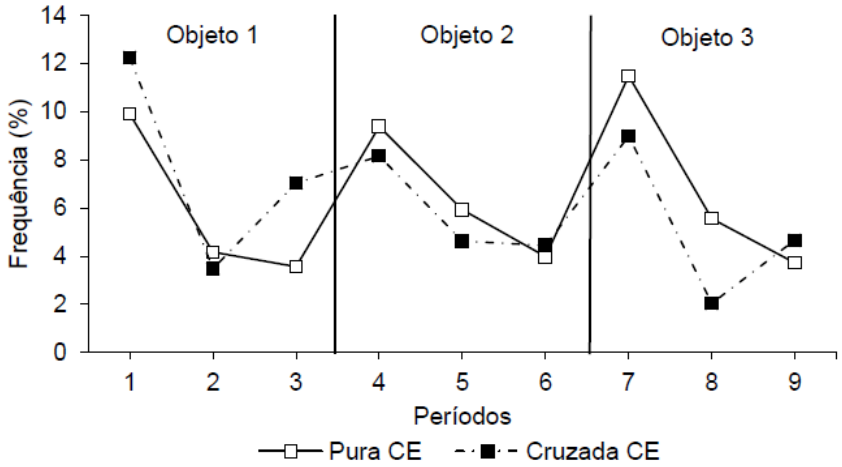


Figura 1. Freqüência total da utilização dos enriquecimentos ambientais por período de avaliação (cada período foi composto por três dias consecutivos de avaliação)

A partir do quarto período, os suínos de linhas puras passaram mais tempo interagindo com o objeto, quando utilizados o galão suspenso e o galão solto no piso, em comparação aos suínos de linhas cruzadas. Bench e Gonyou (2006) afirmam que a genética afeta a incidência de comportamentos anormais e também a forma como os animais respondem ao fornecimento de enriquecimento e que o tipo de enriquecimento que funciona para uma linha pode não funcionar em outra.

Os animais alojados em ambientes enriquecidos apresentaram menor frequência de interações agonísticas (Figura 2), mas sem efeito significativo (P>0,05). Os resultados encontrados são corroborados por Tönepöhl et al. (2012) que verificaram que suínos em crescimento criados sem enriquecimento ambiental são mais agressivos do que aqueles criados com o enriquecimento.

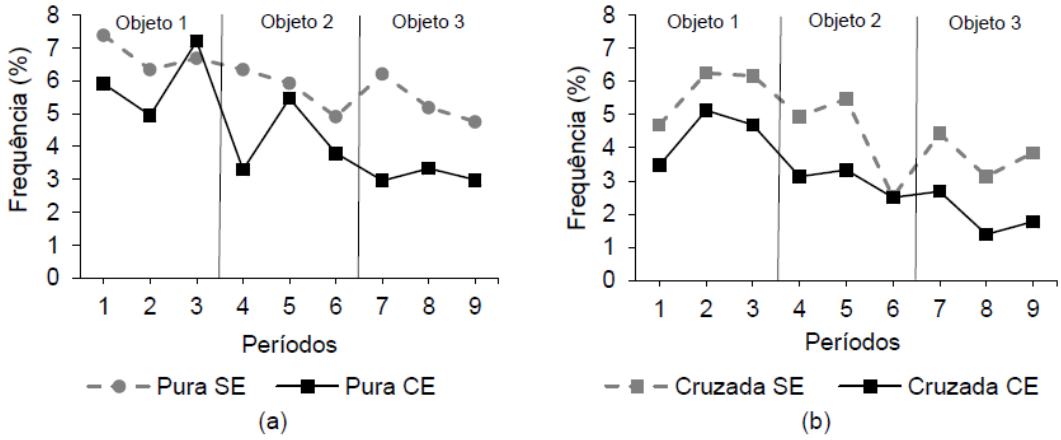


Figura 2. Frequência total do comportamento interação agonística observado por período de avaliação (cada período foi composto por três dias consecutivos de avaliação) nos tratamentos – (a) linhas puras e (b) linhas cruzadas, com ou sem a utilização de enriquecimento ambiental

A grande variação da frequência de comportamentos agonísticos ao longo do estudo pode estar relacionada ao efeito do enriquecimento como novidade, resultando no aumento das interações com os objetos e na redução das interações entre os animais. A maioria das interações agonísticas ocorreram durante a alimentação (69,83%), resultado corroborado por Boyle e Bjorklund (2007) e Thomsen et al. (2012), que também verificaram maior agressividade dos suínos durante a alimentação, em razão da competição por espaço no comedouro.

CONCLUSÃO

Os resultados sugerem que o ambiente enriquecido com uma combinação de enriquecimentos pontuais é uma estratégia eficaz para aumentar o comportamento exploratório e reduzir os comportamentos agonísticos e anormais. Assim, a mudança no comportamento proporcionada pelo ambiente enriquecido poderia agir na redução da agressividade dos animais e, consequentemente, na quantidade e da severidade de lesões de pele nos suínos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENCH, C.J.; GONYOU, H.W. Effect of environmental enrichment at two stages of development on bellynosing in piglet sweaned at fourteen days. Journal of Animal Science, Champaign, v.84, p. 3397–3403, 2006.

BERGERON, R.; BADNELL-WATERS, A.J.; LAMBTON, S.; MASON, G. Stereotypicoral behaviour in captive ungulates: foraging, diet and gastrointestinal function. In: MASON, G.; RUSHEN, J. (Ed.). Stereotypic Animal Behaviour: Fundamentals and Applications to Welfare. Wallingford: Cabi 2006, v. 2, p. 19-41, 2006.

BOYLE, L.A.; BJÖRKLUND, L. Effects of fattening boars in mixed or single sex groups and split marketing on pig welfare. Animal Welfare, Mahwah, v. 16, n. 2, p. 259-262, 2007.

FRASER, D.; PHILLIPS, P.A.; THOMPSON, B.K.; TENNESSEN, T. Effect of straw onthe behaviour of growing pigs. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v. 30, n. 3, p. 307-318, 1991.

GRANDIN, T.; CURTIS, S.E.; GREENOUGH, W.T. Effects of rearing environment on the behaviour of Young pigs. Journal of Animal Science, Champaign, v. 57, p. 137, 1983.

GUY, J.H.; MEADS, Z.A.; SHIEL, R.S.; EDWARDS, S.A. The effect of combining different environmental enrichment materials on enrichment use by growing pigs. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v. 144, n. 3, p. 102-107, 2013.

JENSEN, M.B.; PEDERSEN, L.J. The effect of feeding level and access to wood chip on explorative and aggressive behaviour in growing pigs in situations with reduced feeding space and delayed feeding. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v.123, p. 1-6, 2010.

SCOTT, K.; CHENNELLS, D.J.; CAMPBELL, F.M.; HUNT, B.; ARMSTRONG, D.;TAYLOR, L.; GILL, B.P.; EDWARDS, S.A. The welfare of finishing pigs in two contrasting housing systems: Fully-slatted versus straw-bedded accommodation. Livestock Science, Londres, v. 103, n. 1, p. 104-115, 2006.

TELKÄNRANTA, H.; SWAN, K.; HIRVONEN, H.; VALROS, A. Chewable materials before weaning reduce tail biting in growing pigs. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v. 157, p. 14-22, 2014.

THOMSEN, R.; BONDE, M.; KONGSTED, A.G.; ROUSING, T. Welfare of entire males and females in organic pig production when reared in single-sex groups. Livestock Science, Londres, v. 149, n. 1, p. 118-127, 2012.

TÖNEPÖHL, B.; APPELA, A.K.; WELPA, S.; VOß, B.; VON BORSTELA, U.K.; GAULYA, M. Effectof marginal environmental and social enrichment during rearing on pigs' reactions to novelty, conspecifics and handling. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v. 140, p.137-145, 2012.

TRICKETT, S.L.; GUY, J.H.; EDWARDS, S.A. The role of novelty in environmental enrichment for the weaned pig. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v.116, n.1, p.45-51, 2009.

VAN DE WEERD, H.A.; DOCKING, C.M.; DAY, J.E.L.; AVREY, P.J.; EDWARDS, S.A. A systematic approach towards developing environmental enrichment for pigs. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v. 84, p. 101-118, 2003.

VAN DE WEERD, H.A.; DAY; J.E.L. A review of environmental enrichment for pigs housed in intensive housing systems. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v. 116, p. 1-20, 2009.

SISTEMA COMPOST BARN PARA VACAS LEITEIRAS: LIMITAÇÕES E DESAFIOS

Rafaella Resende Andrade[1], Ilda de Fátima Ferreira Tinôco[2], Matteo Barbari[3], Marcos Oliveira de Paula[4], Diogo José de Rezende Coelho[5], Eduardo Dal Piva[6], Leticia Cibele da Silva Ramos Freitas[7], Hiago Henrique Rocha Zanetoni[8]

[1]Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. rafaella.andrade@ufv.br
[2]Professora Titular Voluntária do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. iftinoco@hotmail.com
[3]University of Firenze, Department of Agricultural, Food and Forestry Systems, UNIFI, Firenze, Italy. matteo.barbari@unifi.it
[4] Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. modepaula@gmail.com
[5]Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. direzendi@hotmail.com
[6] Graduando em Zootecnia, Centro de Educação Superior do Oeste, UDESC/ OESTE, Chapecó-SC. edudalpiva@gmail.com
[7]Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. leticiacibele@yahoo.com.br
[8] Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. hiagozanetoni@gmail.com

RESUMO - Quando se utilizam sistemas intensivos de produção de leite (sistemas estes mais recorrentemente adotados pelos grandes produtores, em todo o mundo), o cuidado de se garantir o ambiente adequado para a criação de bovinos de leite, torna-se imprescindível, constituindo-se um dos principais desafios a se alcançar. Assim, para que a bovinocultura de leite obtenha resultados satisfatórios na produção, demanda-se cada vez mais dedicação e investimentos por parte dos produtores, de maneira a adaptarem sua atividade de forma a vencer, principalmente, os inúmeros desafios advindos das condições climáticas de cada país. Dentre os sistemas de confinamento, o surgimento da instalação do tipo *Compost Barn* consiste em apresentar uma área de repouso em que os animais ficam livres para caminhar dentro da instalação. O fator de sucesso mais crítico para o manejo desse tipo de instalação é fornecer uma superfície de repouso (cama) confortável e seca para os bovinos de leite. Dessa forma, esta revisão tem por objetivo descrever sobre o sistema *Compost Barn*, apresentando os principais limitações e desafios referentes à sua utilização.
Palavras-chave: Bem-estar, compostagem, sistemas de produção, vacas leiteiras

INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil encontra-se entre as principais atividades agropecuárias responsáveis por fornecer alimento à população, ou seja, é um dos principais setores de geração de renda nacional. No ano de 2017, a produção estimada foi cerca de

 ISBN: 978-85-66836-24-0

34 milhões de toneladas, 5,2% maior que em 2016, mantendo o país entre os maiores produtores mundiais de leite (FAO, 2017).

Aliado a esse crescimento a cadeia produtiva do leite vem passando por mudanças que buscam a sua modernização tecnológica em termos de processos de produção. A escolha do ambiente no qual as vacas leiteiras irão passar a maior parte do tempo é uma decisão importante para os produtores, porque terá considerável influência nos aspectos de produtividade, saúde, qualidade do leite, reprodução, bem-estar animal e na lucratividade agrícola (BEWLEY et al., 2017).

Verifica-se o surgimento de novas alternativas consideradas acessíveis economicamente para os produtores de bovinos de leite e que pode possibilitar melhoras nos problemas térmicos enfrentados no campo, como o sistema denominado *Compost Barn*. No Brasil, não há muitos estudos em relação a esse sistema, contudo, nos últimos anos, um grande número de produtores de leite passou a utilizá-lo, em razão das boas respostas ao clima.

O sistema caracteriza-se por ser uma instalação para vacas leiteiras de alta produção, com o intuito de promover considerável melhoria no conforto e no bem-estar do animal, além de proporcionar o uso alternativo e mais adequado dos dejetos orgânicos (fezes e urina) provenientes da atividade leiteira, que podem ser usados como fertilizantes. O sistema *Compost Barn* foi implantado recentemente em algumas fazendas no Brasil (primeiros relatos foram desde 2012), e existem questões não consolidadas sobre seu uso nas condições brasileiras (BRITO, 2016).

O objetivo do presente estudo é discorrer sobre as limitações e desafios da utilização do sistema compost barn para vacas leiteiras.

REVISÃO DE LITERATURA

Sistema Compost Barn

O sistema *Compost Barn* surgiu na década de 80, por produtores norte-americanos, porém foi mais difundido a partir de 2001, quando foi mais reconhecido (PILATTI e VIEIRA, 2017). O sistema *Compost Barn* ficou conhecido como uma alternativa ao sistema “loose housing”, e surgiu devido à procura dos produtores por um sistema que

visasse mais o bem-estar dos animais e que, ao mesmo tempo, fosse mais sustentável (MOTA et al., 2017).

Desde então, os galpões *Compost Barn* estão sendo usados em muitos estados dos Estados Unidos, especialmente no Centro-Oeste e Nordeste, e em outros países como Japão, China, Alemanha, Itália, Holanda, Israel e recentemente no Brasil. No final de 2010, havia aumentado para 58 galpões nos Estados Unidos. Este aumento foi um indicativo de que esse sistema pode ser um tipo alternativo e economicamente viável de instalação utilizada pelos produtores de leite que desejam modernizar suas instalações (DAMASCENO, 2012).

Atraindo o interesse global, é um sistema de alojamento no qual as vacas permanecem em livre circulação no interior de um galpão coberto, sem nenhuma das divisórias de contenção encontradas em instalações de sistemas *free-stall* e *tie-stall* (ECKELKAMP et al., 2016).

No Brasil, o sistema *Compost Barn* iniciou na fazenda Santa Andrea em Itararé – SP. Existem controvérsias, onde produtores de Piracicaba-SP afirmam que o sistema *Compost Barn* iniciou em 2012, naquela região. O sucesso foi tão grande que no final de 2014, o número de instalações *Compost Barn* teve um crescimento superior a trinta instalações no Brasil. No caso de Minas Gerais, algumas instalações *Compost Barn* já podem ser encontradas (MOTA et al., 2017).

De acordo com Janni et al. (2007), os galpões de *Compost Barn* possuem uma área de repouso (cama) mínima de 7,4 m^2/vaca (para vacas de 540 kg). Contudo, Brito (2016), refere-se que para o dimensionamento do sistema neste modelo, em média se calcula 10m^2 de cama por animal.

A cama é dimensionada para permitir que todas as vacas se deitem ao mesmo tempo e ainda tenham espaço para levantar, comer ou beber. Possui também uma área de alimentação com piso de concreto e uma parede que separa a cama da área de alimentação. Recomenda-se que os galpões de compostagem tenham uma área de alimentação de concreto com aproximadamente 3,6 m de largura. Os bebedouros podem estar localizados em ambos os lados da área de alimentação (JANNI et al., 2007).

Nesse sistema, o abrigo das vacas possui uma área de "cama" onde as mesmas circulam livremente. Esta "cama" é revolvida, no mínimo, duas vezes ao dia, garantindo sua principal particularidade, que é a ocorrência do processo de compostagem aeróbia do substrato componente, compostagem esta a qual é induzida pela constante

homogeneização dos dejetos animais associados à aeração da cama orgânica (BLACK et al., 2013; MOTA et al., 2017).

Alguns produtores utilizam como cama a serragem, aparas de madeira, casca de café, entre outros materiais, inicialmente de 30 a 50 cm. O tempo entre a adição de nova cama depende da densidade animal, condições climáticas e taxa de ventilação (troca de ar); mais quantidade de cama é necessária durante o tempo úmido, no tempo frio e se houver trocas de ar insuficientes (JANNI et al., 2007).

A temperatura interna recomendada para a cama, na profundidades de 15–31 cm desta, varia de 43,3 a 65,5 °C, para valores de umidade relativa de 40 a 60% (NRAES-54, 1992).

A ventilação em sistema de *Compost Barn* é importante para reduzir o estresse térmico dos animais e auxiliar na secagem da cama, contribuindo para a redução da sua umidade. A ventilação deve ser homogênea para que os animais não fiquem aglomerados em uma área específica do galpão, provocando o excesso de fezes e urina em determinados locais.

Determinar o melhor sistema de ventilação para empregar no sistema *Compost Barn* é uma das maiores decisões relacionadas a instalações. A ventilação ajuda a manter o ambiente saudável e confortável e reduz o efeito do ambiente sobre a estrutura do edifício. A renovação do ar remove o calor e a umidade das vacas, bem como o odor, os gases, o calor e a umidade que a cama de compostagem gera. Sendo necessário que ocorra a troca constantemente de ar quente e úmido dentro do galpão por ar mais frio e seco do ambiente exterior, o que deve ocorrer constantemente independentemente da temperatura externa ou das condições climáticas (DAMASCENO, 2012).

O sistema de ventilação pode ser por ventilação natural ou mecânica, sendo esta basicamente de duas formas por pressão positiva ou por pressão negativa. No sistema de ventilação por pressão positiva o ar externo é forçado por meio de ventiladores a entrar na instalação. No sistema de ventilação por pressão negativa o ar é succionado por exaustores de dentro para fora da instalação (BAÊTA & SOUZA, 2010). A escolha adequada do local e orientação do galpão, também são fundamentais para o melhor aproveitamento da ventilação natural, principalmente no período mais quente do ano.

Benson (2012) cita importantes vantagens na utilização do sistema *Compost Barn*, como: i) melhora o conforto do animal; ii) pode aumentar a produção de leite; iii) menos

necessidade de mão de obra; iv) a cama posteriormente poderá ser usada como fertilizante, com alto nível de nutrientes; v) melhores práticas de conservação de fazendas leiteiras.

Barberg et al. (2007), ao avaliarem a implantação do sistema de alojamento *Compost Barn*, observaram que as principais razões que os produtores relataram para a construção deste tipo de sistema de habitação foram o melhor conforto das vacas, a saúde e a longevidade desses animais e a facilidade de completar as tarefas diárias. Além disso, observaram a redução da contagem de células somáticas (SCC) o que repercuti em aumento no preço do leite.

Principais limitações e desafios do sistema Compost Barn

Há também algumas limitações ao uso do sistema *compost barn*, como o elevado custo da serragem e do frete em determinadas regiões, a necessidade de implementos agrícolas para a manutenção da cama e maior eficiência na produção e estoque de alimentos. Os animais ideais para confinamento devem ser de alta produção leiteira para diluir os custos de mantença destes (REIS,2018).

De acordo com Bewley et al. (2017), o custo inicial reduzido de capital para construir um *compost barn* comparado com um galpão *free-stall* pode torná-lo uma opção atraente. No entanto, as principais preocupações é que nos anos seguintes são necessários mais quantidade de cama por animal para manter o galpão adequado, o que aumenta os custos anuais para manter a produção (BARBERG et al. 2007; BEWLEY et al., 2013). Além disso, se a cama não for bem administrada, aumenta o risco de exposição a patógenos causadores de mastite ambiental o que pode aumentar ainda mais o custo da cama (BEWLEY et al., 2013).

Além disso, Barberg et al. (2007) referiram que os produtores normalmente adicionam 30 a 45 cm de cama nova para começar o *Compost Barn* e posteriormente surge a necessidade de adicionar mais camadas de cama, geralmente de 5 a 10 cm, a cada duas a cinco semana de acordo com o espaçamento definido por vaca no galpão, para manter um bom processo de compostagem. De acordo com o autor, quanto maior a taxa de lotação (mais animais por área de cama) mais terá que ocorrer a reposição de cama.

Outra questão que influencia a qualidade do manejo e da cama no sistema é a densidade animal. Os galpões devem fornecer espaço para que todos os animais se deitem naturalmente, além de permitir espaço para sua locomoção. Em regiões com clima úmido, demanda-se um espaço de cama por animal ainda maior, a fim de evitar o acúmulo de

umidade no mesmo (PILATTI e VIEIRA, 2017). Para que não aconteça o problema de cama úmida, a taxa de lotação deve ser rigorosamente respeitada.

Embora o clima desempenhe um papel importante, também a área de superfície alojada por vaca afeta a quantidade de cama necessária no sistema *Compost Barn*. Aumentar a área da superfície alojada significava que uma maior quantidade de cama deve ser usada para iniciar esse sistema. Por outro lado, uma área de superfície maior por vaca significava consistentemente que menos cama era necessária durante as fases subsequentes (LESO et al., 2013). Além disso, se a cama não for bem administrada, o maior risco de exposição a patógenos causadores de mastite pode aumentar seus custos (BEWLEY e TARABA, 2013).

Devido ao alto custo e reduzida disponibilidade de materiais de cama, estas instalações são normalmente usadas para abrigar rebanhos de 50 a 200 vacas (ENDRES et al., 2011).

Os materiais da cama que são mais usados normalmente criam condições de muita poeira quando adicionadas ao galpão de *Compost Barn*. A serragem transportada pelo ar pode criar um risco na saúde dos trabalhadores e as vacas leiteiras, entre os principais sintomas que acarreta seriam irritação nos olhos e problemas respiratórios, com isso a proteção pessoal apropriada é recomendada para os trabalhadores (BARBERG et al. 2007; JANNI et al., 2007).

No Brasil, as condições climáticas apresentam outro problema para o ambiente dos animais confinados. As instalações sem o controle adequado das variáveis microclimáticas tornam-se um desafio para o conforto térmico, condições de estresse por calor podem repercutir em danos na produtividade do animal. Nesta condição, os animais usam mecanismos para regular a temperatura corporal, o que pode resultar em alto nível de estresse, e como resultado, um menor bem-estar e reduções na produção de leite (PILATTI & VIEIRA, 2017).

Dentre os desafios, manter umidade da cama em nível adequado é imprescindível para o sucesso deste sistema. Além disso, é necessário a escolha de um eficiente sistema

de ventilação para realizar a troca de ar no galpão, manter níveis adequados de umidade a cama e o ambiente seco e confortável para as vacas leiteiras (PILATTI & VIEIRA, 2017).

Dessa forma, outra limitação é o custo com energia elétrica, demanda-se um sistema de ventilação bem dimensionado e de alta eficiência, com isso ocorre o aumento no custo de energia devido à necessidade dos ventiladores ficarem ligados durante grande período.

Segundo Bewley et al. (2017), uma cama seca deve ser utilizada para manter um ambiente limpo e as contagens bacterianas baixas. O ideal neste sistema é conseguir que a umidade da cama não ultrapasse 40%, sendo que a adequada amostragem da cama é fundamental.

Quanto mais seca conseguir manter a cama, mais solta e macia pode estar após o reviramento. Os produtores observaram que a cama compacta mais à medida que se torna mais úmida. Conseguir que o material de compostagem gere temperaturas entre 54 °C e 65 °C é o ponto chave para inativar patógenos e vírus. Por 3 a 4 dias essas temperaturas favorecem a destruição de sementes de ervas daninhas, larvas de moscas, patógenos, vírus e redução no odor (JANNI et al., 2007). A baixa umidade e a alta temperatura da cama reduzem os níveis de bactérias (ECKELKAMP et al., 2016).

A dificuldade de gerenciamento e os altos custos da cama do *Compost Barn* foram comuns a diferentes realidades e se mostrou como uma das principais preocupações dos produtores. O material mais utilizado para cama no sistema *Compost Barn* é a serragem, porém devido ao seu alto valor deve-se buscar outros materiais alternativos que possam ser utilizados com êxito e tragam pontos positivos com a sua substituição.

O fator de sucesso mais crítico para o manejo de um galpão de compostagem é fornecer uma superfície de descanso confortável e seca para vacas em lactação em todos os momentos (BEWLEY e TARABA, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema *compost barn* é uma ferramenta para melhoria do conforto dos animais, necessita de adequado manejo e premissas na instalação do galpão para que os benefícios do sistema possam trazer verdadeiros benefícios para a produção de leite.

Quanto às possíveis limitações e desafios do sistema, embora os galpões de *Compost Barn* proporcionem um ambiente de bem-estar melhorado, o custo e a disponibilidade de material de boa qualidade para a cama, manter a cama em condições adequadas de temperatura e umidade para a realização da compostagem e a adequada

densidade animal escolhida, podem ser objetos de preocupação entre os produtores. A questão climática tem grande interferência na qualidade do sistema e a utilização de ventiladores mecânicos promove impactos significativos nos custos de produção. Diante disso, devem ser itens de grande atenção no projeto de implantação do sistema *Compost Barn.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais – conforto animal. Viçosa: UFV, 2010. 269 p.

BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A.; RENEAU, J. K. Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. Journal of Dairy Science, v. 90, n. 3, p. 1575-1583, 2007.

BENSON, A. F. 2012. Consider deep pack barns for cow comfort and manure management. Cornell University, Ithaca, NY. Disponível em: < http://smallfarms.cornell.edu/2012/04/20/consider-deep-pack-barns-for-cow comfort-and-manure-management> Acesso em 22 de maio de 2018.

BEWLEY, J. M.; ROBERTSON, L. M.; ECKELKAMP, E. A. 100-Year Review: Lactating dairy cattle housing management. Journal of dairy science, v. 100, n. 12, p. 10418-10431, 2017.

BEWLEY, J.; TARABA, J. Guidelines for Managing Compost Bedded-Pack Barns. 2013. 19 p.

BLACK, R. A.; TARABA, J. L.; DAY, G. B.; DAMASCENO, F. A.; BEWLEY, J. M. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. Journal of dairy science, v. 96, n. 12, p. 8060-8074, 2013.

BRITO, E. C. Produção intensiva de leite em Compost Barn: Uma avaliação técnica e econômica sobre a sua viabilidade. 2016. 56 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG.

DAMASCENO, F. A. Compost Bedded Pack Barns system and computational simulation of airflow through naturally ventilated reduced model. 2012, 404 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

ECKELKAMP, E. A.; TARABA, J. L.; AKERS, K. A.; HARMON, R. J.; BEWLEY, J. M. Understanding compost bedded pack barns: Interactions among environmental

factors, bedding characteristics, and udder health. Livestock Science, v. 190, p. 35-42, 2016.

ENDRES, M.; LOBECK, K.; JANNI, K.; GODDEN, S.; FETROW, J. Barn Environment Study. Minnesota Dairy Health Conference. St. Paul. Minnesota. May 17-19, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Milk and Products. Disponível em < http://www.fao.org/statistics/statistical-capacity-development/en/ > Acesso em 22 de maio de 2018.

JANNI, K. A.; ENDRES, M. I.; RENEAU, J. K.; SCHOPER, W. W. Compost dairy barn layout and management recommendations. Applied engineering in agriculture, v. 23, n. 1, p. 97-102, 2007.

LESO, L.; UBERTI, M.; MORSHED, W.; BARBARI, M. A survey of Italian compost dairy barns. Journal of Agricultural Engineering, v. 44, n. 3, p. 17, 2013.

MOTA, V. C.; CAMPOS, A. T.; DAMASCENO, F. A.; RESENDE, E. A. M.; REZENDE, C. P. A., ABREU, L. R., VAREIRO, T. Confinamento para bovinos leiteiros: histórico e características. PUBVET, v. 11, p. 424-537, 2017.

NRAES-54, 1992. On-Farm Composting Handbook. In: Rynk, R. (Ed.). Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Ithaca, NY, 1992.

PILATTI, J. A.; VIEIRA, F. M. C. Environment, behaviour and welfare aspects of dairy cows related to compost bedded pack barns system. JABB-Online Submission System, v. 5, n. 3, p. 97-105, 2017.

REIS, E. 2018. Compost Barn: vantagens e limitações. Disponível em:< http://mulheresemcampo.com.br/noticias/compost-barn-vantagens-e-limitacoes/>. Acesso em: 22 de novembro de 2018.

PROJETO AWARTECH - AJUSTAMENTO EM TEMPO REAL DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DE ALOJAMENTO TENDO EM CONTA O BEM-ESTAR ANIMAL – RESULTADOS PRELIMINARES

Vasco Fitas da Cruz[1], Fátima Baptista[2], Rui Charneca[3], Teresa Morgado[4], Catarina Martins[5], José Carlos Rico[6], David Botas[7]

[1] ICAAM, Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora. vfc@uevora.pt
[2] ICAAM, Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora. fb@uevora.pt [3]ICAAM, Departamento de Medicina Veterinária, Universidade de Évora. rmcc@uevora.pt
[4]ICAAM, Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora. tsmorgado@uevora.pt
[5]Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora. m37287@alunos.uevora.pt
[6] ICAAM, Departamento de Engenharia Rural, Universidade de Évora. jcsr@uevora.pt [7]Equiporave Ibérica. david.c.botas@gmail.com

RESUMO – A aplicação de diferentes inovações tecnológicas nos sistemas intensivos de produção de suínos tem gerado alguns problemas relacionados com o bem-estar animal. O bem-estar animal pode ser medido com indicadores capazes de expressar a adaptabilidade dos animais ao meio ambiente. A temperatura é um dos principais componentes do ambiente, pois influencia a fisiologia, comportamento e produtividade dos suínos. Este projeto encontra-se dividido em 2 fases. A primeira fase deste estudo visa verificar a evolução adaptativa para diferentes condições ambientais (inverno, termoneutralidade e verão) em suínos em crescimento e engorda. Foram usadas sete fêmeas (peso inicial: 45kg). Os animais foram alojados numa sala equipada com um sistema de controle ambiental. Os dados ambientais coletados foram temperatura, humidade relativa e velocidade do vento. Os parâmetros fisiológicos medidos foram temperatura da superfície corporal e temperatura retal. A ingestão alimentar foi monitorizada através de uma máquina de alimentação individual equipada com balança de peso animal. O peso final dos animais foi de cerca de 95 kg. A ingestão alimentar diária, o ganho médio diário e o índice de conversão alimentar foram de 2,70 kg d^{-1}; 0,83 kg d^{-1} e 3,25 kg kd^{-1}, no inverno; de 2,46 kg d^{-1}; 0,83 kg d^{-1} e 2,79 kg kd^{-1}, em termoneutralidade e de 2,25 kg d^{-1}; 0,74 kg d^{-1} e 3,04 kg kd^{-1}, no verão. Os valores correspondentes da temperatura da superfície corporal foram 25,4ºC; 29,1ºC e 34,0ºC. Nesta fase pode-se concluir que será possível medir de forma automática e em tempo real alguns indicadores de bem-estar animal. Para validar a metodologia e alguns resultados, a segunda fase do projeto será numa exploração comercial, onde os animais serão submetidos a condições reais.

Palavras-chaves: zootecnia de precisão; bem-estar animal; suínos; controlo ambiental

INTRODUÇÃO

Cada vez mais os consumidores exigem alimentos de qualidade que sejam produzidos respeitando o bem-estar animal e que tenham em conta a responsabilidade social e ambiental. Este facto obriga a um especial cuidado com a racionalização de custos

e no aumento da eficiência no uso dos fatores de produção e das cadeias de valor. A produção eficiente de carne de porco, tendo em conta o bem-estar animal e as condições ambientais, é essencial para alcançar resultados economicamente viáveis e sustentáveis e um bom acesso ao mercado.

As condições ambientais possuem grande impacto na produtividade de diferentes espécies animais, nomeadamente nas aves e nos suínos, que habitualmente são produzidos em sistemas intensivos (CRUZ & BAPTISTA, 2006). Neste contexto, as instalações e os seus equipamentos têm um grande impacto no bem estar animal, devendo proteger os animais de condições adversas, bem como oferecer o conforto adequado, com níveis apropriados de ventilação, temperatura e humidade (BAÊTA & SOUZA, 2010). Nos sistemas intensivos, o conforto e o bem-estar animal sofrem diretamente com o meio ambiente, o que dificulta a manutenção do equilíbrio térmico dentro das instalações e a expressão de comportamentos naturais o que, consequentemente, afeta o desempenho produtivo e reprodutivo dos suínos (PANDORFI, 2006).

De forma a que as condições ambientais ideais sejam cumpridas, as instalações pecuárias devem estar equipadas com um sistema de controlo ambiental que monitorize e que controle o ambiente. Contudo existe a necessidade para que estes sistemas de controlo não se centrem unicamente na monitorização das condições ambientais, mas também que monitorizem o comportamento e a saúde animal (BANHAZI & BLACK, 2009; KOENDERS et al., 2015). Neste sentido, surge o conceito de zootecnia de precisão que pode ser definido como a aplicação dos princípios da tecnologia e dos processos de engenharia na gestão pecuária (WATHES et al., 2008). Tem também o potencial para melhorar o bem-estar animal e aumentar os resultados produtivos como, por exemplo, o ritmo de crescimento (KOENDERS et al., 2015), existe ainda o potencial para detectar, em tempo real, certos comportamentos do animal que possam indicar seu nível de bem-estar. A detecção precoce, possível através da monitorização em tempo real, pode minimizar os custos de produção, reduzindo a incidência de doenças e mortalidade (NASIRAHMADI et al., 2017).

Houve então a necessidade de desenvolver uma estratégia tecnológica e inovadora de controle térmico do ambiente animal que inclua:

1) Detecção contínua dos parâmetros ambientais (temperatura e humidade ambiente, velocidade do ar, radiação solar, qualidade do ar, etc.) e respostas comportamentais (taxa de crescimento, temperatura corporal, movimentação dos animais, grau de aglomeração entre animais, ingestão de alimentos e água, etc.)

2) Armazenamento de dados;

3) Interpretação de dados usando modelos de simulação de resposta biológica, tais como índices de conforto animal que predizem em tempo real, o resultado dinâmico de cada variável (FOURNEL et al., 2017);

4) Um sistema de controle on-line que modifica automaticamente o microambiente animal quando os limites críticos são violados, sob o estabelecimento de critérios pré-determinados (WATHES et al., 2008).

Neste sentido surge o projeto AWARTECH cujo objetivo principal é o desenvolvimento de uma ferramenta de zootecnia de precisão que controle e monitorize, em tempo real, as condições ambientais e de bem-estar em suínos na fase de engorda. Na avaliação do bem estar animal dar-se-á prioridade a respostas comportamentais, fisiológicas e de performance, sobretudo aquelas que possam ser avaliadas e analisadas de forma não invasiva, e serão testadas diferentes situações ambientais para que os resultados possam ser transponíveis para diversas situações de produção intensiva de suínos. O projeto encontra-se dividido em duas fases, uma em ambiente controlado e a outra numa exploração comercial. Neste estudo são apresentados os resultados preliminares os quais incidem sobre a análise de possíveis indicadores de bem estar a serem recolhidos de forma automática e utilizados em tempo real.

MATERIAL E MÉTODOS

A primeira fase do projeto decorreu nas instalações da Universidade de Évora, numa sala de ambiente controlado. Foi estudado um grupo de 7 animais alojados com área por animal de 1,5m^2. Esta sala encontra-se equipada com uma máquina de alimentação automática individual, com vários sensores (temperatura, humidade e gases), com câmaras e microfones. A sala também se encontra equipada com um sistema de controlo ambiental, o qual controla o sistema de ventilação, o sistema de arrefecimento e sistema de aquecimento.

Foram usadas 7 fêmeas (LandRace X Large White) durante um período de 60 dias. Os suínos eram adquiridos numa exploração suinícola, a escolha dos animais foi completamente aleatória, sendo apenas privilegiada a homogeneidade de pesos na formação do grupo. No inicio do ensaio cada animal tinha aproximadamente 45kg de peso vivo. À entrada dos animais na sala de ambiente controlado estes eram identificados com um brinco RFID. Era também efectuado um período de habituação com a duração de 15

dias onde o sistema de controlo ambiental era definido para condições termoneutras, temperatura (T) de 18 ± 2ºC e humidade relativa (HR) de 60%.

A sala encontrava-se equipada com sensores de temperatura, humidade relativa e velocidade do vento (VV). Foram também instaladas câmaras e microfones. Os animais foram alimentados com uma máquina de alimentação individual automática (Schauer Compident MLP II) equipada com uma balança para a comida e outra para os animais. A máquina estava equipada com um sistema de identificação eletrônica que era ativado por sistema RFID. A máquina de alimentação encontrava-se conectada a um computador para registar e guardar os dados (consumo de ração e peso do animal). Tanto a alimentação como a água foram *ad libitum*. Os animais eram alimentados com um alimento composto comercial adquirido numa empresa da especialidade.

Foram simuladas 3 situações (verão (V), termoneutralidade (TN) e inverno (I)), cada simulação com uma duração de 15 dias, onde a temperatura de alojamento foi de 28.ºC, 18.ºC e 10.ºC, respectivamente. A recolha de dados foi automática e em tempo real, estes dados ambientais foram recolhidos e armazenados por uma plataforma informática (*Nidus*). Em relação aos dados produtivos, foram obtidos os valores de ingestão alimentar (IA) e peso vivo dos animais, através da máquina de alimentação e, posteriormente, calculado o ganho médio de peso (GMD) e o índice de conversão alimentar (IC). Os dados fisiológicos recolhidos foram a temperatura rectal (Tr), através de termómetro digital e a temperatura superficial (Ts) através de câmara térmica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados são resultados preliminares.

Tabela 1. Valores médios e desvios padrões da ingestão alimentar (IA), do ganho médio diário (GMD) e do índice de conversão alimentar (IC) nas três condições ambientais

Condição ambiental	IA ($kg.d^{-1}$)	GMD ($kg.d^{-1}$)	IC ($kg.kg^{-1}$)
I	2,70±0,37	0,831±0,086	3,25±0,21
TN	2,46±0,34	0,881±0,97	2,79±0,30
V	2,25±0,42	0,756±0,76	3,04±0,42

Em condições de verão (stress por calor) a IA diminui (PEARCE et al. 2013) assim como o GMD, esses resultados também são relatados em diferentes fontes bibliográficas (COLLIN et al., 2001; BANHAZI et al., 2009; KIEFER et al. , 2009). Em condições de inverno, observamos um aumento na IA, conforme relatado por QUINIOU et al. (20009).

Estes resultados são consistentes com os relatados por LI & PATIENCE (2017), uma vez que os animais para aumentar a produção de calor consumiram mais alimentos.

Em relação aos indicadores fisiológicos foram medidas a temperatura retal e a temperatura superficial cujos valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Temperatura média rectal e temperatura média superficial dos animais nas três condições ambientais

Condição ambiental	Tr (ºC)	Ts (ºC)
I	38,4	25,4
TN	38,3	29,1
V	39,4	34,0

Como se pode observar a Ts apresentou maior variação do que a Tr, isto ocorre porque esta é mais influenciada pelo ambiente do que a temperatura rectal (MANNO et al., 2006). Também se pode observar que a temperatura superficial aumentou do inverno para o verão. Estes dados estão de acordo com HUYNH et al. (2005), MANNO et al. (2006) e KIEFER et al. (2009). Estes autores observaram que quando a temperatura ambiente aumenta a temperatura superficial do animal também aumenta.

Em relação à temperatura rectal nos suínos esta é, em média, 38,8ºC (CUNNINGHAM, 1993). Os valores obtidos neste estudo estão dentro desta temperatura, no entanto, ocorre um ligeiro aumento durante a simulação de verão. Este aumento foi observado com o aumento da temperatura ambiente, o que está de acordo com o relatado por HUYNH et al. (2005) e KIEFER et al. (2009). O aumento da temperatura corporal significa que o animal está a armazenar calor, isto ocorre devido à falha dos mecanismos de termorregulação (Ferreira, 2002, citado por RODRIGUES, 2010). Ou seja, quando a temperatura ambiente sobe acima da capacidade de reajustamento fisiológico, o calor corporal é retido e é capaz de alterar o estado de homeotermia, o que se reflete num aumento da temperatura interna.

CONCLUSÃO

Nesta primeira fase do projeto podemos concluir que os indicadores de bem-estar escolhidos conseguem fornecer-nos informações sobre o bem-estar animal quase instantaneamente. A IA, o GMD e a Ts são bons indicadores visto que rapidamente respondem às condições ambientais. Em relação à Tr as alterações ocorrem apenas quando as temperaturas ambientais se encontram elevadas, não sendo tão fiável como

indicador de bem-estar. Apesar disto, este indicador pode ser um bom complemento na avaliação de stress por calor, visto que os suínos parecem apresentar mais dificuldades na adaptação ao stress causado pelas altas temperaturas..

Estes indicadores são de medição rápida e apesar de recolhermos alguns dados manualmente, existem tecnologias que podem coletar e analisar os dados, como por exemplo, câmaras térmicas que fornecem as temperaturas.

O objectivo final será o de recolher estes dados todos de forma automática e em tempo real e que a própria plataforma informática recolha, guarde, analise os dados e que atue sobre o ambiente de forma a que os parâmetros de bem estar animal sejam cumpridos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA F.C.; C.F. SOUZA. *Ambiência em Edificações Rurais: Conforto Animal*. Viçosa, Mg; Brasil: UFV, 2010.

BANHAZI, T. M.; BLACK, J. L. Livestock Farming : A suite of electronic systems to ensure the application of best practice management on livestock farms. Australian Journal of Multi-Disciplinary Engineering, 7(1), 2009.

BANHAZI, T. M., AARNINK, A., THUY, H., PEDERSEN, S., HARTUNG, J., MULLAN, B., PAYNE, H., AND BERCKMANS, D. Review of the Consequences and Control of High Air Temperatures in Intensive Livestock Buildings. Australian Journal of Multi-Disciplinary Engineering, 7(1), p63–78. 2009.

COLLIN, A., VAN MILGEN, J., DUBOIS, S., AND NOBLET, J. Effect of high temperature on feeding behaviour and heat production in group-housed young pigs. British Journal of Nutrition, 86, 63, 2001.

CRUZ. V.F.; F. J. BAPTISTA. Conceitos básicos sobre ventilação no alojamento de suínos. Revista Suinicultura v72: p40-48, 2006

CUNNINGHAM, J. G.. Tratado de Fisiologia Veterinária. Guanabara Koogan S.A. 1993.

FOURNEL S., ROUSSEAU, A. N. AND LABERGE, B.. Rethinking environment control strategy of confined animal housing systems through precision livestock farming. Biosystems Engineering v.155: p.96-123, 2017.

HUYNH, T. T. T., AARNINK, J., VERSTEGEN, M. W., GERRITS, W. J. J., HEETKAMP, M. J. W., KEMP, B., AND CANH, T. T. Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. Journal of Animal Science, v.83, p.1385–1396, 2005.

KIEFER, C., MEIGNEN, B. C. G., SANCHES, J. F., AND CARRIJO, A. S. Resposta de

suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. Archivos de Zootecnia, 58(221), p. 55–64, 2009.

KOENDERS, E., ROOIJAKKERS, L., VAN HERTEM, T., VRANKEN, E.,; BERCKMANS, D. Towards the development of a practical visualisation tool for farmers and other stakeholders. In *Precision Livestock Farming 2015 - ECPLF 2015*, p. 327–337, 2015.

LI, Q., AND PATIENCE, J. F. Factors involved in the regulation of feed and energy intake of pigs. Animal Feed Science and Technology, v. 233, p. 22–33, 2017.

MANNO, M. C., OLIVEIRA, R. F. M. DE, DONZELE, J. L., OLIVEIRA, W. P. DE, VAZ, R. G. M. V., SILVA, B. A. N., SARAIVA, E. P. AND LIMA, K. R. DE S. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 ao 60 kg. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 2, p. 471–477, 2006

NASIRAHMADI, A., EDWARDS, S. A.,; STURM, B. Implementation of machine vision for detecting behaviour of cattle and pigs. Livestock Science, *202*, p. 25–38, 2017.

PANDORFI, H., SILVA, I. D., CARVALHO, J. D., AND PIEDADE, S. M. S. Estudo do comportamento bioclimático de matrizes suínas alojadas em baias individuais e coletivas, com ênfase no bem-estar animal na fase de gestação. Engenharia Rural, 17(1), p.1-10, 2006.

PEARCE, S., GABLER, N., ROSS, J. W., ESCOBAR, J., PATIENCE, J. F., RHOADS, R. P., AND BAUMGARD, L. H. The effects of heat stress and plane of nutrition on metabolism in growing pigs. Journal of Animal Science, 91, p. 2108–2118, 2013.

QUINIOU, N., DUBOIS, S., AND NOBLET, J. Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature and body. Livestock Production Science, 63, p. 245–253, 2000

RODRIGUES, N. E. B., ZANGERONIMO, M. G., AND FIALHO, E. T. Adaptações fisiológicas de suínos sob stress térmico. Revista Eletrónica Nutritime, 7(110), p. 1197–1211, 2010

WATHES, C. M., KRISTENSEN, H. H., AERTS, J.,; BERCKMANS, D. Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall? Computers and Electronics in Agriculture, *64*, p. 2–10, 2008.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO ACÚSTICO E MECÂNICO DE PAINÉIS CIMENTO-MADEIRA DESENVOLVIDOS COM *EUCALYPTUS GRANDIS*

Victor Rezende Carvalho[1], Douglas Henrique Siqueira Abreu [2], Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz[3], Belisário Nina Huallpa[4], Rafael Farinassi Mendes[5], André Luiz de Lima Domingos[6], Giovanni Francisco Rabelo[7]

[1]Graduando em Engenharia Civil, bolsista PIBIC/FAPEMIG, UFLA, Lavras, MG. vrcar@engenharia.ufla.br
[2]MSc Engenheiro de Sistemas, Lavras, MG. douglas.abreu@dcc.ufla.br
[3]Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras, MG. patricia.ponciano@ufla.br,
[4]belisario.nina@deg.ufla.br,
[5] rafael.mendes@deg.ufla.br,
[6]Graduando em Engenharia Agrícola, bolsista PIBIC/UFLA, UFLA, Lavras, MG. andredomingos@outlook.com
[7]Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras, MG. rabelo@deg.ufla.br

RESUMO - Este trabalho apresenta a análise do comportamento acústico e mecânico de painéis cimento-madeira confeccionados com *Eucalyptus Grandis.* Para a produção dos painéis, foram utilizadas partículas de madeira de eucaliptos sem tratamento, provenientes de plantios experimentais no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), cimento Portland CP-V ARI como aglutinante mineral e Cloreto de Cálcio (CaCl2) como acelerador da cura do cimento. Os materiais foram misturados em uma betoneira e a massa resultante foi colocada em moldes metálicos que posteriormente foram levados a uma prensa fria. Após a aplicação da pressão, os painéis foram desmoldados e permaneceram em uma câmara fria por 28 dias, para depois serem realizados os testes e as avaliações. A observação dos resultados obtidos nos ensaios mecânicos permitiu afirmar que os painéis possuem boa resistência quanto à compressão paralela às fibras e à ligação interna (tração). No entanto, com relação ao ensaio de flexão, para as propriedades de módulo de resistência (MOR) e módulo de elasticidade (MOE), os painéis apresentaram valores abaixo do indicado pela literatura. De acordo com a análise dos resultados encontrados na caracterização acústica, foi possível verificar que os painéis desenvolvidos no trabalho possuem melhor propriedade de isolamento acústico do que os painéis de Drywall, usados como referência comparativa.
Palavras-chave: resíduos lignocelulósicos; *Insertion Loss*; construção sustentável

INTRODUÇÃO

A utilização dos painéis cimento-madeira é voltada principalmente para a construção civil, que apesar de ser um dos setores mais importantes da economia, possui alta exploração de recursos naturais em seus processos industriais. Sendo assim, o uso de resíduos agrícolas na composição dos painéis tem um papel importante na redução do

consumo de matéria prima do setor, além de favorecer o uso dos painéis também em construções rurais.

A madeira é um material leve e de fácil trabalhabilidade, que pode ser utilizada na construção civil em portas, vigas, esquadrias, entre outros elementos construtivos. Apesar das restrições quanto à sua anisotropia, o uso do material como revestimento é afamado entre engenheiros e arquitetos, devido às boas características de resistência, durabilidade, e por promover a proximidade do homem com a natureza, trazendo uma sensação de conforto e bem-estar (POMARICO, 2007).

Os painéis cimento-madeira são constituídos, sobretudo, de partículas de madeira e um aglutinante mineral, sendo o cimento Portland predominantemente utilizado. Segundo Moslemi et al. (1998) o material lignocelulósico apresenta diversas vantagens quanto à sua aplicação, principalmente por ser incombustível, bom isolante térmico e acústico. Em contrapartida, apesar da aceitação nos mercados asiático e europeu, a comercialização dos painéis no Brasil é restrita, possivelmente pelo alto consumo de energia e transporte e também pelo monopólio do setor produtivo de materiais básicos (SAVASTANO JR., 2000).

Outro material que apresenta destaque na construção civil é o gesso acartonado, mais conhecido como Drywall, definido na NBR 14715. O Drywall apresenta algumas vantagens sobre a alvenaria, destacando-se o desempenho acústico superior com paredes mais finas (PIRES et al., 2017). Em testes comparativos realizados por De Lima (2014), o Drywall se mostrou eficiente na redução de ruídos compostos por espectro que contem eventos cotidianos.

Com o aumento da poluição auditiva nos grandes e pequenos centros urbanos, pesquisas têm sido conduzidas para verificar a eficácia de barreiras acústicas, objetivando proporcionar maior conforto à população (BUSCH e HODGSON, 2003). A eficácia de barreiras acústicas é expressa por meio da análise conhecida como *Insertion Loss – IL* (perda de inserção) e normalizada na ISO10847, sendo utilizada por diversos autores, como Jagniatinskis et al. (2017).

Nesse contexto, objetivou-se, com este trabalho, analisar o comportamento mecânico e acústico de painéis cimento-madeira produzidos com resíduos de *Eucalyptus grandis* sem tratamento, podendo assim, avaliar o seu potencial de utilização para a construção civil e também para instalações rurais.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

MATERIAL E MÉTODOS

Para a produção dos painéis foram utilizados clones de *Eucalyptus Grandis* oriundos de plantios experimentais no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), cimento Portland CPV-ARI como aglutinante mineral e Cloreto de Cálcio ($CaCl_2$) como acelerador do processo de cura do cimento.

As toras de eucalipto, após serem cortadas, foram trituradas, e o material resultante foi passado em moinho martelo, para ser peneirado manualmente, sendo utilizadas as partículas que passaram na peneira de 1,8 mm e ficaram retidas na peneira de 0,5 mm.

Os cálculos para a relação da proporção de cada material na composição dos painéis foram realizados a partir da densidade nominal de 1,4 g/cm³. Sendo assim, foram consideradas a relação água:cimento de 1:25 e a relação madeira:cimento de 1:2,75. Os painéis foram feitos com dimensões de 48 x 48 x 1,5 cm.

O material lignocelulósico, juntamente com o cimento, a água e o cloreto de cálcio foram misturados e homogeneizados em uma betoneira. O material resultante foi distribuído em três moldes metálicos, que foram levados a uma prensa fria, onde foram submetidos a uma pressão de 40 kgf/cm². Após 24 horas, os painéis foram retirados da forma e levados à uma câmara fria onde permaneceram por 28 dias, de forma a garantir a secagem do material até a cura final do cimento. Com isso, foi possível medir a densidade real de cada painel com o auxílio de um paquímetro digital e uma balança analítica. Também foram realizados testes acústicos com a finalidade de analisar a capacidade de isolamento acústico proporcionado pela placa confeccionada.

Para a realização dos testes acústicos, foi utilizada a técnica conhecida como varredura senoidal. O método de medição é largamente utilizado hoje em dia, principalmente pelo fato de caracterizar a resposta ao impulso de sistemas de alto falantes e caixas acústicas com alta qualidade (FARINA, 2007). Essa técnica utiliza uma varredura de frequências com crescimento exponencial, possibilitando a desconvolução simultânea da resposta linear ao impulso, e das distorções harmônicas do sistema.

Segundo Farina (2007), utilizando como base uma varredura exponencial com desconvolução aperiódica, a medição fornece uma boa resposta a alguns problemas como a rejeição ao ruído, os efeitos não lineares são perfeitamente separados da resposta linear e o uso de uma varredura única e longa (sem média síncrona) evita qualquer problema no caso o sistema tenha alguma variação de tempo. A definição matemática do sinal de

varredura é representada pela Equação 1, onde uma varredura começa na frequência angular $\omega 1$, e termina na frequência angular $\omega 2$, levando T segundos (FARINA, 2007).

$$x(t) = sen[\frac{\omega 1 \, x \, T}{\ln\left(\frac{\omega 2}{\omega 1}\right)} \, x \, \left(e^{\frac{t}{T} x \left(\frac{\omega 2}{\omega 1}\right)} - 1\right)] \quad (1)$$

O sinal de teste utilizado não possui um espectro plano, que é a característica de um ruído branco. Este sinal, analisado pelo espectro de Fourier possui uma queda de 3dB por cada oitava. Isso se dá devido ao fato de que a varredura é realizada lentamente em baixas frequências e de forma mais rápida em altas frequências. Portanto, faz-se necessário utilização de um filtro inverso com a finalidade de compensar essa diferença. Sendo assim, é realizada a aplicação do filtro com modulação de amplitude, fazendo com que a amplitude do sinal cresça 3dB por oitava (FARINA 2007).

O REW[2] (*Room Eq Wizard*), é um software gratuito para medição de alto falantes e caixas acústicas. Através dele é possível gerar um sinal de teste para realizar a varredura logarítmica (MULCAHY, 2017). Simultaneamente, faz-se a captação do sinal que passa pelo sistema de som através de um microfone, possibilitando a obtenção da resposta do sistema. O software aplica a transformada rápida de Fourier (FFT) no sinal captado, a fim de calcular as frequências individuais (fase e amplitude) que compuseram a varredura (MULCAHY, 2017).

Para a análise dos resultados, foi utilizado a técnica *IL*, que consiste em mensurar a perda de energia em uma linha de transmissão mediante a inserção de um dispositivo (POZAR, 2009). O dispositivo no contexto deste trabalho pode ser considerado como uma barreira composta pelo painel confeccionado. A barreira é inserida entre duas câmaras anecóicas construídas conforme uma adaptação do modelo desenvolvido por Piedrahita e Farjado (2012) para caracterização da perda de transmissão sonora. Em uma das câmaras foi inserido uma fonte sonora, na outra foi inserido um microfone omnidirecional balanceado modelo ECM8000[3].

As medições foram feitas com a varredura senoidal logarítmica com comprimento de 21,8 segundos, iniciando em 20 Hz e terminando em 20 kHz. A primeiro passo foi

2 https://www.roomeqwizard.com/
3 http://www.music-group.com/Categories/ Behringer/Microphones/Condenser-Microphones/ECM8000/p/P0118

realizado a medição da linha transmissão (caixa anecóica) sem a barreira, composta pela média de oito varreduras. Posteriormente foram inseridas as amostras (painéis) entre as duas câmaras. Para cada material analisado, foram utilizadas três amostras, em cada amostra foram feitas oito medições, totalizando um total de 24 medições por material, possibilitando calcular a média entre essas 24 medições.

Nos testes acústicos foram utilizados os painéis com suas dimensões originais, diferentemente dos ensaios mecânicos, onde os painéis foram cortados para a obtenção dos corpos de prova, conforme as dimensões especificadas pelas normas ASTM (1982) e DIN (1982).

A resistência que um material oferece quando submetido a esforços de compressão é medida relacionando a força aplicada com a área de aplicação da mesma. O ensaio de tração, por sua vez, relaciona a força aplicada com a área lateral de aplicação, tornando possível a medição da resistência de ligação interna das partículas dos compósitos. Para a obtenção dos módulos de elasticidade e ruptura foram realizados os testes de flexão, utilizados para medir o comportamento dos materiais quando sujeitos a uma carga perpendicular ao seu eixo longitudinal.

Para a caracterização mecânica dos painéis foram avaliadas as propriedades de ligação interna e compressão paralela à superfície do painel, de acordo com a norma ASTM – D1037 (2006) e para as propriedades de módulo de ruptura (MOR) e módulo de elasticidade (MOE) na flexão foi empregada a norma DIN 52362 (1982). Foram calculadas também a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores encontrados para cada amostra, com o objetivo de verificar a uniformidade dos resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios, máximos e mínimos de resistência obtidos para MOR, MOE, ligação interna e compressão paralela à superfície dos painéis. Também são apresentados os coeficientes de variação (CV) referentes aos resultados encontrados para cada ensaio.

Observando os valores encontrados para MOE, o processo Bison Wood-Cement Board (1978) estabelece um valor mínimo de em torno de 3000 MPa. O valor médio encontrado no trabalho não é satisfatório para o ensaio, em contrapartida, pode ser relacionado com os resultados obtidos por Latorraca (2000), que alternaram entre 1838,71

e 3397,15 MPa, e por Mendes *et* al.(2011), que variaram de 1665,73 a 1196,71 MPa, empregando madeira de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus urophylla*, e apenas *Eucalyptus urophylla*, respectivamente.

Com relação ao MOR, é possível estabelecer um comparativo com os resultados obtidos por Mendes *et* al. (2011), que alternaram entre 3,49 e 4,45 MPa, e por Iwakiri e Prata (2008), que oscilaram entre 3,52 e 9,90 MPa, utilizando madeira de *Eucalyptus urophyla* e *Eucalyptus grandis*, respectivamente. Apesar da similaridade com outros trabalhos já realizados, comparando com o valor mínimo estipulado pelo Bison Wood-Cement Board (1978), de 8,92 MPa, nenhum painel apresentou um valor de módulo de ruptura suficiente no ensaio.

Tabela 1. Valores de Densidade (g cm^{-2}) e de MOE, MOR, ligação interna e compressão paralela (MPa)

Valores	Densidade dos Painéis	MOE	MOR	Ligação interna	Compressão Paralela
Médio	1,18 ± 0,78	1637,91 ± 529,14	6,23 ± 1,12	0,55 ± 0,11	8,53 ± 1,35
Máximo	1,28	2179, 56	8,52	0.67	10,92
Mínimo	1,06	830,26	4,21	0,49	7,03
CV(%)	6,64	31, 31	18,01	19,81	14,67

Para ligação interna, Pomarico (2013) obteve resultados variando de 0,36 a 0,54 MPa utilizando *Eucalyptus urophylla*, e Iwakiri e Prata (2008) obtiveram resultados alternando de 0,24 a 0,47 MPa utilizando madeira de *Eucalyptus grandis*. De acordo com o Bison Wood-Cement Board (1978), o valor mínimo para o ensaio de ligação interna é de 0,39 MPa, portanto, os painéis apresentaram valores satisfatórios em relação aos encontrados na literatura.

O ensaio de compressão paralela às fibras não é contemplado pelo processo Bison Wood-Cement Board (1978), entretanto, o intervalo de valores encontrado no trabalho apresentou muita semelhança com os resultados obtidos em outras pesquisas já realizadas. Mendes *et* al. (2011) obteve valores oscilando de 7,42 a 11,26 MPa, utilizando madeira de *Eucalyptus urophylla*, enquanto Pomarico (2013) encontrou valores variando de 7,43 a 12,01 MPa com o emprego de madeira de *Eucalyptus dunni* e *Eucalyptus grandis* na composição de painéis cimento-madeira.

Analisando os valores obtidos neste estudo, pode-se notar que, para MOR e MOE, os painéis confeccionados mostraram-se ineficientes. O baixo desempenho pode ser

atribuído ao processo de iteração química entre o cimento e os extrativos que se encontram na composição da madeira, promovendo um efeito de retardamento na pega do cimento, e influenciando negativamente nas propriedades mecânicas do painel (BERALDO et al., 2002).

Apesar dos resultados mecânicos não atenderem todas as especificações, a análise acústica foi realizada com o objetivo de verificar a possibilidade de uso dos painéis para vedação de interiores, assim como são utilizados atualmente os painéis de Drywall. Através da varredura senoidal, foi possível obter dados de 954 frequências distintas, possibilitando assim traçar uma curva que representa a pressão sonora para cada frequência. Com o uso deste tipo de dados é possível analisar o comportamento dos materiais em toda a faixa audível ao ouvido humano.

A Figura 1(a) apresenta o comportamento das placas confeccionadas com eucalipto, onde são apresentadas três curvas: a curva na cor preta representa a linha de transmissão sem a inserção da placa, e a curva na cor vermelha representa o resultado da linha de transmissão após a inserção da placa. É possível observar que ocorreu uma diminuição considerável em todo o espectro de frequência. Esse comportamento pode ser analisado pela curva azul, que representa em SPL a *IL* do material analisado, onde é possível notar um crescimento da *IL* em frequências acima de 100 Hz, apresentando um elevado nível de isolamento, superior a 50 dB, em frequências acima de 2 kHz.

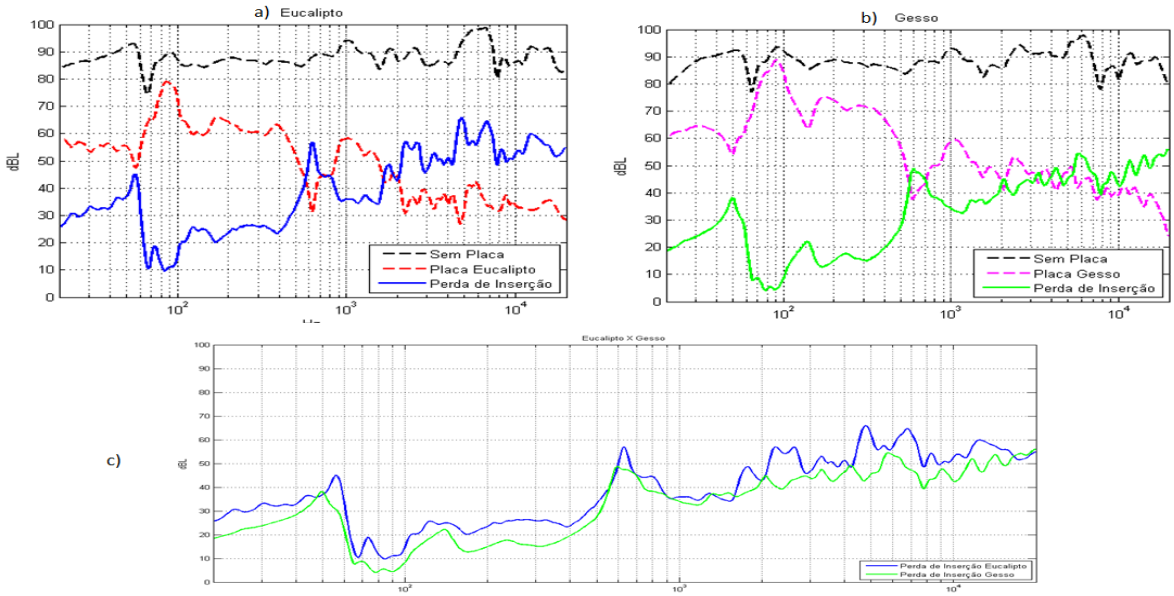


Figura 3. Variação do nível de pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) emitida em (a) painel de eucalipto, (b) painel de Drywall e (c) comparação de IL entre eucalipto e Drywall.

As placas de Drywall apresentaram as mesmas características de isolamento em relação aos painéis de eucalipto, conforme apresentado na Figura 1(b). Porém, ao comparar os dois materiais, é possível observar que as placas de eucalipto apresentam uma perda de inserção com média de 7 dB a mais que o Drywall, conforme mostrado na Figura 1(c). Portanto, pode-se afirmar que os painéis cimento-madeira produzidos com resíduos de *Eucalyptus grandis* possuem maior eficiência para isolamento acústico.

CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos nos ensaios mecânicos foi possível observar que os painéis-cimento madeira desenvolvidos com *Eucalyptus grandis* mostraram valores satisfatórios para as propriedades de compressão paralela, sendo superiores aos resultados obtidos em outros trabalhos usados como referência. Com relação à ligação interna, os painéis também apresentaram bom desempenho, com valores de resistência adequados. Para MOE e MOR os painéis não obtiveram valores de resistência aceitáveis.

De acordo com os resultados encontrados na caracterização acústica, verificou-se que, para o isolamento acústico, os painéis cimento-madeira desenvolvidos neste trabalho obtiveram um melhor desempenho quando comparados às placas de Drywall, largamente utilizadas no mercado da construção civil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento desta pesquisa e pelas bolsas de estudo concebidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM D1037-06a, Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2006.

BERALDO, A. L.; ARRUDA, A. C. DE; STANCATO, A. C.; SAMPAIO, C. A. P.; FERNANDES FILHO, O. P.; LEONEL, V. M. Compósitos à base de resíduos vegetais e cimento Portland. Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Uberlândia, 2002.

Bison Wood-Cement Board. Bison-report. [S.l.], p. 10. 1978.

BUSCH, T.; HODGSON, M.; WAKEFIELD, C. Scale-model study of the effectiveness of highway noise barriers. The Journal of the Acoustical Society of America, v. 114, n. 4, p. 1947-1954, 2003.

DE LIMA, J. E. C. Eficiência Acústica Comparação Entre Alvenaria E Drywall. Repositório De Relatórios-Engenharia Civil, v. 1, n. 2, 2014.

DIN 52362 - *Deutsches Institut Fur Normung. Testing of wood chipboards, bending test, determination of bending strength*, p. 40. Berlin, 1982.

FARINA, A. Advancements in impulse response measurements by sine sweeps. Audio Engineering Society. Audio Engineering Society Convention 122. Vienna, Austria, 2007.

FARINA, A. Simultaneous measurement of impulse response and distortion with a swept-sine technique. Audio Engineering Society. Audio Engineering Society Convention 108. Paris, France, 2000.

IWAKIRI, S.; PRATA, J. G. Utilização da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* na produção de painéis cimento-madeira. Cerne**,** v. 14, n. 1, p. 68-74. Lavras, 2008.

JAGNIATINSKIS, A.; FIKS, B.; MICKAITIS, M. Determination of Insertion Loss of Acoustic Barriers under Specific Conditions. Procedia Engineering, v. 187, p. 289-294, 2017.

LATORRACA, J. V. F. *Eucalyptus spp*. na produção de painéis de cimento-madeira. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), p. 191. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

MENDES, L. M.; LOSCHI, F. A. P.; PAULA, L. E. R.; MENDES, R. F.; GUIMARÃES JR, J. B.; MORI, F. A. Potencial de utilização da madeira de clones de *Eucalyptus urophylla* na produção de painéis cimento-madeira. Cerne. Lavras, 2011.

MOSLEMI, A. A. 1998. *Emerging technologies in mineralbonded wood and fiber composites*. Seminário Internacional Sobre Produtos Sólidos De Madeira De Alta Technologia, p. 144-156. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998.

MULCAHY, J. Room eq wizard. Acessado em: 26 Dez. 2018, 2017. Disponível em: <https://www.roomeqwizard.com/index.html>.

PIEDRAHITA, Y.; FAJARDO, F. Construcción de una cámara anecoica para la caracterización de la pérdida de transmisión sonora. Revista Brasileira de Ensino de Fısica, v. 34, n. 4, p. 4305, 2012.

PIRES, L. G.; SANTO, M. W. do E.; CARNEIRO NETO, M. M. Uso De Drywall Na Construção Civil. 2017.

POMARICO, F. A. Potencial de utilização da madeira de Clones de Eucalipto na Produção de Painéis Cimento-Madeira. Dissertação (Mestrado), p. 50-55. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

POZAR, D. M. Microwave engineering. John Wiley & Sons, 2009.

SAVASTANO JR, H. Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo. Tese (livre-docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe. 2011.

YUYA, NISHIMURA et al. The acoustic design of soundproofing doors and windows. Open Acoustics Journal, v. 3, p. 30-37, 2010.

COMPORTAMENTO MECÂNICO DE COMPÓSITOS CIMENTÍCIOS REFORÇADOS COM PARTÍCULAS DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COM E SEM ENVELHECIMENTO ACELERADO

Matheus da Rocha Coutinho Avelino[1] ; Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz [2]; Rafael Farinassi Mendes [3]; Carolina Rezende Pinto Narciso[4]; Victor Rezende Carvalho[5]; Isabela Moreira Albano da Silva[6] Lívia Elisabeth Vasconsellos de S. Brandão Vaz[7]

[1]Graduando em Engenharia Civil, bolsista PIBIC/CNPq, UFLA, Lavras, MG. matheus.avelino1@engenharia.ufla.br
[2]Orientadora do Departamento de Engenharia, UFLA. patricia.ponciano@ufla.br. [3]Coorientador do Departamento de Engenharia, UFLA. rafael.mendes@ufla.br [4]Doutoranda em Engenharia de Biomateriais, UFLA, carolina.narciso@yahoo.com.br; [5]Graduando em Engenharia Civil, UFLA, e bolsista PIBIC/FAPEMIG. vrcar@engenharia.ufla.br
[6] Graduanda em Engenharia Civil, UFLA, e bolsista PIBIC/UFLA.
[7]Professora do Departamento de Engenharia,UFLA. livia.brandão@deg.ufla.br

RESUMO - O setor da construção civil é responsável pelo descarte de toneladas de resíduos ao ano, sendo um dos maiores consumidores de recursos naturais. Para reduzir essa perda de recursos, diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas em todo o mundo com o desafio de promover novas tecnologias que sejam ambiental e financeiramente aceitáveis, além de possuírem qualidade suficiente para que possam ser utilizadas na construção. O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades mecânicas de painéis cimenticos produzidos com fibra do bagaço de cana-de-açúcar após 28 dias de cura e após o envelhecimeto acelerado realizado por meio do processo de imersão e secagem. Os painéis foram confeccionados com base na densidade nominal de 1,2 g/cm³, com relação água:cimento de 1:2,5; relação cana:cimento de 1:2,75 e dimensões de 48 x 48 x 1,5 cm. Após 28 dias de cura, foram realizadas as seguintes análises mecânicas:compressão, tração, MOR – Módulo de Ruptura à flexão estática e MOE - Módulo de Elasticidade à flexão estática, realizadas após 28 dias de cura e após o processo de envelhecimento acelerado realizado pelo processo de imersão e secagem. A análise dos resultados obtidos permite afirmar que os paineis produzidos -com resíduos de bagaço de cana-de-açúcar aprensentaram valores de MOR acima do exigido por norma, e boa resistência com relação ao ensaio de ligação interna e de compressão paralela sem o envelhecimento acelerado. Porém, para valores de MOE o painel apresentou valores abaixo do indicado e após o envelhecimento acelerado, os valores de MOE e MOR também apresentaram valores abaixo da norma. Indica-se assim, a continuação dos estudos relacionados ao tema, com o objetivo de melhorar as propriedades mecânicas dos painéis e atender a todos os valores mínimos exigidos pelas normas.

Palavras-chave: placas cimentícias, módulo de ruptura, módulo de elasticidade, resíduos agroindustriais.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

INTRODUÇÃO

O setor da construção civil, em todo o mundo é um dos mais importantes pilares da economia, atuando tanto na melhoria do urbanismo e infraestrutura global, quanto na geração de empregos à sociedade. Porém, o setor oferece uma grande ameaça e atraso de desenvolvimento, quando se trata de consumo de materiais, exploração de resursos naturais e descarte inadequado de resíduos, gerando grandes prejuízos ao meio ambiente.

Os compósitos ciementícios são constituidos a partir da mistura de partículas lignocelulósicas, um aglutinante de origem mineral, sendo o cimento Portland utilizado em maior escala, e aditivos químicos. Esse material possui uma grande aceitação e utilização em mercados externos como a Europa e a Ásia, porém ainda não está inserido comercialmente no mercado brasileiro, tal fato pode ser explicado pelo grande monopólio econômico do setor da construção civil no Brasil, principalmente quando se fala em materiais **(**LATORRACA, 2000).

O motivo da utilização dos painéis cimento-madeira na construção civil se deve pelo fato de apresentar diversas vantagens. Para o Brasil, uma delas é quanto à sua produção, devido à disponibilidade de resíduos e a grande produção de cimento, como destacado por Iwakiri e Prata (2007). Outro aspecto, é ser parcialmente incombustível, bom isolante acústico e térmico, resistir aos ataques de fungos, insetos xilófagos e a umidade, além de ser considerado um material de boa trabalhabilidade (IWAKIRI e PRATA, 2007).

O bagaço de cana é considerado um subproduto ou um resíduo gerado na produção de álcool e/ou açúcar. Após a moagem da cana para produção do álcool e outros produtos, sobra um rejeito denominado bagaço de cana-de-açúcar. Atualmente, este bagaço é utlizado para geração de energia mecânica e elétrica, e como o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, os resíduos derivados deste produto estão na mesma proporção. Portanto, a utilização dos componentes dessa biomassa vegetal é de grande importância econômica e ambiental (SILVA, 2006).

A utilização desses painéis abrange desde construções simples até as mais sofisticadas, e é promissor quando se considera a necessidade e possibilidade da melhor utilização de resíduos, tanto no processamento industrial, quanto na exploração florestal e na geração de produtos agrícolas, resultando em um aumento no valor agregado desses materiais, minimização dos depósitos de resíduos, a possibilidade de geração de novas empresas e, consequentemente, a criação de novos empregos (ALVARENGA, 2013).

O processo de envelhecimento acelerado dos compósitos cimentícios pelo processo de imersão – secagem dos corpos de prova – tem, por finalidade, simular a possível e eventual degradação dos materiais pela exposição prolongada às intempéries naturais. Ou seja, avaliar o comportamento dos painéis sobre efeitos de repetidas exposições à chuva e a raios solares. O efeito que essa degradação causa do painel pode diminuir o tempo necessário à obtenção de respostas, que possam contribuir com o desenvolvimento e produção de materiais que sejam mais duráveis ao longo de um determinado tempo, que segundo Tonoli et al. (2009) e Teixeira et al. (2014), as fibras entram em contato com a água dos poros do cimento durante o processo de imersão, há uma reação entre os componentes da fibra e a água do poro, que é evaporada durante o processo de secagem, formando assim produtos de decomposição, que podem comprometer a estrutura do compósito.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento mecânico de painéis cimentícios reforçados com partículas de bagaço de cana aos 28 dias de cura e com envelhecimento acelerado para avaliação do seu potencial de utilização na construção civil.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram usadas fibras de clones de cana-de-açúcar cultivados na Universidade Federal de Lavras – UFLA. Na fabricação dos painéis foi utilizado o Cimento Portland de alta resistência inicial (CPV-ARI), como aglutinante mineral e o cloreto de cálcio ($CaCl_2$), utilizado como acelerador do processo de cura do cimento.

Após a colheita da cana, os caules foram cortados em partículas com tamanho médio de 20 cm de comprimento e, posteriormente, levados a estufa a 85 ºC para secagem até atingirem 12% de umidade.

Após a secagem, os materiais foram processados no moinho martelo, com a finalidade de reduzir a dimensão do material. As partículas foram então, submetidas ao peneiramento manual para a homogeneização da dimensão das partículas. No processo de peneiramento e classificação das partículas, foi utilizado um conjunto de peneiras sobrepostas de 40 e 60 mesh, respectivamente e, o material utilizado foi aquele que passou pela peneira de 40 mesh e ficou retido na peneira de 60 mesh.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

Na confecção dos painéis foram utilizados os seguintes parâmetros: densidade do painel: 1,2 g/cm³; dimensões do painel: 48 x 48 x 1,5 cm; relação cana:cimento: 1: 2,75; relação água: cimento: 1: 2,5; taxa água de hidratação: cimento: 0,25; aditivo: 4% em relação à massa de cimento; e porcentagem de perdas: 6%. Com as quantidades de cada material determinadas, fazendo uso de uma betoneira foi possível homogeneizá-los. Após a homogeinização, a massa para a produção de três painéis foi devidamente pesada, separada e distribuída sobre formas de alumínio previamente lubrificadas com óleo diesel para facilitar a retirada dos painéis das formas. Realizou-se a prensagem a frio em temperatura ambiente das placas com pressão de 40 kgf/cm^2 e tempo de prensagem: 10 minutos, tempo de grampeamento: 24 horas. Após este período, os painéis foram acondicionados em câmaras de climatização com temperatura de 20 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 3% por 28 dias, tempo necessário para a cura do cimento. Aos 28 dias, foram retirados seis corpos de prova para realização dos ensaios mecânicos, de acordo com as normas ASTM (1982) e DIN (1982). Sendo que, três corpos de prova foram ensaiados aos 28 dias e os outros três, após o processo de envelhecimento.

Para a caracterização mecânica dos painéis foram avaliadas as propriedades de ligação interna e compressão paralela, de acordo com a norma ASTM – D1037 (2006) e para as propriedades de MOE e MOR à flexão estática foi empregada a norma DIN 52362 (1982).

Após 28 dias de cura, três corpos de prova foram submetidos ao processo de envelhecimento de acordo com EN 494, (1994). Foram realizados seis ciclos de envelhecimento em cada corpo de prova, onde cada ciclo compreende a uma imersão completa em água por 170 min (até que os poros sejam preenchidos pela água) e em seguida, um processo de secagem em estufa até 70 ºC por um período de 170 min para secagem dos poros.

Após o envelhecimento acelerado os corpos-de-prova foram destinados à caracterização mecânica (ensaios de flexão estática – MOE e MOR).

Todos os processos de confecção dos painéis, o envelhecimento acelerado e as análises e ensaios de laboratório foram realizados na Unidade Experimental de Produção de Painéis de Madeira (UEPAM), situada no campus da Universidade Federal de Lavras – UFLA, em Lavras – MG.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão apresentados os valores médios das seguintes propriedades mecânicas: ligação interna e compressão paralela à superfície dos painéis aos 28 dias de cura, sem envelhecimento acelerado. São apresentados também os valores máximos e mínimos obtidos e o coeficiente de variação dos resultados para cada ensaio realizado.

Tabela 1. Valores de ligação interna e compressão paralela aos 28 dias de cura e sem envelhecimento acelerado

	Ligação Interna (MPa)	**Compressão Paralela (MPa)**
Média	0,37 (0,15)	2,81 (1,40)
Valor máx.	0,52	3,81
Valor mín.	0,21	1,40
CV%	27,43	30,53

Os resultados obtidos no ensaio de ligação interna mostraram uma oscilação consideravel, com valores variando de 0,21 a 0,52 MPa. Viroc (2016) e norma EN 634-2 (2007) recomendam os valores de 0,50 MPa para ligação interna de painéis cimento-madeira aos 28 dias. O processo Bison (2017), determina o valor minimo de ligação interna de 0,40 MPa. Portanto os valores encontrados neste trabalho não estão de acordo com o exigido por norma.

Para valores de compressão paralela os valores obtidos nesse trabalho, tiveram uma variação de 1,40 a 3,81 MPa, e podem ser comparados aos obtidos por Mendes et al. (2008b) encontraram valores médios para compressão paralela variando na faixa de 2,25 a 3,30 MPa.

Na Figura 1, estão apresentados os valores médios das densidades dos paineis considerando o painel sem envelhecimento acelerado e com envelhecimento acelerado.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

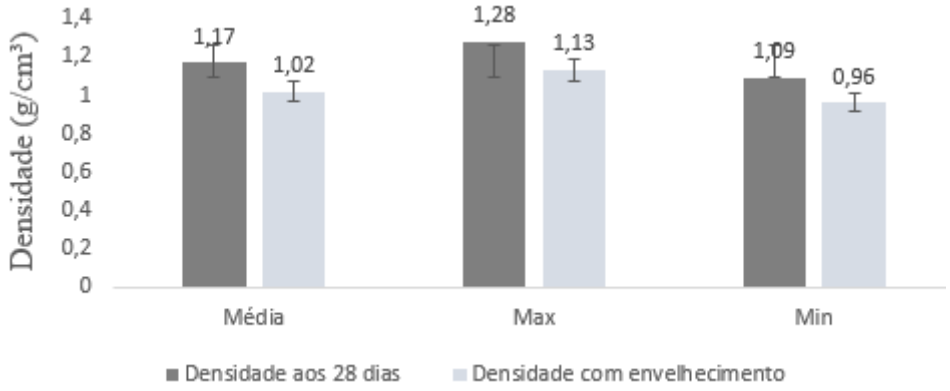


Figura 1. Valores de densidade com e sem envelhecimento acelerado.

Os resultados obtidos para valores de densidade dos painéis com e sem envelhecimento acelerado aprentaram-se abaixo do considerado valor comercial, fato que pode ser explicado pela baixa densidade da matéria prima utilizada, uma vez que esse valor influência diretamente da quantidade de partículas empregadas na formação do painel. Portanto, para se obter certo valor de resistência, a densidade do painel deve ser aumentada (MENDES et al., 2010).

Nas Figuras 2 e 3, são apresentados os valores médios de MOE e MOR, respectivamente, considerando o painel sem envelhecimento acelerado e com envelhecimento acelerado.

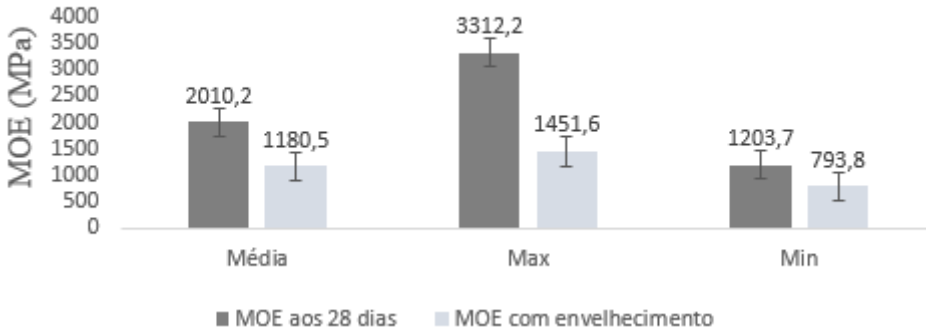


Figura 2. Valores de MOE com e sem envelhecimento acelerado.

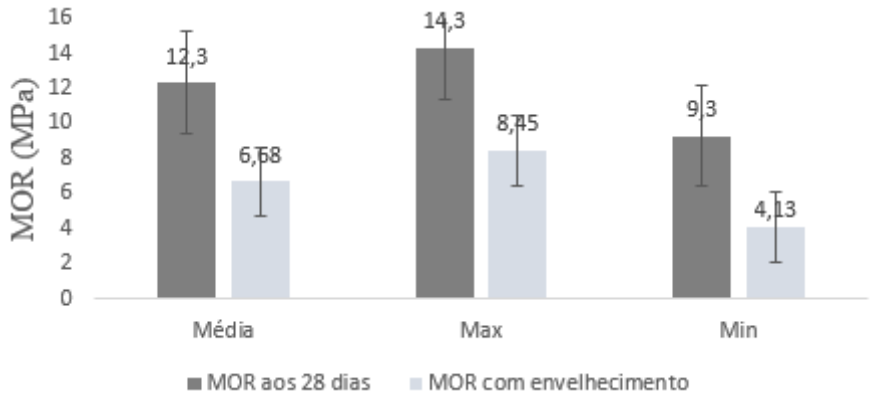


Figura 3. Valores de MOR com e sem envelhecimento acelerado.

Os valores de MOE e MOR apresentaram variação consideravel. Viroc (2016) e a norma EN 634-2 (2007) determinam que os valores mínimos – sem envelhecimento acelerado - de MOR devem ser de 9,0 MPa. Já de acordo com o processo Bison (2017), determina o valor minimo de 3000 MPa para o MOE. Avaliando os valores de MOR obtidos experimentalmnete pode-se observar que os painéis cimenticios reforçados com cana-de-açúcar obtiveram valores satisfatórios em relação aos encontrados na literatura, diferentemente dos valores encontrados para MOE.

Analisando os valores de MOE e MOR depois do envelhecimento acelerado, pode-se observar uma redução dos valores médios dos paineis de 42,9% para MOE e 45,5% para MOR, em relação aos panéis aos 28 dias. Esta redução nos módulos de resistênia pode ser considerada expressiva pois causam perda parcial da aderência do material – bagaço de cana-de-açúcar – no cimento, isso ocorre devido a movimentação das partículas no processo de molhagem e secagem, onde o processo de secagem tem maior influência, pois a água dissipada causa redução do volume e desprendimento do bagaço de cana-de-açúcar com a matriz de cimento, devido a incompatibilidade física e química, resultando em esforços mecânicos e consequentemente micro fissurações na estrutura, comprometendo a ressitência a flexão do material (PIMENTEL; BERALDO; SAVASTANO JÚNIOR, 2006).

Considerando os mesmos critérios em Viroc (2016) e norma EN 634-2 (2007), após o envelhecimento os valores de MOE e MOR não atenderam os valores.

É possível considerar uma resistência suficiente para aplicações do painel de forma não estruturais, tais como revestimento de painel,forros e divisórias (STRECKER. K et al., 2014).

É importante ressaltar que os painéis para a comercialização apresentam uma maior faixa de densidade, entre 1,3 a 1,4 g/cm³,diferentemente dos paineis fabricadsos nesse

trabalho (1,17 g/cm³), o que certamente proporciona melhora das propriedades de MOR e MOE. Sendo assim, para resolver essa situação é indicado um pequeno aumento da densidade dos painéis, possibilitando assim atender a todos os critérios da norma (MENDES et al., 2010).

CONCLUSÃO

Com base nas análises e nos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que os painéis desenvolvidos com bagaço de cana-de-açúcar mostraram valores satisfatórios para as propriedades de ligação interna, compressão paralela em relação aos valores recomendados pelas normas e pela literatura. Para MOR e MOE sem envelhecimento acelerado os painéis produzidos neste estudo obtiveram valores de resistência próximo aos limites aceitáveis. Para os painéis com envelhecimento acelerado, os valores de MOE e MOR não obtiveram valores de resistência aceitáveis.

Portanto, indica-se a continuação do estudo, visando a otimização das características das partículas de bagaço de cana-de-açúcar, por meio de um detalhamento da composição química e de análise física das partículas, para que os painéis cimento-madeira possam atender às propriedades mecânicas exigidas, além do aumento da densidade real do material, possibilitando atender as exigências definidas por norma e consequentemente, sua utilização no mercado.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo financiamento do projeto, ao CNPq pelo apoio financeiro de bolsas, e à Universidade Federal de Lavras-UFLA pela disponibilização de seus laboratórios para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN, V.; SAVASTANO JUNIOR, H. Uso de materiais alternativos à base de fibras vegetais na construção civil: experiência brasileira. In: Seminário Iberoamericano de materiales fibrorreforzados, 1.; Reunión Proyecto Pip, 8., Cali. Anais... Cali: Universidad del Valle, 1997. p. 23-40

ASTM D1037-06a, Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2006.Bison Wood-Cement Board. Bison-report. [S.l.], 1978. 10 p.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.Annual book of ASTM: D-1037 - Standard methods of evaluating properties of wood-base fiber and particles. Materials Philladelphia, 2012.

ASTM 1982. ASTM Standard parts 17 and 18. American Society of Testing and Materials. Philadelphia, Pennsylvania.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: Cimento Portland- Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 8 p. dez, 1996.

ALVARENGA, F.P. Potencial de Utilização da madeira de clornes de eucalipto na produção de painéis cimento-madeira – Lavras :UFLA, 2013.

BISON WOOD-CEMENT BOARD. Technical hand book. Bison Report. Berlin, p. 1-36. 2017.

CABRAL, M. R. Painéis de partículas homogêneas cimento-bagaço de cana-de-açúcar curados por carbonatação acelerada – Pirassununga: Universidade de São Paulo, 2016.

DIN-NORMEN FUR HOLZFASERPLATEN SPANPLATTEN SPERRHOLZ. Testing of wood chipboards bending test, determination of bending strength: DIN 52362. Berlin , 1982.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARD. EN 494: fibre-cement profiled sheets and fittings for roofing – products specification and test methods. London: British Standards Institution, 5p. 1994.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARD. EN 634-2: Cement-bonded particleboards - Specifications - Part 2: Requirements for OPC bonded particleboards for use in dry, humid and external conditions,2007.

FRYBORT, S. et al. Cement bonded composites – a mechanical review. Bioresources. v. 3, ed. 2, p. 602- 626, 2008.

IWAKIRI, S.; PRATA, J. G. Utilização da madeira Eucalyptus grandis e Eucalyptus dunnii na produção de painéis de cimento-maidera, 2007.

LATORRACA, J. V. F. Eucalyptus spp. Na produção de painéis de cimento-madeira. 2000. 191f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

MACÊDO, A.N; Costa e Souza,A.A; Pompeu Neto,B.P . Chapas de cimento-madeira com resíduos da indústria madeireira da Região Amazônica. *Ambient. constr.* [online]. vol.12, n.2, pp.131-150, 2012.

MENDES, R. F. et al. Qualidade de painéis aglomerados produzidos na China utilizando bagaço de cana. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. Londrina. Anais, Londrina, 2008.

MENDES, R. F. et al. Painéis aglomerados produzidos com bagaço de cana em associação com madeira de eucalipto. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 285-295, 2010.

PIMENTEL, L. L.; BERALDO, A. L.; SAVASTANO JUNIOR, H. Durability of cellulose cement composites modified by polymer. Eng. Agrícola. v. 26, n. 2. Jaboticabal, may/aug. 2006.

ROSSI, F. G. et al. Incorporação da fibra do bagaço de cana-de- açúcar no cimento – Centro Universitário da FEI, Florianópolis, Santa Catarina, 2014.

SESSA, T.C . Avaliação Da Utilização Da Cinza Do Bagaço De Cana-Deaçúcar Em Concreto Usando Construções Residenciais De Menor Impacto. Universidade Federal do Rico de Janeiro – Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2013.

SILVA, A. J. P. Aplicação de partículas longas e orientadas de bagaço de cana-de-açúcar na produção de painel particulado similar de OSB. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade de São Carlos. São Carlos, 2006.

STRECKER, K. et al. Fabricação e caracterização de compósitos a base de cimento com incorporação de poliestireno expandido. Universidade Federal de S. João Del-Rei, UFSJ, São João Del Rei, Minas Gerais, 2014.

TEIXEIRA, R. S. et al. Different ageing conditions on cementitious roofing tiles reinforced with alternative vegetable and synthetic fibres. Material and Structures, v. 47, n. 3, p. 433-446, 2014.

TONOLI, G. H. D. et al. Cellulose modified fibres in cement based composites. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, v. 40, n. 12, p. 2046-2053, 2009.

VIROC. Características Viroc. 2016. Lisboa. Disponível em: <http://www.viroc.pt/ResourcesUser/Nova_Gama_Viroc/Viroc_Fichas_de_Produto_PT_EN_FR.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2018.

LÓGICA *FUZZY* COMO FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO DE ESTRO PARA GADO LEITEIRO

Rodrigo Couto Santos[1], Irenilza de Alencar Nãäs[2], Rafaela Silva Cesca[3], Ana Paula Cassaro Favarim[4], Gismery da Silva Monteiro[5], Marcos Oliveira de Paula[6]

[1]Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados – MS, rodrigocouto@ufgd.edu.br;
[2]UNIP, Indianápolis – SP, irenilza@gmail.com;
[3]FCA/UFGD, Dourados – MS, rafaela.s.cesca@gmail.com;
[4]FCA/UFGD, Dourados – MS, paulacassaro@hotmail.com;
[5]FCA/UFGD, Dourados – MS, gismery@gmail.com;
[6]DEF/UFV, Viçosa – MG, modep@bol.com.br

RESUMO - A necessidade existente no setor da pecuária leiteira brasileira, tanto de aumentar a produtividade, quanto de diminuir os custos de produção, tem induzido os produtores a buscarem novos conhecimentos. Desta forma, as relações entre fatores ambientais e respostas fisiológicas do gado leiteiro ocupam lugar de importância durante o processo produtivo. Se a exposição climática pode influenciar no ciclo estral do bovino leiteiro, então qualquer informação que facilite a identificação correta do cio é de grande valia, pois significa diminuição do trabalho e aumento do número de inseminações com sucesso, possuindo assim, valor econômico significativo. O objetivo desta pesquisa foi o desenvolvimento de um modelo utilizando a lógica *fuzzy* para estimar a presença de cio. Foram utilizadas informações pertinentes a gado holandês alojados em confinamento total com intervalos de idade, peso e produção de leite pré-definidos. Serviram como variáveis de entrada o índice de temperatura e umidade (ITU), período após último cio (PAUC) e número de comportamentos observados (NCO). Como variável de saída foi considerada a taxa de detecção de cio (TDC). Com este estudo concluiu-se que é possível à construção de um modelo baseado na lógica *fuzzy* e dados de ambiência que estime a taxa de detecção de cio com boa precisão podendo ser aprimorada para uso como ferramenta de gestão produtiva.
Palavras-chave: ambiência; estro bovino; lógica f*uzzy*.

INTRODUÇÃO

O agronegócio do leite é um dos segmentos mais importantes da agropecuária brasileira e, esta atividade vem passando por transformações nas últimas décadas em virtude da nova realidade no setor, com exigências de bem estar animal, aumento na produção, produtividade e qualidade do leite (SALES et al., 2017).

Segundo SILVA et al (2018) com o aumento da concorrência e exigência cada vez maior dos consumidores, os produtores têm investido cada vez mais em tecnologia, com a finalidade de atender a demanda de mercado. Assim, conforme afirmam SANTOS et al. (2009) o conhecimento sobre as relações entre fatores ambientais e respostas fisiológicas

do gado leiteiro é de extrema importância durante o processo produtivo, pois pode refletir diretamente na quantidade e qualidade do produto final.

Grande parte do território brasileiro apresenta clima tropical, caracterizado por elevada incidência de radiação solar, com temperaturas médias do ar acima de 20ºC e máximas superando 30ºC (REZENDE et al., 2015).

Como o estresse por calor influencia diretamente o desempenho produtivo e reprodutivo das vacas leiteiras, o conhecimento da influência do ambiente sobre o rebanho é importante para que a produção não fique comprometida (MACCIOTTA et al., 2017).

Segundo JÓNSSON et al. (2011) informações como a época correta de ocorrência do estro não deve ser analisada como uma variável absoluta, já que fatores como temperatura, umidade e ventilação influenciam nas reações fisiológicas do animal. Além das influências ambientais, muitos insucessos em programas de inseminação também se devem às falhas na observação do cio.

Com base neste cenário, é grande o número de pesquisas que propõem a utilização da informática para a otimização na criação bovina, entre elas o desenvolvimento de sistemas especialistas que auxiliem na tomada de decisão. Atualmente, a lógica *fuzzy* é a forma de modelagem matemática mais adotada para o desenvolvimento destes sistemas especialistas, principalmente por ser de fácil manuseio e proporcionar resultados de fácil interpretação (VIANA e MATTOS, 2017).

Posto isto, esta pesquisa teve como objetivo simular a possibilidade de presença de estro em vacas leiteiras, utilizando para isto um índice de conforto térmico e modelos multivariáveis dentro da lógica *fuzzy*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão de literatura envolvendo referenciais teóricos disponibilizados para verificação de quais variáveis seriam inseridas no modelo tendo como saída a taxa de detecção de cio, nas bases de dados científicos da SciELO (Scientific Eletronic Library Online) e *Science Direct*, buscando artigos relevantes publicados até o ano de 2018.

Para a construção do modelo matemático de interesse, foi utilizado o programa R2015a® (2015), o qual permitiu trabalhar com a teoria dos conjuntos *fuzzy*.

Se analisados corretamente, os índices de estresse térmico podem ser ferramentais que auxiliam os produtores no manejo minimizando os efeitos negativos oriundos do

 ISBN: 978-85-66836-24-0

estresse por calor (BERMAN et al., 2016). Segundo BUFFINGTON et al. (1981) o índice de temperatura e umidade (ITU) é bastante eficiente na avaliação da eficiência reprodutiva bovina. Assim, nesta pesquisa optou-se por utilizar este índice na construção do modelo.

MOLLO NETO e NAAS (2014) estudaram o ITU e níveis de conforto bovino classificando os valores menores ou igual a 74 como Normal; entre 75 e 78 Alerta; entre 79 a 83 Perigo e valores iguais ou superiores a 84 como Emergência. Assim, o domínio dessa função ficou compreendido entre 35 e 110 e os termos lingüísticos como se segue:

IDEAL: [35, 35, 70, 75]
ALERTA: [74, 75, 78, 79]
PERIGO: [78, 79, 82, 83]
EMERGENCIA: [82, 87, 110, 110]

Segundo FORDE et al. (2011) o ciclo estral, é um período cíclico de atividade ovariana, podendo ocorrer a cada 18 a 24 dias. Porém o mais comum é que aconteça sempre no 21º dia. Desta forma, a variável linguística de período após o ultimo cio (PAUC) teve seus termos linguísticos representados como se segue:

CURTO: [13, 13, 15, 19]
NORMAL: [18, 20.5, 21.5, 24]
LONGO: [22, 26, 28, 28]

Em mamíferos, estro é um sintoma e uma estratégia visual para garantir que a fêmea esteja receptiva à monta no momento próximo a ovulação (ROELOFS et al. 2010). Diversos autores descreveram comportamentos apresentados por bovinos leiteiros durante o estro (PACHECO et al., 2018; dos SANTOS et al. 2017).

Para CARDOSO (2002) e ROELOFS et al. (2010), o gado leiteiro pode apresentar até 10 indícios específicos que identificam a ocorrência do cio. Destacam-se o fato de aceitar a monta, como principal característica, redução do apetite e produção de leite, entre outros. Baseado em informações de campo e opinião de especialista foi possível dividir a variável linguística "número de comportamentos observados" (NCO) em três termos linguísticos como se segue:

 ISBN: 978-85-66836-24-0

POUCO: [1, 1, 3, 4]
NORMAL: [3, 4, 5, 6]
IDEAL: [5, 6, 10, 10]

A classificação da variável resposta da simulação, taxa de detecção de cio (TDC) foi realizada levando-se em consideração o intervalo da função de pertinência entre 0 e 1, sendo este dividido em cinco faixas. Em pesquisa realizada por CAETANO e CAETANO JÚNIOR (2015) foi verificada que a baixa porcentagem de animais detectados em estro, em alguns casos, deve-se à ausência de atividade ovariana, mas na grande maioria das vezes, o principal fator é a ineficiência na detecção por parte do tratador, sendo considerada baixa taxa de detecção de 20 a 40% dos estros. Já segundo KASTELIC (2001) uma boa uma taxa de detecção de cio é superior a 70% e mesmo um tratador experiente, de acordo com DA SILVA JUNIOR e CAVALCANTE (2018) é quase impossível detectar a presença de cio em mais de 80% das vacas de um rebanho. Assim, o termo linguístico TDC ficou dividido:

MUITO-BAIXA: [0, 0, 0.20, 0.30]
BAIXA: [0.25, 0.30, 0.40, 0.45]
MÉDIA: [0.40, 0.45, 0.55, 0.60]
ALTA: [0.55, 0.60, 0.70, 0.75]
MUITO-ALTA: [0.70, 0.80, 1, 1]

O método de inferência utilizado para relacionar as variáveis de entrada com a de saída foi o Mandani. A "*defuzzificação*" foi realizada pelo método do centro de gravidade, como feito por MUDULI et al. (2018), utilizando funções de pertinência trapezoidais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo DA SILVA e MAIA (2013) ambientes estressores e manejo inadequado levam o bovino a um quadro de desconforto grave que influencia em sua capacidade reprodutiva e que dependendo do grau de exposição tende a evoluir para o óbito do animal. Baseado nesta afirmação, para este trabalho optou-se em representar valores de ITU, PAUC e NCO na forma de base de regras ativadas e simular situações que

envolvessem valores ideais, gerando assim um cenário onde a variável de saída TDC pudesse ser mais bem identificada quantitativamente.

Assim, um ITU igual a 70 foi considerado como sendo o ideal, segundo COSTA et al. (2015). No caso de vacas que não estão sofrendo estresse térmico ou qualquer outro tipo de disfunção, de acordo com CAETANO e CAETANO JÚNIOR (2015) o pico estral ocorre no 21º dia. Por este motivo, assumiu-se este dia como sendo o ideal de ocorrência de estro. E visto os experimentos de CARDOSO (2002) e ROELOFS et al. (2010), que relatam 10 indícios de que uma vaca vai entrar no cio considerando a observação de 6 indícios ou mais tecnicamente excelente para caracterização de uma situação de estro, este valor foi assumido para uma situação ideal.

A Figura 1 ilustra a base de regras ativada para situações hipoteticamente ideais.

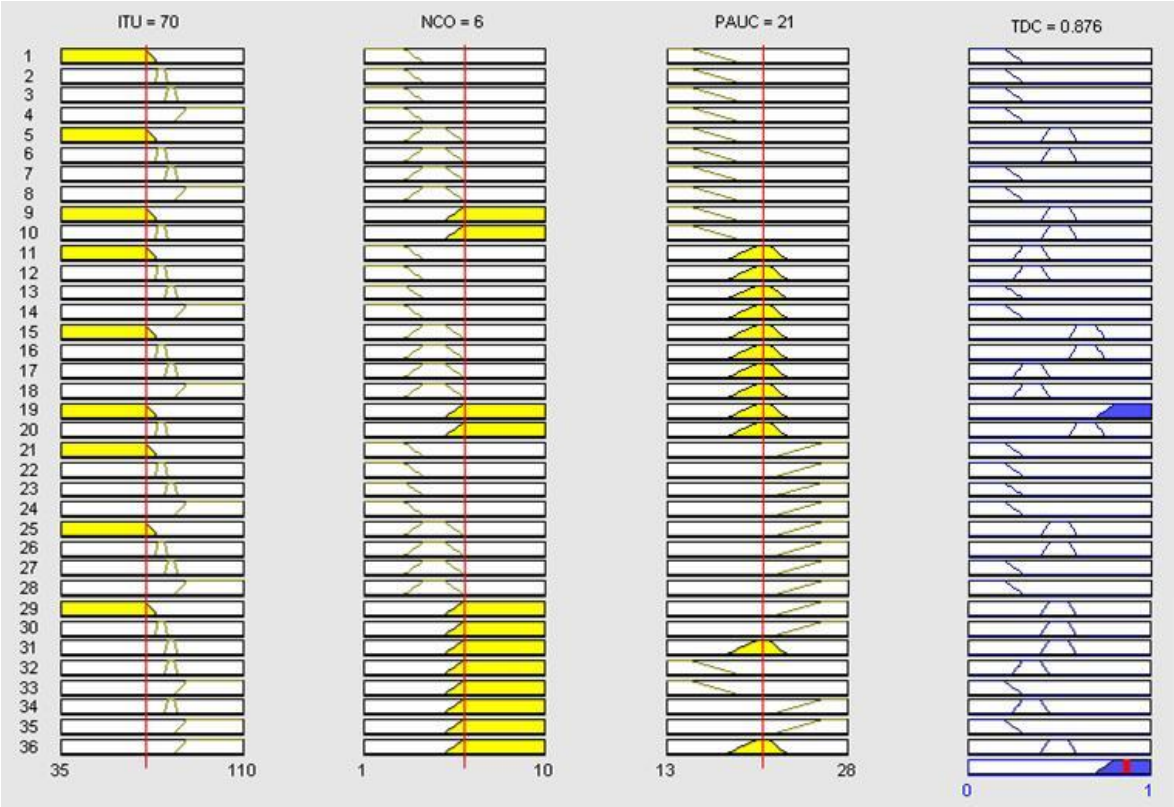


Figura 1. Base de regras ativada para valores ideais.

Analisando a Figura 1, em que ITU, PAUC e NCO assumem valores ideais, a variável de saída TDC resulta em um valor de 0,876, o que representa a possibilidade de 87,6% de segurança na resposta referente ao fato de uma vaca entrar no cio diante das condições padrão. Considerando a afirmação de KASTELIC (2001), onde 70% pode ser considerado um bom grau de acerto na detecção de cio, uma simulação onde a taxa de

detecção chega aos 87,6% sugere um excelente resultado. Observando-se a variável lingüística TDC, o valor encontrado, neste caso, pode ser enquadrado no termo linguístico "MUITO-ALTA".

PANDORFI et al. (2012) afirmam que o uso de técnicas de modelagem pode favorecer a acurácia das pesquisas e o desenvolvimento de sistemas especialistas para auxiliar na tomada de decisões, com o objetivo de reduzir perdas e aumentar o controle acerca do sistema produtivo.

CONCLUSÕES

De acordo com as informações disponibilizadas neste estudo foi possível a construção de um modelo baseado na lógica *fuzzy* e dados de ambiência, que estime a taxa de detecção de cio demonstrando a aplicabilidade do conceito *fuzzy* como ferramenta de gestão.

Para a simulação realizada com o modelo proposto, considerando valores ideais de índice de temperatura e umidade (ITU), período após o último cio (PAUC) e número de comportamentos observados (NCO), a variável lingüística de saída taxa de detecção de cio (TDC) apresentou valor muito alto, o que sugere grande eficiência do modelo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Unicamp e UFGD pelo apoio financeiro para a concretização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERMAN, A.; HOROVITZ, T.; KAIM, M.; GACITUA H. A comparison of THI indices leads to a sensible heat-based heat stress index for shaded cattle that aligns temperature and humidity stress. **International Journal of Biometeorology,** v. 60, n. 10, p. 1453-1462, 2016. DOI: 10.1007/s00484-016-1136-9

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO- AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D., Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE,** v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981. DOI: 10.13031 / 2.013.34325

CAETANO, G. A O.; CAETANO JÚNIOR, M. B. Métodos de detecção de estro e falhas relacionadas. **PUBVET,** v.9, p.348-399, 2015.

CARDOSO, D. L. Métodos de Detecção de Cio em Bovinos. 63p. Monografia - Faculdade de Medicina Veterinária. Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2002.

COSTA, A. N. L.; FEITOSA, J. V.; MONTEZUMA, P. A.; SOUZA, P. T.; ARAÚJO, A. A. Rectal temperatures, respiratory rates, production, and reproduction performances of crossbred Girolando cows under heat stress in northeastern Brazil. **International Journal of Biometeorology,** v. 59, n. 11, p. 1647-1653, 2015. DOI: 10.1007/s00484-015-0971-4

DA SILVA, R. G.; MAIA, A. S. C. Principles of Animal Biometeorology. Heidelberg: Springer, 2013. 264p. DOI: 10.1007/978-94-007-5733-2

DA SILVA JUNIOR, B. A.; CAVALCANTE, T. H. C. Indução de novilhas para protocolo de inseminação artificial em tempo fixo: Revisão. **PUBVET**, v. 12, n. 133. 2018.

DOS SANTOS, M. P.; DE GODOY, M. M.; DE SOUZA, C. L.; DE MOURA A. R.; SENA, C. V. B. Desempenhos produtivo e reprodutivo de ovelhas Santa Inês alimentadas com dietas suplementadas com gordura protegida no pós-parto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.52, n.7, p.548-556, 2017. DOI: 10.1590/S0100-204X2017000700009

FORDE, N., M. E. BELTMAN, P. LONERGAN, M. DISKIN, J. F. ROCHE, M. A. CROWE. Oestrous cycles in Bos taurus cattle. **Animal Reproduction Science,** v. 124, p. 163-169, 2011. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2010.08.025

JÓNSSON, R., M. BLANKE, N.K. POULSEN, F. CAPONETTI, S. HØJSGAARD. Oestrus detection in dairy cows from activity and lying data using on-line individual models. **Computers and Electronics in Agriculture,** v. 76, p. 6-15, 2011. DOI: 10.1016/j.compag.2010.12.014

KASTELIC, J. P. Computerized Heat Detection. **Advances in Dairy Technology.** Canada. v.13, p.393-402, 2001.

MACCIOTTA, N. P. P.; BIFFANI, S.; BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; VITALI, A.; AJMONE-MARSAN, P.; NARDONE, A. Derivation and genome-wide association study of a principal component-based measure of heat tolerance in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 4683-4697, 2017. DOI: 10.3168/jds.2016-12249

MATLAB R2015a®. The Mathworks Inc. 2015. 03 Apple Hill Drive. Natick, MA 01760-2098. 2015.

MOLLO NETO, M.; NÄÄS, I. A. Software de agricultura de precisão para monitorar parâmetros ambientais de conforto térmico na bovinocultura de leite. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas,** v. 8, n. 2, p. 112-127, 2014. DOI: 10.18011/bioeng2014v8n2p112-127

MUDULI, L.; JANA, P. K.; MISHRA, D. P. Wireless sensor network based fire monitoring in underground coal mines: A fuzzy logic approach. **Process Safety and**

Environmental Protection. v. 113, p. 435 – 447, 2018 DOI: 10.1016 / j.pse.p.2017.11.003

PACHECO, S. L.; HOPPEN, A, R.; ROSA. F. S. Comparação da taxa de prenhez conforme o estágio de desenvolvimento de embriões produzidos in vitro e transferidos em bovinos de corte e leite. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos,** v.2, p.1-10, 2018.

PANDORFI, H; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C. Zootecnia de precisão: princípios básicos e atualidades na suinocultura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal,** v.13, n.2, p.558-568, 2012. DOI: 10.1590/S1519-99402012000200023

REZENDE, S. R.; MUNHOZ, S. K.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; GUIMARÃES, J. L. N. Características de termorregulação em vacas leiteiras em ambiente tropical: revisão. **Veterinária Notícias,** v. 21, n. 1, p.18-29, 2015. DOI: 10.14393/VTv21n1a2015.24709

ROELOFS, J., F. LÓPEZ-GATIUS, R.H.F. HUNTER, F.J.C.M. VAN EERDENBURG, C. HANZEN. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. **Theriogenology,** v. 74, p. 327-344, 2010. DOI: 10.1016 / j.theriogenology.2010.02.016

SALES, A. T., De LIMA MELO, W. J., De OLIVEIRA, L. R. Tipologia das instalações para bovinos leiteiros em propriedades rurais na microrregião de Campina Grande, Brasil. **Revista Científica de Produção Animal,** v. 18, n. 1, p. 8-17, 2017. DOI: 10.15528/4327

SANTOS, R. C.; NÃÃS, I. A.; MOREIRA, F. R.; GOMES FILHO, R. R. Aplicação da lógica nebuloza na simulação de estro de vacas leiteiras. **Enciclopédia Biosfera,** v. 5, p. 1-6, 2009.

SILVA, N.; SANTOS, R.C.; ZUCCA, R.; CESCA, R. S.; GEISENHOFF, L. O.. Uso de índices térmicos para análise de regiões produtoras de frangos de corte de Mato Grosso do Sul. **Enciclopédia Biosfera,** v. 15, p. 907-915, 2018.

VIANA, K. D.; MATTOS, V. L. D. Mensuração da satisfação por meio da adaptação de um modelo hierárquico baseado na *lógica fuzzy*. **Revista Brasileira de Computação Aplicada,** v. 9, n. 1, p. 52-62, 2017. DOI: 10.5335/rbca.v9i1.6694

 ISBN: 978-85-66836-24-0

PREDIÇÃO *FUZZY* DO COMPORTAMENTO DE AGRUPAMENTO DE PINTINHOS SUBMETIDOS A DIFERENTES INTENSIDADES E DURAÇÕES DE EXPOSIÇÃO TÉRMICA

Danielle Aparecida Alcântara[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Lucas Henrique Pedrozo Abreu[3], Alessandro Torres Campos[4]

[1] Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Automação da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. danielle.a.alcantara@gmail.com.
[2] Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. yanagi@deg.ufla.br
[3]Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. lucas.abreu@deg.ufla.br.
[4] Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. campos@deg.ufla.br

RESUMO - O conforto térmico de pintinhos pode ser avaliado por meio do comportamento de agrupamento (AG), que constitui em uma forma não invasiva de avaliação. Objetivou-se com o presente estudo desenvolver um sistema de inferência *fuzzy* para estimar o comportamento AG de frangos de corte, entre o oitavo e o décimo primeiro dias de vida em função do ambiente térmico e da duração da exposição térmica. O estudo foi conduzido com duzentos e quarenta frangos de corte submetidos a 4 temperaturas do ar (t_{ar}: 24, 27, 30 e 33 °C) e 4 durações de exposição térmica (DET: 1, 2, 3 e 4 dias) em túneis de vento climatizados. O comportamento AG foi avaliado durante 24 horas entre o 8° e 11° dias de vida. Um sistema de inferência *fuzzy* foi desenvolvido para AG em função de t_{ar} (°C) e DET (dias). Curvas de pertinência triangulares foram utilizadas para representar os dados de entrada e de saída. Os métodos de inferência e defuzzificação usados foram, respectivamente, Mamdani e centro de gravidade. O sistema de inferência *fuzzy* mostrou-se adequado para a predição do comportamento AG de pintinhos com idades variando de 8 a 11 dias, apresentando erro percentual médio de 2,16%.
Palavras-chave: Sistema *fuzzy*, ambiente térmico, comportamento animal.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de carne de frango atingiu, em 2015, 13,15 milhões de toneladas, resultado que colocou o país no segundo lugar entre os maiores produtores mundiais, ultrapassando a China e sendo superado apenas por Estados Unidos, que atingiu 17,97 milhões de toneladas. Em relação às exportações, estas representam em torno de 40% nas vendas no mercado internacional, 3,9 milhões de toneladas, posicionando o Brasil como o maior exportador mundial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2016).

O ambiente de produção exerce papel fundamental na avicultura moderna, que busca alcançar alta produtividade, em espaço físico e tempo relativamente reduzido. Dentre outros fatores do ambiente, os térmicos são os que mais afetam os animais, pois comprometem a função vital mais importante das aves, que é a homeotermia (AMARAL

et al., 2011). Condições térmicas desconfortáveis podem causar alterações no comportamento destes animais. Frangos de corte submetidos a condições térmicas adversas apresentam comportamentos atípicos, evidenciando a importância do seu estudo.

Aplicações de lógica fuzzy podem ser encontradas nas mais variadas áreas. Nessa perspectiva, o setor avícola apresenta-se como um importante potencial de estudo para a utilização dessa técnica. Portanto, a avicultura tem se constituído numa relevante atividade econômica e social, em que os produtos, oriundos do setor, chegam ao mercado consumidor dotados de qualidade e de preços competitivos, permitindo o acesso a diferentes classes sociais. O Brasil vem se destacando no cenário mundial como produtor de carne de frango. Sendo assim, o país deve acompanhar as rápidas mudanças de mercado, no qual os consumidores além do preço demandam por qualidade (DINIZ; MELLO; GRANJA-SALCEDO, 2015).

Dessa forma, a preocupação em se atingir níveis ideais de bem-estar animal relacionado ao comportamento das aves nos sistemas de criação avícola, para que a produção seja maximizada, vem ganhando maior importância pela complexidade com que os fatores de produção estão correlacionados.

Nesse sentido, o estudo do comportamento animal assume papel importante na produção animal, uma vez que, para racionalizar os métodos de criação tem-se desenvolvido técnicas de manejo, alimentação e instalações que interferem, e também dependem do comportamento animal.

A teoria de conjuntos *fuzzy* foi introduzida por Lotfi Asker Zadeh, em 1965, como uma teoria matemática aplicada a conceitos difusos (ZADEH, 1965). A lógica *fuzzy* trata do raciocínio aproximado e valores linguísticos. Essa técnica aborda o conceito de valor verdade com graus variando entre o totalmente verdadeiro e o totalmente falso (SUGANTHI et al., 2015).

Objetivou-se com o presente estudo, desenvolver um sistema de inferência *fuzzy* para estimar o comportamento de agrupamento (AG) de frangos de corte, entre o oitavo e o décimo primeiro dias de vida em função do ambiente térmico e da duração da exposição térmica.

MATERIAL E MÉTODOS

As aves, assim como os mamíferos, são animais homeotérmicos, o que significa que eles conseguem manter a temperatura corporal dentro de limites estreitos, apesar da grande variação na temperatura ambiente. Entretanto, o metabolismo normal das aves e as atividades de produção geram certa quantidade de calor, o qual deve ser dissipado, caso contrário, a temperatura corporal se elevaria a um nível indesejável, prejudicando o desenvolvimento dos processos vitais e produtivos desses animais (CURTIS, 1983).

O comportamento de agrupamento de duzentos e quarenta frangos de corte da linhagem COBB 500® foram monitorados initerruptamente (24 h dia^{-1}) durante a segunda semana de vida das aves, do 8° ao 11° dia, em túneis de vento climatizados. Os frangos de corte foram submetidos às temperaturas do ar (t_{ar}) de 24, 27, 30 e 33°C e, quatro durações da exposição térmica (DET: 1, 2, 3 e 4 dias). A t_{ar} de 30°C é considerada como de conforto para a segunda semana de vida (CONY & ZOCCHE, 2004).

As avaliações consistiram em análises visuais de amostras de 10 minutos de cada hora avaliada. De acordo com a pesquisa desenvolvida por Cordeiro et al. (2011), os principais comportamentos observados foram: frequência de agrupamento (aves juntas de forma a não ser possível diferenciá-las), presença nos bebedouros (aves realizando movimento de bicagem no bebedouro), presença nos comedouros (aves realizando movimento de bicagem no comedouro) e presença de aves nas áreas intermediarias (aves dispersas pela gaiola e/ou que não esteja realizando os comportamentos anteriores).

Os critérios adotados para quantificação do comportamento de agrupamento foram similares à proposta de Medeiros (2005), no qual: 0 → Nenhuma manifestação, 1 – 2 → Pouquíssima manifestação; 3 – 4 → Pouca manifestação, 5 – 6 → Manifestação normal; 7 – 8 → Muita manifestação; 9 – 10 → Muitíssima manifestação.

Para a atribuição das notas em função dos comportamentos: presença no comedouro (PC), presença no bebedouro (PB), em agrupamento (AG) e presença em áreas intermediárias (AI), se adotou o cálculo presente da Equação 1.

$$Nota = \frac{n}{N} \cdot t \qquad (1)$$

em que:

n = número de animais realizando a atividade;

N = número total de animais;

t = tempo no desempenho da atividade (min).

Curvas de pertinência triangulares (Figura 1) foram usadas para as variáveis de entrada (Figura 1) e de saída (Figura 2), por melhor representarem o comportamento das variáveis estudadas, corroborando com diversos autores (Santos et al., 2014b; Abreu et al., 2015; Kocadaglı & Keskin, 2015; Silva et al., 2015; Lima Junior et al., 2016). Na Tabela 1, são listados os conjuntos das variáveis de entrada duração de exposição térmica (dias) e temperatura (°C).

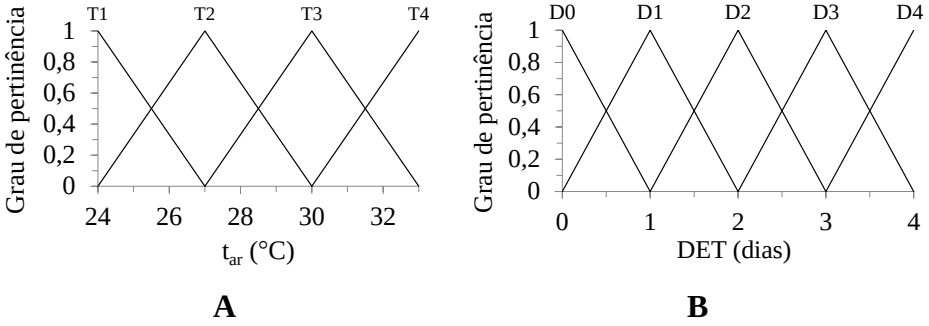


Figura 1. Curvas de pertinência das variáveis de entrada, (a) temperatura do ar (t_{ar}) e (b) duração da exposição térmica (DET).

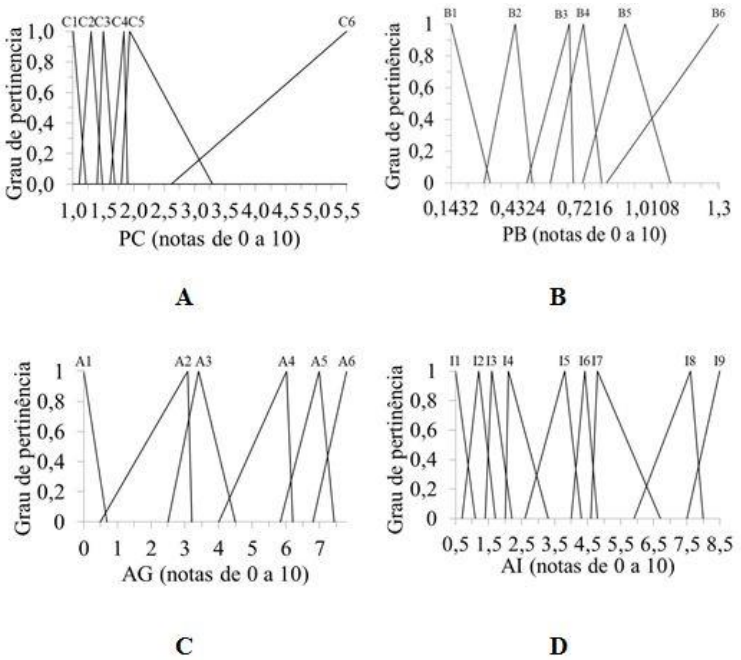


Figura 2. Curvas de pertinência das variáveis de saída, (A) presença no comedouro (PC), (B) presença no bebedouro (PB), (C) em agrupamento (AG) e (D) presença em áreas intermediárias (AI), expressas na forma de notas de 0 a 10.

Tabela 19. Conjuntos das variáveis de entrada

Duração de exposição térmica (dias)					**Temperatura do ar (°C)**			
D0	D1	D2	D3	D4	T1	T2	T3	T4
[0;1]	[0;2]	[1;3]	[2;4]	[3;4]	[24;27]	[24;30]	[27;33]	[30;33]

A partir das variáveis de entrada, o sistema de inferência *fuzzy* prediz as variáveis PC, PB, AG e AI (Figura 1) na forma de notas variando de 0 a 10, conforme metodologia adotada por Medeiros (2005). Na Tabela 2, são listados os valores da curva de pertinência (Figura 2) que representam as notas dos comportamentos correspondentes ao grau de pertinência igual a 1

Tabela 2. Conjuntos das variáveis de saída presença no comedouro (PC), presença no bebedouro (PB), em agrupamento (AG) e presença em área intermediária (AI).

Presença no comedouro (notas)					
C1	**C2**	**C3**	**C4**	**C5**	**C6**
[1;1,217]	[1,1;1,48]	[1,4;1,69]	[1,61;1,9]	[1,8;3,29]	[2,62;5,5]
Presença no comedouro (notas)					
B1	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**
[0,14;0,31]	[0,28;0,49]	[0,47;0,67]	[0,57;079]	[0,712;1,093]	[0,825;1,307]
Em agrupamento (notas)					
A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**A6**
[0;0,689]	[0,486;3,21]	[2,5;4,5]	[4,01;6,21]	[5,83;7,43]	[6,8;7,8]
Presença em área intermediária (notas)					
I1	**I2**	**I3**	**I4**	**I5**	**I6**	**I7**	**I8**	**I9**
[0,5;1,1]	[0,7;1,7]	[1,4;2,2]	[2;3,3]	[2,6;4,3]	[4;4,8]	[4,6;6,7]	[5,9;8]	[7,5;8,5]

O método de inferência de Mamdani (Mamdani & Assilian, 1975) foi usado na fuzzificação em consonância com diversos autores (Leite et al., 2010; Ponciano et al., 2012; Campos et al., 2013; Santos et al., 2014a; Camastra et al. 2015; Rudnik & Deptuła, 2015; Torres-García et al., 2016; Vesely et al., 2016). O método de Mamdani traz como resposta um conjunto *fuzzy* originado da combinação dos valores de entrada com os seus respectivos graus de pertinência, por meio do operador mínimo e em seguida, pela superposição das regras por meio do operador máximo.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema *fuzzy* de inferência proposto mostra-se adequado para predição do comportamento de agrupamento de frangos de corte submetidos às condições térmicas e durações da exposição térmica estudadas na segunda semana de vida, apresentado desvio absoluto médio, desvio padrão médio e erro percentual médio de 0,13, 0,07 e 2,16%, respectivamente (Tabela 3). O aumento do comportamento de agrupamento das aves para t_{ar} abaixo daquela estabelecida como de conforto (t_{ar}= 30°C) foi observado, corroborando com os dados obtidos por Schiassi et al. (2015).

Tabela 3. Comportamentos de agrupamento (AG) observados e simulados de frangos de corte, com idades variando de 8 a 11 dias, em função da temperatura do ar (tar), duração do estresse térmico (DET).

t_{ar} (°C)	DET (Dias)	AG (Observado)	AG (Simulação fuzzy)
33	0	0,2	0,2
33	1	6,9	6,9
33	2	7,2	7,6
33	3	6,7	6,7
33	4	7,3	7,6
27	0	0,2	0,2
27	1	6,0	6,0
27	2	6,9	6,9
27	3	6,4	6,0
27	4	6,1	6,0
24	0	0,2	0,2
24	1	0,2	0,2
24	2	2,8	2,2
24	3	3,4	3,5
24	4	0,1	0,1
30	0	0,2	0,2
30	1	0,2	0,2
30	2	0,2	0,2
30	3	0,2	0,2
30	4	0,2	0,2
		Desvio absoluto médio:	0,13
		Desvio padrão médio:	0,07
		Erro percentual médio:	2,16

No estudo realizado por Schiassi et.al. (2015), os desvios-padrão médio das variáveis consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) foram de 4,15 g; 3,10 g e 0,03 g g^{-1}, respectivamente correspondendo aos erros percentuais medidos de 2,12; 2,74 e 1,94%, sendo um modelo eficiente para diferentes cenários.

CONCLUSÃO

O sistema de inferência *fuzzy* mostrou-se adequado para a predição do comportamento presenças em agrupamento de frangos de corte com idades variando de 8 a 11 dias em função da temperatura do ar e duração da exposição térmica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG, CNPq, Capes pelo apoio na execução do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. H. P., YANAGI JUNIOR, T., FASSANI, E. J., CAMPOS, A. T., & LOURENÇONI, D. *Fuzzy* modeling of broiler performance, raised from 1 to 21 days, subject to heat stress. *Engenharia Agrícola*, *35*, 967-978, 2015.

AMARAL, A. G., YANAGI JUNIOR, T., LIMA, R. R., TEIXEIRA, V.M.H., SCHIASSI L. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.63, p.649-658, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. **Relatório anual**. São Paulo: ABPA, 2016. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/ avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2016>. Acesso em: 22 jul. 2016.

CAMASTRA, F., CIARAMELLA, A., GIOVANNELLI, V., LENER, M., RASTELLI, V., STAIANO, A., STAIANO, G., & STARACE, A. A *fuzzy* decision system for genetically modified plant environmental risk assessment using Mamdani inference. *Expert Systems with Applications, 42*, 1710-1716, 2015.

CAMPOS, A. T., CASTRO, J. D. O., SCHIASSI, L., YANAGI JUNIOR, T., PIRES, M. D. F. Á. E., & MATTIOLI, C. C. Prediction of free-stall occupancy rate in dairycattle barns through fuzzy sets. *Engenharia Agrícola*, *33*, 1079-1089, 2013.

CONY, A. V., & ZOCCHE, A. T. Manejo de frangos de corte. In: MENDES, A.; NÄÄS, I. de A.; MACARI, M. (Ed.). Produção de frangos de corte. Campinas: Facta, 2004. p.118-136.

CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.F.; MESQUITA FILHO, R.M.; SOUSA, F.C. Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.3, p.418-26, 2011.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 410 p.

DINIZ, T. T.; MELLO, J. L. M.; GRANJA-SALCEDO, Y. T. Temperatura do ambiente e reutilização da cama no desempenho e qualidade da carne de frango. **Ciência & Tecnologia:** FATEC-JB, Jaboticabal, v. 7, n. 1, p. 47-62, 2015.

KOCADAĞLI, O., & KESKIN, R. A novel portfolio selection model based on fuzzy goal programming with different importance and priorities. *Expert Systems with Applications*, *42*, 6898-6912, 2015.

LEITE, M. S., FILETI, A. M. F., & SILVA, F. V. Desenvolvimento e aplicação experimental de controladores fuzzy e convencional em um bioprocesso. *Revista Controle & Automação*, *21*, 147-158, 2010.

LIMA JUNIOR, F., CARVALHO, G., & CARPINETTI, L. Uma metodologia baseada no modelo scor® e em inferência fuzzy para apoiar a avaliação de desempenho de fornecedores. *Gestão & Produção*, *3*, 1-20, 2016.

MAMDANI, E. H, & ASSILIAN, S. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, *7*, 1-13, 1975.

MEDEIROS, C.M., BAÊTA, F.C., OLIVEIRA, R.F.M., TINÔCO, I.F.F., ALBINO, L.F.T., & CECON, P.R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. Revista Engenharia na Agricultura, v.13, p.277-286, 2005.

PONCIANO, P. F., YANAGI JUNIOR, T., SCHIASSI, L., CAMPOS, A. T., & NASCIMENTO, J. W. B. Sistema *fuzzy* para predição do desempenho produtivo de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Engenharia Agrícola*, *32*, 446-458, 2012.

SANTOS, G. C., THOMAZ, P. S., RIBEIRO, F., ARAÚJO, J. F., & MATTOS, V. L. D. Influência do método de defuzzificação em mensurações com controladores *fuzzy*. *Blucher Marine Engineering Proceedings*, *1*, 845-852, 2014a.

SANTOS, M. P., CATTELAM, J., VAZ, M. A. B., FELTRIN, P. F., KLEIN, D. R., LEAL, W. S., OLIVEIRA, J. A., PACHECO, P. S., & VALE, M. M. Prediction of hot carcass yield in beef cattle using *fuzzy* expert system/predição do rendimento de carcaça quente em bovinos de corte por sistema especialista fuzzy. *Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas*, *8*, 158-165, 2014b.

SILVA, A., MIRANDA, R., & MARINS, F. Um modelo *fuzzy*-dea-game para estratégias de produção sob incerteza. *Revista de Administração de Empresas*, *55*, 78-94, 2015.

SCHIASSI, L., YANAGI JUNIOR, T., REIS, G. M., ABREU, L. H. P., CAMPOS, A. T., & CASTRO, J. O. Modelagem *Fuzzy* aplicada na avaliação do desempenho de frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, p.140-146, 2015.

SUGANTHI, L., INIYAN, S., & SAMUEL, A. Applications of *fuzzy* logic in renewable energy systems – A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.48, p.585-607, 2015.

TORRES-GARCÍA, A. A., REYES-GARCÍA, C. A., VILLASEÑOR-PINEDA, L. E, & GARCÍA-AGUILAR, G. Implementing a *fuzzy* inference system in a multi-objective EEG channel selection model for imagined speech classification. *Expert Systems with Applications*, *59*, 1-12, 2016.

RUDNIK, K., & DEPTUŁA, A. System with probabilistic *fuzzy* knowledge base and parametric inference operators in risk assessment of innovative projects. *Expert Systems with Applications*, *42*, 6365-6379, 2015.

VESELY, S., KLÖCKNER, C., & DOHNAL, M. Predicting recycling behaviour: Comparison of a linear regression model and a fuzzy logic model. *Waste Management*, *49*, 530-536, 2016.

ZADEH, L. A. *Fuzzy* sets. Information and Control, v.18, p.338-353, 1965.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

USO DE TRANSDUTORES EM DISPOSITIVO PARA MONITORAMENTO E CONTROLE AMBIENTAL

Rodrigo Couto Santos[1], Mauricio Batillani[2], Ana Paula Cassaro Favarim[3], Rafaela Silva Cesca[4], Gismery da Silva Monteiro[5], Marcos Oliveira de Paula[6]

[1]Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados – MS, rodrigocouto@ufgd.edu.br;
[2]FCA/UFGD, Dourados – MS, mauriciobattilani@gmail.com;
[3]FCA/UFGD, Dourados – MS, paulacassaro@hotmail.com;
[4]FCA/UFGD, Dourados – MS, rafaela.s.cesca@gmail.com;
[5]FCA/UFGD, Dourados – MS, gismery@gmail.com;
[6]DEF/UFV, Viçosa – MG, modep@bol.com.br

RESUMO - Considerando que fatores ambientais, como temperatura e umidade influenciam a produção animal, estes devem ser observados com o máximo de precisão possível, para evitar decisões baseadas em dados distorcidos. O objetivo desta pesquisa foi a construção e validação de sensores de temperatura, umidade relativa e luminosidade, com o uso de *datalogger* e acionamento de atuadores. A calibração dos sensores foi realizada equiparando o equipamento construído com sensores atestados pelo INMETRO utilizando análise de variância (ANOVA) para comparação estatística. O experimento foi realizado em Dourados – MS no Campus II da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD em 2018. Para análise quantitativa e qualitativa do conforto térmico foi utilizado a Entalpia (H) aplicada ao conforto de frangos de corte. Com este estudo foi possível concluir que o transdutor em sistema embarcado mostrou-se eficaz na coleta e acionamento de atuadores e o uso de *datalogger* acrescenta maior precisão quando utilizado em pesquisas devido a sua maior capacidade de armazenamento de informações e intervalo reduzido entre as coletas de dados.
Palavras-chave: Ambiência, frango de corte, tecnologia embarcada.

INTRODUÇÃO

Setores como a avicultura e suinocultura vêm se destacando no cenário nacional, de modo que grandes investimentos têm sido feitos, principalmente nas áreas de melhoramento genético e instalações. Nesse cenário o Brasil se evidencia, ocupando posições de destaque nos rankings de produção e exportação, atingindo o segundo lugar na produção e o primeiro lugar na exportação de frangos de corte. Já na produção de suínos ocupa o quarto lugar tanto em produção quanto em exportação (ABPA, 2018).

Aumentos da temperatura do ar ocasionam estresse, podendo levar, em certos casos, até a morte. Assim, à medida que a temperatura ambiente se distancia da zona de conforto térmico animal, cresce em importância a necessidade do emprego de artifícios capazes de

minimizar o efeito dessa situação estressora que pode influenciar no desempenho produtivo (SANTOS et al., 2006).

Fatores ambientais como temperatura e umidade relativa do ar influenciam na produção animal, no comportamento, no estresse e bem-estar (BAÊTA; SOUZA, 2010), portanto estes devem ser observados com o máximo de precisão possível, para assim, evitar tomadas de decisões baseadas em dados distorcidos.

Tendo em vista que as estações meteorológicas oficiais não fornecem as condições com fidelidade de todos os pontos da cidade em que elas se encontram provavelmente por conta da vizinhança que interfere no microclima, é altamente recomendável que se faça o monitoramento das condições climáticas *in loco* (SANTOS et al., 2014).Visto que locais de climas desfavoráveis à produção animal, como é o caso de climas tropical e subtropical, vem se tornando polos produtores agrícolas, fica evidente a problemática de se produzir nestas regiões com um monitoramento ambiental adequado interligado a acionamento automatizado de dispositivos para controle ambiental.

Dentre as técnicas capazes de reduzir os impactos, utilizando de forma precisa à energia e matérias primas, está à automação, proporcionando melhorias no desempenho de processos agroindustriais e de empresas, tanto na aquisição de dados quanto no manejo de processos (PINHEIRO, 2008).

Para processos mais complexos, a indústria utiliza Controladores Lógicos Programáveis (CLP's), capazes de receber dados de vários sensores de forma simultânea, realizar equações matemáticas e acionar diferentes atuadores para diferentes situações. Além disso, é possível o CLP se "comunicar" com o operador, e vice-versa, através da Interface Homem-Máquina (IHM) (PRIYANKA et al., 2018).

Pelo grau da complexibilidade do tema "monitoramento ambiental", conhecimentos interdisciplinares aplicados à ambiência que envolva gestão ambiental, automação e dispositivos embarcados fazem-se necessários buscas por um monitoramento preciso, inteligente e de baixo custo, justificando este estudo. Assim, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver um equipamento eletrônico utilizando transdutores que seja capaz de mensurar variáveis climáticas, armazenar em dispositivos embarcados em forma de banco de dados e acionar atuadores para controle ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no laboratório de Construções Rurais e Ambiência (CRA) da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizado no município de Dourados - MS, 54º,59' O; 22º,14' S, Altitude de 463 metros, clima do tipo Am Monçônico, que se caracteriza por possuir verões quentes e invernos secos conforme classificação de Köppen (ALVARES et al, 2013).

Inicialmente como pode ser visto na ilustração da Figura 1, foram montados os sensores de temperatura, umidade relativa e luminosidade, sendo o DHT22 (1) que mensuram temperatura e umidade relativa do ar o BH1750 (2) sensor de luminosidade, em lux. Estes sensores estão ligados ao Arduino Nano (3) que processa as informações e envia via SPI, em portas digitais D9, D10, D11, D12 e D13. As informações são enviadas pelo módulo NRF24L01 (4) à Central *datalogger* Receptora de dados.

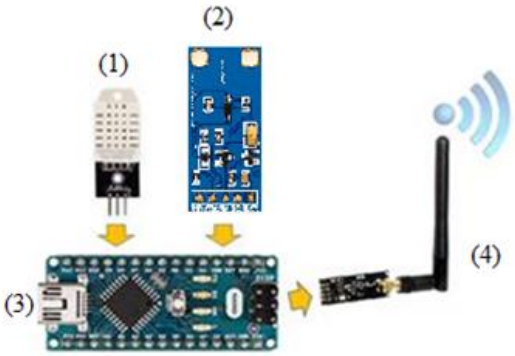


Figura 1. Sensor de coleta de dados ambientais. Fonte: Os autores

Como pode ser visto na Figura 2 foi montada a Central *datalogger* Receptora de dados tendo como base um Arduino Mega (A), ligado a um Arduino Nano (B) serve de ponte para o módulo NRF24L01 (1) onde as informações coletadas via rádio frequência, são armazenadas em formato TXT no cartão de memória microSD através do módulo de leitura (3), o módulo RTC (Real Time Clock) (2) informa a data e hora real da leitura dos valores mensurados e armazenado. A Central conta ainda com *Display* LCD 2004 (4) e sistema de acionamento de equipamentos por módulo relay (5) abertos à programação.

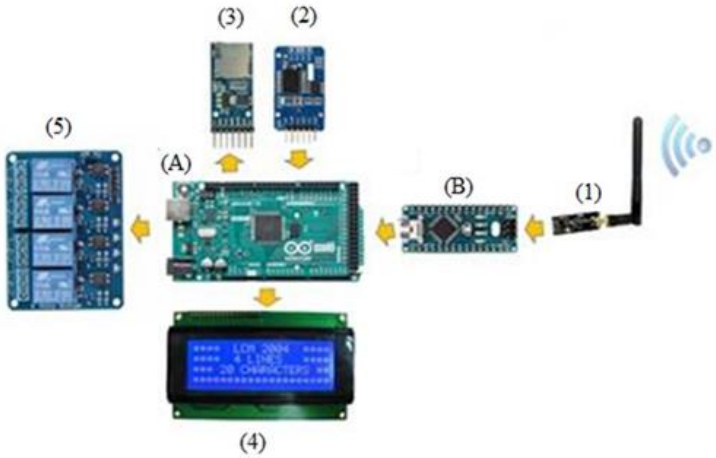


Figura 2. Central datalogger Receptora de dados. Fonte: Os autores

Na programação do *software* foi realizada uma etapa responsável pelo Arduino Nano emissor, uma para o Arduino Nano receptor e uma para o Arduino Mega. Para todas as programações, foi utilizada a IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do próprio Arduino em que primeiro são adicionadas as bibliotecas usadas no algoritmo, e posteriormente as variáveis declaradas.

Após a construção do equipamento, os sensores de temperatura, umidade relativa e luminosidade foram submetidos a uma coleta de dados por sete dias consecutivos, no período de 01/06/2018 a 07/06/2018 24h/dia a cada cinco minutos. Próximo a estes sensores estavam ligados um Termohigrômetro e um sensor de luminosidade ambos do tipo *datalogger*, com certificação RCB/INMETRO para posterior comparação dos dados coletados e ajuste do protótipo construído e ao final gerou-se uma equação de ajuste, utilizando o R^2 do Microsoft Excel® e análise de variância (ANOVA) para comparação estatística.

O ajuste final dos sensores foi realizado criando-se uma equação de correção inserida na programação de forma que o equipamento construído passasse a mostrar informações semelhantes com as dos equipamentos certificados.

Com os valores de temperatura e umidade relativa do ar foi possível calcular a Entalpia do ar (H), o qual foi utilizado para determinar a condição de conforto para frangos de corte na 6º semana. Com a resposta de H o dispositivo ficou preparado para posterior acionamento de atuadores com o Arduino Mega que possui quatro canais em paralelo. Poderão ser ligados nessas saídas nebulizador, ventilador, exaustor e equipamento de iluminação.

A Entalpia, adaptada por Barbosa Filho *et al*. (2007), pode ser calculada por meio da Equação 1:

$$H = \left(6{,}7 + 0{,}243 * Ta + \left\{\frac{UR}{100} * 10^{\frac{7{,}5*Ta}{237{,}3+Ta}}\right\}\right) * 4{,}18 \qquad (1)$$

em que,

H = Entalpia, kJ/kg ar seco;

Ta = Temperatura do bulbo seco, ºC;

UR = Umidade Relativa do ar, %.

Para aves na 6º semana de vida, os valores indicados de H na faixa de até 57,4 a 62,9 KJ. Kg^{-1} de ar seco caracterizam o ambiente como confortável, entre 63,0 a 68,7 KJ. Kg^{-1}e ar seco como intermediário ao estresse térmico, entre 68,8 a 75,9 KJ. Kg^{-1} de ar seco proporcionam ambiente crítico e acima de 76 KJ. Kg^{-1} de ar seco condição letal para a produção avícola (BARBOSA FILHO *et al*., 2007).

No display LCD são apresentadas a data e hora, valores de temperatura e umidade relativa do are entalpia instantânea do sensor e situação de conforto em função da entalpia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 2016 coletas para cada sensor. Na Figura 3 e Figura 4 é possível ver os gráficos de ajuste entre as leituras do DHT22 e a média dos sensores calibrados pelo INMETRO.

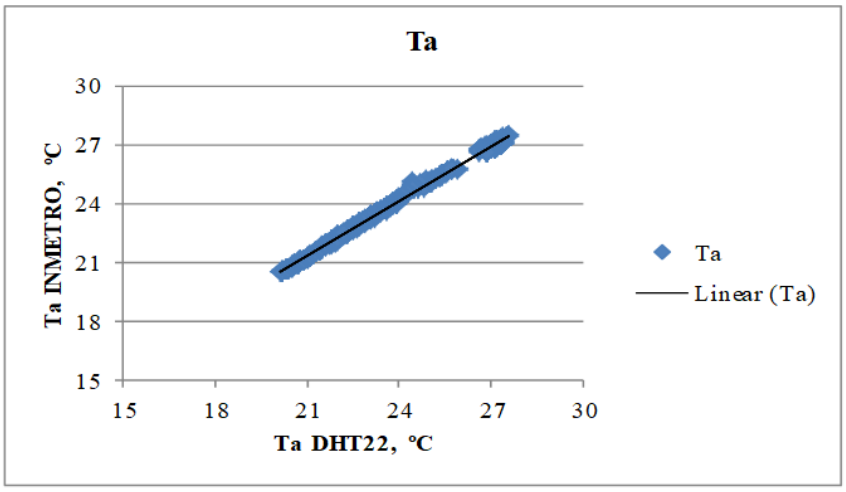


Figura 3. Equação de ajuste para Temperatura do ar. Fonte: Os Autores

Para a correção dos valores de Temperatura, foi criada a Equação 2 a qual teve o coeficiente de determinação R^2 de 0,9972.

$$Y = 0{,}927 \times X + 1{,}8799 \quad (2)$$

Em que:

Y = valor de temperatura do ar corrigido, ºC; e

X = valor de temperatura do ar do sensor DHT22, ºC.

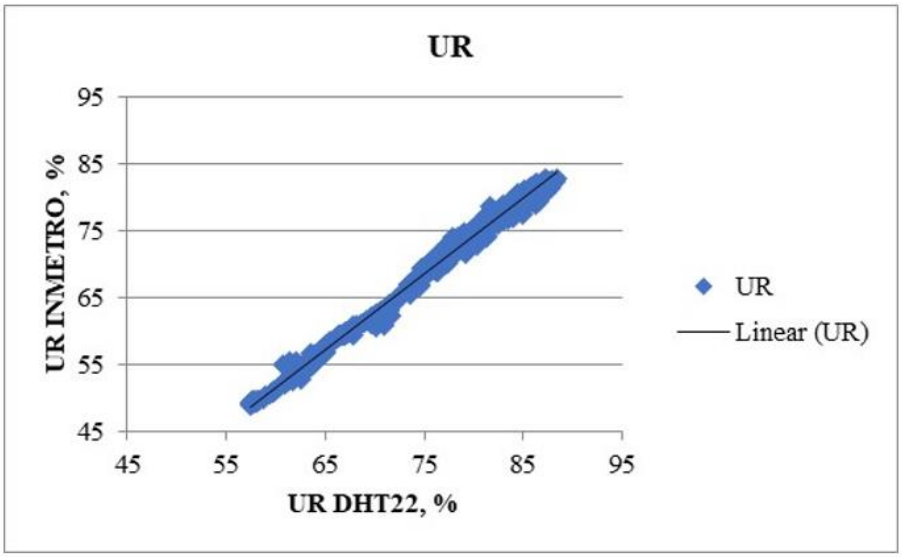


Figura 4. Equação de ajuste para Umidade Relativa do ar. Fonte: Os Autores

Para a correção dos valores de Umidade Relativa do ar, foi gerada a Equação 3, tendo o coeficiente de determinação R^2 de 0,9976.

$$Y = 1{,}0517 \times X - 19{,}551 \quad (3)$$

Y = valor de umidade relativa corrigido, %; e

X = valor de umidade relativa do sensor DHT22, %.

De acordo com Cunha e Martins (2004) em uma comparação entre sensores é importante que haja alta concordância (R^2 >0,90), garantindo assim que ambos os sensores sejam semelhantes entre si nas medidas obtidas.

Na Figura 5 é possível ver a comparação das leituras dos sensores de luminosidade BH1750 e Luximetro Digital atestado pelo INMETRO.

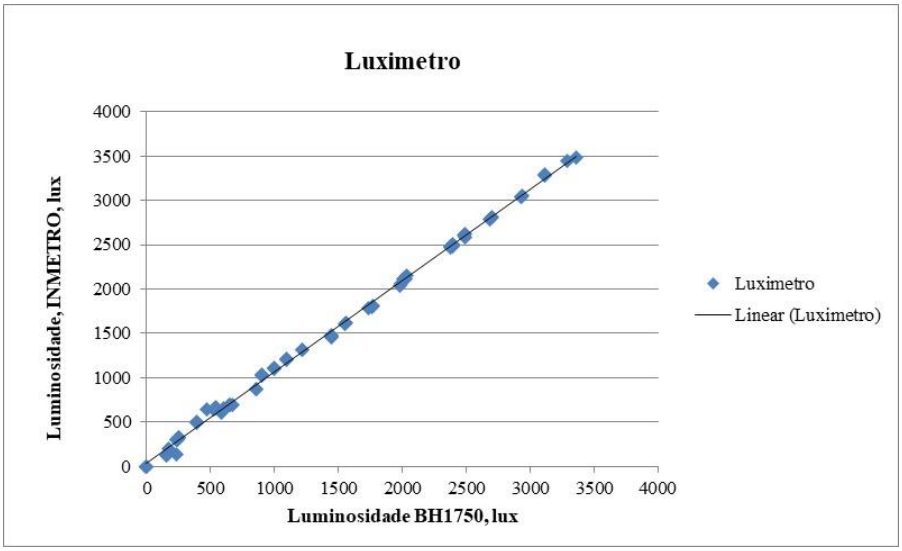


Figura 5. Equação de ajuste do sensor de luminosidade BH1750. Fonte: Os Autores.

Para a correção dos valores de luminosidade, foi criada a Equação 5, tendo o coeficiente de determinação R^2 de 0,9917.

$$Y = 1{,}023 \times X + 28{,}242 \quad (5)$$

Em que:

Y = Valor corrigido de luminosidade, Lux; e

X = Valor lido de luminosidade, Lux.

Cunha (2013) desenvolveu um psicrômetro aspirado utilizando micro controlador, e após ajustes e calibração do equipamento a equação de correção obteve R^2 de 0,989. Assim, fica confirmada a precisão que os sensores apresentam após calibração.

Com a inserção da equação de ajuste na programação foi realizada uma nova coleta de dados para cada sensor. Ao final compararam-se as leituras de Temperatura e Umidade Relativa do ar do DHT22 e luxímetro BH1750 com os sensores calibrados pelo INMETRO. No caso do sensor DHT22 ao submeter a ANOVA constatou-se que F = 3,072 e Fcrítico = 3,9469 para o sensor de temperatura e F = 0,8790 e Fcrítico = 3,9274 para o sensor de umidade relativa. No caso do luxímetro BH1750 obteve-se F = 0,00022 e Fcrítico = 3,9097. Como em todos casos F foi menor que Fcrítico, os resultados

demonstraram que não houve diferença significativa entre os valores coletados após ajuste, dispensando desdobramento da análise pelo teste *t Student* a 5% de probabilidade. Outros autores também calibraram sensores DHT22 e BH1750 para que estes não apresentassem erros significativos de leituras (OLIVEIRA JUNIOR, 2016), (SADLER et al., 2016).

Com o equipamento ajustado e inserida a equação da entalpia (H) foram testados por meio de pulsos elétricos se o sistema de acionamento de equipamentos elétricos pelo módulo *relay* funcionava corretamente de acordo com a situação de conforto. Segundo Barbosa Filho et al. (2017) para aves de postura na 6º semana o ambiente é considerado confortável se H médio entre 57,4 a 62,9 kJ/kg de ar seco. Assim, sempre que H médio atingisse 63,0 kJ/kg de ar seco, já era verificado a liberação de pulsos elétricos, que na prática poderiam ser direcionados para acionamento de equipamentos visando arrefecimento ambiental.

Os dados salvos em arquivos TXT podem ser exportados para Planilhas Eletrônicas permitindo a manipulação e visualização em forma de gráficos. SANTOS et al. (2014) pesquisando sobre maneiras de coletar dados mostraram que sistemas automáticos *datalogger* são os mais recomendados pois descartam o erro humano e deixam a coleta de dados mais consistente por possibilitar várias leituras em um curto espaço de tempo.

CONCLUSÕES

Por meio das análises comparativas foi possível demonstrar que o equipamento além de ser de fácil construção, proporciona resultados semelhantes aos equipamentos calibrados pelo INMETRO, o quê torna-o uma ferramenta para controle e monitoramento com baixo erro amostral.

Foi possível concluir que a coleta de dados de forma contínua tem vantagens quando comparado à coletas manuais, pois torna as pesquisas mais consistentes com maiores volumes amostrais.

Se bem calibrados, o uso de transdutores em sistemas embarcados descarta o erro da observação humana tornando os dados coletados mais confiáveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e UFGD pelo apoio financeiro para a concretização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **A avicultura brasileira**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais >. Acesso em: 11 setembro 2018.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G. L.; SPARAVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift,** v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BAÊTA, F. C., SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal.** Viçosa: Editora UFV, 2010. 269p.

BARBOSA FILHO, J. A.; SILVA, I.J.; SILVA, M. A.; SILVA, C. J. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. **Engenharia Agrícola**, 27, 93-99, 2007.

BARBOSA, R. C.; DALÓLIO, F. S.; AMORIM, M. L.; SILVA, J. N. da; GONZAGA, D. A. Análise de viabilidade econômica de sistemas de aquecimento de instalações agropecuárias para criação de frangos de corte. **Revista Engenharia na Agricultura**. v. 25, n. 03, p. 212-222, 2017.

CUNHA, A. R. Programação, conexão e avaliação de psicrômetro aspirado de termopar de baixo custo em *micrologger* para estudos agrometeorológicos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 2, 2013.

CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Estudo comparativo entre elementos meteorológicos obtidos em estações meteorológicas convencional e automática em Botucatu, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, p.103-111, 2004.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. J. de. Dispositivo móvel para análise de conforto térmico e ambiência. Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) - UNESP – Botucatu-SP. Pós-Graduação em Agronomia (Energia na Agricultura. Dissertação de Mestrado, 2016. 82p.

PINHEIRO, J. M. A Automação no Monitoramento Ambiental. 2008 Disponível em <http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_automacao_monitoramento_ambiental.php>. Acesso em 17/12/2018.

PRIYANKA, E.B.; MAHESWARI, C.; THANGAVEL, S. Online Monitoring and Control of Flow rate in Oil Pipelines Transportation System by using PLC based Fuzzy-PID Controller. **Flow Measurement and Instrumentation** Volume 62, August 2018, Pages 144-151. DOI https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2018.02.010

SADLER, J. M.; AMES, D. P.; KHATTAR, R. A recipe for standards-based data sharing using open source software and low-cost electronics. **Journal of Hydroinformatics**, v. 18, n. 2, p. 185-197, 2016.

SANTOS, R. C.; BATTILANI, M.; GARCIA, R. G.; GEISENHOFF, L.; JORDAN, R. A COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL EM GALPÕES DE GALINHAS POEDEIRAS NA REGIÃO DE DOURADOS MS. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas (UNICAMP)**, v. 8, p. 183-190, 2014.

SANTOS, R. C.; NÄÄS, I. A.; YANAGI Jr., T.; FERREIRA, L. Estimativa de estro em vacas criadas em confinamento em função de variáveis climáticas. **In:** XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. João Pessoa - PB, 2006.

DIMENSIONAMENTO DE BIODIGESTOR PARA SETOR DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Saulo Emílio Guerrieri Araújo Damm[1], Juliana Lobo Paes[2], Larissa Almeida Antunes[3], Guilherme Araújo Rocha[4], Priscilla Tojado dos Santos[5]

[1]Graduando em Engenharia Química, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. saulodamm@hotmail.com.
[2]Instituto de Tecnologia, Departamento de Engenharia, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. juliana.lobop@yahoo.com.br.
[3]Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. almeida.ufrrj@outlook.com.
[4]Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. araujorochaguilherme@gmail.com.
[5] Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental. UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ. priscillatojado@hotmail.com.

RESUMO – A implantação de biodigestores em setores de produção promove autonomia energética e, consequentemente, reduz custos da propriedade rural. Ainda, o descarte inadequado de resíduos também representa um desperdício de uma fonte energética que poderia estar sendo utilizada para suprir as necessidades do produtor rural. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho estudar a viabilidade da implantação de biodigestor no setor de bovinocultura de leite da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. De acordo com a produção de dejetos desse setor o biodigestor canadense deve possuir volume de 184,26 m^3, sendo o investimento inicial do projeto de R$ 16.515,55 com custo anual de R$ 1.193,38.
Palavras-chave: biogás, biodigestor canadense, análise econômica, bovinocultura de leite

INTRODUÇÃO

A ampla área territorial do Brasil acarreta em dificuldades para implantação de rede de transmissão e distribuição de energia elétrica, gasoduto e transporte de combustíveis fósseis (ANDRADE et al., 2002). Este fato favorece a adoção de soluções locais para o suprimento de energia, principalmente para a zona rural.

Dentre as soluções pode-se utilizar a biomassa proveniente de dejetos da pecuária em biodigestores visando a geração de biogás e biofertilizante. Além da geração de energia elétrica e térmica por meio do biogás, a adoção de biodigestores torna-se uma solução para o descarte dos dejetos gerados, principalmente em sistemas de criação animal sob confinamento. A implantação de biodigestores acarreta em implicações positivas para a manutenção sustentável da propriedade, sendo uma maneira de ter acesso a energia de fonte renovável, e, consequentemente a melhoria da qualidade do solo a partir do biofertilizante e promovendo o incentivo a utilização de tecnologias benéficas ao meio ambiente (FRITZ JR, 2015).

Existem diferentes modelos biodigestores desde os mais rústicos até os modernos, tal como fluxo tubular, conhecido também como canadense. Este biodigestor possui base retangular construída de alvenaria e um gasômetro feito em manta flexível de PVC, fixa sobre uma valeta de água que circunda a base. A cobertura é feita com geomembrana sintética de polietileno de alta densidade (PEAD), ancorada ao redor de seu perímetro. Este modelo de biodigestor apresenta menor custo de construção, implantação e operação para propriedades rurais com até 100 animais (bovino, suíno e caprino) quando comparado com os modelos indiano e chinês (CALZA et al., 2015).

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi desenvolvimento de um biodigestor como fonte de geração de energia para um setor de bovinocultura de leite, bem como sua análise de viabilidade econômica.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na área de bovinocultura de leite da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), situada no município de Seropédica (RJ). O município se localiza na baixada fluminense, com coordenadas geográficas de latitude 22°45’40” S e longitude 43°42’09” W.

O setor de bovinocultura leiteira possui 122 animais, sendo 55 vacas, 45 vacas leiteiras, 20 bezerros e 2 novilhos com peso médio de 380, 280, 180 e 70 kg, respectivamente. O manejo dos animais é feito de forma diferenciada, em que dependendo da época do ano tem-se semiconfinamento (época de chuva) e confinamento padrão (época seca).

O dimensionamento do biodigestor canadense incluiu a caixas de passagem na entrada e saída dos dejetos, câmara de fermentação, tubulação de entrada e saída para fluxo do dejeto e campânula em manta de PVC, tubulação de saída do biogás.

Inicialmente, deve-se calcular a produção diária e mensal de dejetos, vazão dinâmica de dejetos, volume real de afluente, para se obter o volume estimado do biodigestor. Os dados de produção diária e mensal de dejetos foram obtidos no trabalho desenvolvido por Damm et al. (2018). Para o dimensionamento do biodigestor canadense utilizou-se o maior volume estimado do biodigestor relativo à época de confinamento padrão (julho a outubro), comportando assim a variação da carga de dejetos anual. Nesse sistema, há confinamento do rebanho (100 vacas) por 10 h, em que a alimentação é complementada com silagem. Essa forma de manejo reflete no tempo de confinamento

dos animais e tem impacto direto na produção de dejetos e no potencial de produção de biogás da propriedade.

A vazão dinâmica dos dejetos ($m^3\ h^{-1}$) foi calculada pela razão entre a produção diária de dejetos e 24 h. Cabe ressaltar que o manejo dos animais ao longo do ano é feito de forma a obter sempre a mesma quantidade de vacas em lactação e bezerros, portanto foi considerado que o manejo dos bezerros se mantem constante ao longo do ano.

Para calcular o volume real do afluente a ser adicionado diariamente no biodigestor deve-se considerar a proporção de água. Adotou-se a proporção 1:1 dejeto bovino: água, conforme Calza et al. (2015). O volume real diário do afluente foi calculado pela Equação 1.

$$V_{real} = PDD + Vol_{água} \quad (1)$$

Em que:

Vol_{real}	-	Volume real diário do afluente, m^3.
$Vol_{água}$	-	Volume proporcional de água, m^3
PDD	-	Produção diária de dejetos

Em seguida, calculou-se o volume estimado do biodigestor (Equação 2) levando em consideração o tempo de retenção hidráulico (TRH) de 30 dias $mês^{-1}$ e o coeficiente de segurança de variação de carga de 15% conforme adotado por Fritz Jr. (2015).

$$Vol_{est} = V_{real} \times TRH \times CS \quad (2)$$

Em que:

Vol_{est}	-	Volume estimado do biodigestor, m^3;
$Vol_{água}$	-	Tempo de Retenção Hidráulica, dias; e
CS	-	Coeficiente de segurança, decimal.

Para o dimensionamento de biodigestor tubular de plástico conhecido como canadense adotou-se a metodologia proposta por Ribeiro (2011). Esse autor desenvolveu diferentes tipos de biodigestores canadenses com fossas trapezoidais utilizados por pequenos produtores na América Central.

De acordo com esse autor, as equações descritas na Tabela 1 foram definidas para determinação das dimensões de biodigestor canadense que se aplicam somente com proporções gás/fase líquida menores ou igual a 40%.

Tabela 1. Equações para cálculo das dimensões do biodigestor

Equação		Descrição
$P = 2 \times \pi \times r$	3	P - Perímetro total transversal (campânula mais fossa); r - raio da bolsa plástica.
$A_{\%} = 0{,}621 \times p^2 - 0{,}042 \times p + 0{,}352$	4	$A_{\%}$ - Porcentagem do perímetro transversal destinado ao arco; p - Proporção da fase gasosa desejada (p≤0,4).
$b = \left(\frac{-1}{3} \times A_{\%} + \frac{1}{3}\right) \times P$	5	b - Lateral, base ou largura menor da fossa.
$a = 1{,}618 \times b$	6	a - Largura maior da fossa.
$h = 0{,}915 \times b$	7	h - Profundidade da fossa.
$A_f = 0{,}4755 \times (a + b) \times b$	8	A_f - Área transversal da fossa.
$A_t = \frac{A_f}{(1-p)}$	9	A_t - Área total transversal ou área transversal da fossa mais área transversal da campânula.
$A_g = A_t - A_f$	10	A_g - Área transversal da campânula ou área transversal destinada para o gás.
$V_t = A_t \times L$	11	V_t - Volume total do biodigestor (campânula mais gás).
$V_f = A_f \times L$	12	V_f - Volume total da fossa ou da fase líquida.
$V_g = A_g \times L$	13	V_g - Volume total do gás.

A Figura 1 apresenta os parâmetros bases utilizados nas equações apresentadas na Tabela 1.



Fonte: Adaptado Ribeiro (2011).

Figura 1. Seção transversal do biodigestor tipo canadense.

A seleção dos parâmetros iniciais (comprimento, raio da bolsa e a proporção de fase gasosa) foram condicionados ao volume real do afluente de entrada no biodigestor calculado pela Equação 2. O raio e o comprimento, foram definidos iterativamente otimizando as dimensões do biodigestor. A proporção (p) foi escolhida conforme o máximo valor admitido para manter a campânula cheia de gás (40%). Utilizou-se o Excel como ferramenta de cálculo.

Calculou-se o tamanho da caixa de entrada e de saída do biodigestor. A dimensão da caixa de entrada foi em função da vazão diária dos dejetos e recomenda-se que a caixa de saída possua dimensão três vezes maior que o volume diário de dejetos (FRITZ JUNIOR, 2015; JUNQUEIRA, 2014).

Em função do consumo energético mensal da bovinocultura de leite, 807 kWh mês^{-1}, determinado por Damm et al (2018), foi selecionado um gerador para atender a demanda do setor. A potência nominal do gerador deve ser maior que a soma das potências nominais dos equipamentos. Como medida de segurança, considerando perdas nos cabos de transmissão de energia acrescentou-se 25% na potência nominal (Equação 14).

$$Pot_{req} = Pot_{nom} + (25\% \times Pot_{nom}) \quad (14)$$

Em que:

Pot_{req}	-	Potência requerida, W;
P_{nom}	-	Potência nominal, W;
C	-	Corrente nominal, A;
V	-	Tensão, V;
P	-	Potência do aparelho, W.

Determinou-se o valor total de investimento inicial levando em consideração o custo necessário para a implantação das instalações (construção civil) e aquisição dos materiais e equipamentos para implementação do biodigestor.

Os dados para custos unitários de cada item foram determinados a partir das cotações realizadas no município de Seropédica – Rio de Janeiro e região. A estimativa do valor total de investimento inicial foi calculada pela Equação 15 (CERVI et al., 2010).

$$I_{inicial} = (C| \quad |equip + C_{mo}) + 10\% \quad (15)$$

Em que:

$I_{inicial}$	-	Valor total de investimento inicial; R$;
C_{equip}	-	Custos com materiais e equipamentos, R$; e
C_{mo}	-	Custos com mão de obra, R$.

O valor de 10% acrescido ao valor total do investimento (Equação 15), diz respeito a possíveis variações de custos e/ou necessidade de aquisição de outros equipamentos, conforme adotado por Fritz Junior (2015).

Em seguida determinou-se o custo anual, feito sobre a ótica da depreciação dos equipamentos, manutenção e operação. As seguintes considerações foram feitas de acordo com Montoro et al. (2017). O sistema de biodigestão e elétrico possui vida útil média de 10 anos e a depreciação e troca da manta plástica um período 5 anos. Em relação ao custo de manutenção do gerador, considerou-se 5% do valor do equipamento, referentes à troca de óleo, filtro de ar, lubrificantes, correia, mudanças de rolamento e uma revisão completa no quinto ano (moagem).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresenta-se na Tabela 2 a produção diária e mensal de dejetos (DAMM et al. 2018), vazão dinâmica de dejetos, volume real de afluente e volume estimado do biodigestor.

Tabela 2. Produção diária e mensal de dejetos, vazão dinâmica de dejetos, volume real de afluente e volume estimado do biodigestor.

Manejo	Produção diária de dejetos (m^3 dia^{-1})	Produção mensal de dejetos (m^3 mes^{-1})	Vazão dinâmica de dejetos (m^3 h^{-1})	Volume real diário de afluente (m^3 dia^{-1})	Volume estimado do biodigestor (m^3 $mês^{-1}$)
Confinamento padrão	2,67	80,10	0,11	6,14	184,26

Após sucessivas interações, considerou-se as seguintes medidas: proporção (p), Pi (Π), raio e comprimento do biodigestor sendo 0,40; 3,1415; 4,0 m e 7,0 m, respectivamente. Na Tabela 3 apresentam-se as dimensões do biodigestor canadense.

Nota-se na Tabela 3 que o volume da fossa (V_f) encontrado foi 6,11% superior ao volume estimado do biodigestor (Tabela 2) calculado pelo método do IPCC (2006). Esse valor comporta possíveis variações de estimativa, manejo dos animais e do equipamento.

Tabela 3. Dimensões biodigestor canadense.

Parâmetros	Valores	Unidade
P	25,13	m
$A_{\%}$	0,43	%
B	4,74	m
A	7,66	m
H	4,50	m
A_f	27,93	m^2
A_t	46,55	m^2
A_g	18,62	m^2
V_t	325,88	m^3
V_f	195,53	m^3
V_g	130,35	m^3

A dimensão da caixa de entrada deve ser suficientemente grande a fim de comportar a carga diária do biodigestor. Portanto, o volume da caixa de entrada foi dimensionado para ser igual ou superior a 6,14 m^3. A caixa de saída deve igual ou superior a três vezes o tamanho da caixa de entrada. Dessa forma o volume deve ser igual ou superior a 18,42 m^3.

Apresenta-se na Tabela 4 a relação de custos iniciais para construção do biodigestor canadense no município de Seropédica - RJ.

Tabela 4. Material e mão de obra para construção do biodigestor.

Materiais	Quantidade	Unidade	Preço Médio	Total
Material para caixa de entrada e saída				
Tijolos 8 furos 9x19x29	964	un	0,54	520,56
Areia fina	0,45	m^3	95,88	43,146
Areia média	1,062	m^3	85,97	91,30
Areia grossa	1,076	m^3	92,92	99,98
Cimento	15,7	m^3	20,47	321,38
Brita	0,744	m^3	122,93	91,46
Material de revestimento				
Manta plástica PVC flexível 0,8mm	155,34	m^2	16,95	2.633,01
Manta plástica PVC flexível 1,0 mm	87,96	m^2	26,09	2.294,88
Tubulação PVC 150 mm	20	m	24,78	495,6
Tubulação PVC 40 mm	20	m	4,13	82,6
Registro gaveta 40 mm	1	un	55,4	55,4
Construção Civil				
Máquina de escavação	12	h	120	1440
Mão de obra	3	diária	200	600
Geração de energia				
Fio elétrico 2,5 mm	1	Rolo 100 metros	88,9	88,9
Motogerador	1	un	4.155,92	4.155,92
Usinagem do motor	1	un	2.000	2.000
Total = 15.014,14				
Total + 10% = 16.515,55				

Junqueira (2014) relatou que o custo de instalação de um biodigestor canadense em uma propriedade localizada em Barra do Piraí - RJ contendo 40 vacas produzindo leite, 38 bezerros e 2 bois foi de R$ 20.883,50. Já Fritz Júnior (2015) ao dimensionar um biodigestor canadense para bovinocultura de leite na propriedade rural do Instituto João XXIII, localizada na cidade de Ponta Grossa – PR contendo 45 vacas, 30 novilhos e 10 bezerros verificaram que o investimento do projeto (equipamento e construção civil) foi de R$ 33.687,82. Segundo Calza et al. (2015), o custo de construção e implantação de biodigestor modelo canadense para propriedade com até 100 animais no município de Cascavel - PR foi de R$ 6.240,00.

A variação na precificação da implantação de biodigestores em propriedades rurais pode estar atrelada principalmente a localização geográfica, mão de obra e equipamento a ser utilizado na instalação.

Em seguida determinou-se os custos anuais do empreendimento (Tabela 5).

Tabela 5. Custos anuais do projeto

	Custo (valor do equipamento)	Custo Anual (R$)
Custo Fixo		
Manutenção Gerador	5 %	207,8
Custo variável		
Depreciação da manta plástica	20%	985,58
Total (R$)		**1.193,38**

Calza et al. (2015) relatou que o custo anualizado (taxa de juros de 10% ao ano, vida útil de 20 anos, manutenção e operação anual de 5% dos custos de implantação) de um biodigestor canadense foi de R$ 2.213,40.

O Sistema de operação biodigestor-gerador elétrico, por ser considerado de baixa complexidade e simples, acredita-se que, com devidos treinamentos, os próprios trabalhadores da bonivo de leite poderão fazer o serviço, sem onerar o custo do projeto.

Nota-se então com os custos anuais do projeto representam 7,23% do valor inicial do investimento. Com a instalação do sistema biodigestor-gerador esperasse um retorno financeiro em relação à economia de energia elétrica a ser paga para concessionária.

Resultados encontrados por Gomes & Raiher (2013) concluíram que em biodigestores instalados para geração de energia elétrica em suinocultura de 850 matrizes e 1900 terminados, o sistema foi viável economicamente com retorno do investimento inicial em de 4,77 anos.

Pesquisa realizada por Esperancini et al. (2007), mostrou viabilidade econômica da implantação de dois biodigestores com uso de dejetos animais na área de assentamento de trabalhadores rurais no município de Itaberá-SP, um deles para o fornecimento de energia para os domicílios e outro para as atividades produtivas. Verificou-se que o prazo de recuperação do investimento é de 2,5 anos e 11 meses, para a produção de biogás nos domicílios e na produção, respectivamente.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, pode-se comprovar a viabilidade técnica e econômica, de implantação de um biodigestor do modelo canadense na referida propriedade do estudo. No entanto, para maior retorno deve-se priorizar a manutenção e acompanhamento do projeto junto bovinocultura de leite.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, C.M.C.; LUCAS JÚNIOR, L.A.A.J.; NASCIMENTO, A.A.; FERREIRA, D.S.; MACHADO, F.M.R. Biodigestão anaeróbia de dejetos bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. Revista Ciência Rural, v. 34, n. 6, p. 1987-1902, 2004.

ANDRADE, M.A.N.; RANZI, T.J.D.; MUNIZ, R.N.; SILVA, L.G.S.; ELIAS, M.J. Biodigestores rurais no contexto atual da crise energética brasileira e na perspectiva da sustentabilidade ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. Anais do 4º Encontro de energia no meio rural. Campinas, 2002.

CALZA, L.F.; LIMA, C.B.; NOGUEIRA, C.E.C.; SIQUEIRA, J.A.C., SANTOS, R.F. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. Revista Engenharia Agrícola, v.35, n.6, p. 990-997, 2015.

CERVI, R.G; ESPERANCINI, M.S.T; BUENO, O.C. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suinícola para geração de energia elétrica. Revista Engenharia Agrícola, v. 30, n. 5, p. 831-844, 2010.

DAMM, S.E.G.A.; PAES, J.L.; QUEIROZ, C.K.; SANTOS, P.P.A.V.; RAMOS, V.A. potencial energético do setor de bovinocultura de leite da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2018, Maceió. Anais do Contecc 2018, Ano 5, v. 1.

ESPERANCINI, M.S.T.; COLEN, F.; BUENO, O.C.; PIMENTEL, A.E.B.; SIMON, E.J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. Engenharia Agrícola, v. 27, n. 1, p. 110-118, 2007.

FRITZ JUNIOR, D.C.F. Estudo de caso: Viabilidade de implantação de biodigestor no instituto João XXIII na cidade de Ponta Grossa/PR. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

GOMES, T.M.S.; RAIHER, A.P. Viabilidade econômica da produção de biogás de dejetos suínos: um estudo de caso. Revista Ciências Administrativas, v. 19, n. 2, p. 776-815. 2013

IPCC - Intergovernernmental Panel on Climate Change. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 10: Emissions From Livestock And Manure Management, 2006.

JUNQUEIRA, S.L. Geração de energia através de biogás proveniente de esterco bovino: estudo de caso na fazenda aterrado. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

MONTORO, S. B.; SANTOS, D. F. L.; LUCAS JUNIOR, J. ECONOMIC AND FINANCIAL VIABILITY OF DIGESTER USE IN CATTLE CONFINEMENT FOR BEEF. Eng. Agríc., Jaboticabal , v. 37, n. 2, p. 353-365, Apr. 2017 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162017000200353&lng=en&nrm=iso>. access on 31 Dez. 2018. http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v37n2p353-365/2017.

RIBEIRO, D. S. Determinação das dimensões de um biodigestor em função da proporção gás/fase líquida. Revista Holos, ano 27, v. 1. p. 49-56, 2011.

EFEITO DO AMBIENTE E DA DIETA SOBRE A TOLERÂNCIA AO CALOR DE OVINOS SOINGA E SANTA INÊS NA ÉPOCA QUENTE

Fábio Santos do Nascimento[1], Fabíola Franklin de Medeiros[2], Maycon Rodrigues da Silva[3], Luanna Fgueirêdo Batista[4], Luiz Henrique de Souza Rodrigues[5], Bonifácio Benicio de Souza[6], Nágela Maria Henrique Mascarenhas[7].

[1,2,3,4,5,6]Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB. fabiosantos.br@hotmail.com, maiconrvet@gmail.com, vet.fabiolafranklin@gmail.com, luanna_151@hotmail.com, bonif@cstr.ufcg.edu.br,
[7]Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB. eng.nagelamaria@gmail.com

RESUMO – Foi analisado o efeito do ambiente e da dieta sobre a tolerância ao calor de ovinos Soinga e Santa Inês na época quente**.** Foram utilizados 24 ovinos em delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2 x 2, dois genótipos (Soinga e Santa Inês) e duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30), cada tratamento fatorial teve 6 repetições. As variáveis ambientais e os parâmetros fisiológicos foram aferidos quinzenalmente às 13:00, 15:00 e 16:00 horas nos ambientes de (sombra, sol e sombra) respectivamente. As variáveis ambientais demonstraram que os animais estavam fora da zona de conforto térmico devido à alta temperatura ambiente, baixa umidade relativa e índice de temperatura do globo negro e umidade elevado. A análise estatística revelou que o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) teve efeito significativo (P<0,05) isoladamente em função dos horários de aferição, para os genótipos e dietas não houve efeito significativo (P>0,05). Mesmo não havendo diferença estatística entre os demais fatores os resultados do CTC se distanciou do valor de referência, demostrando que os animais sofreram estresse térmico necessitando de alterar suas respostas fisiológicas para dissipar o calor corpóreo.
Palavras-chave: Radiação solar, ambiente, estresse térmico, adaptabilidade.

INTRODUÇÃO

Nos países tropicais, a busca por animais que melhor se adaptem a essa condição climática vem atrelada à capacidade de produção dos mesmos a custos menos onerosos e ao desenvolvimento de técnicas e práticas de manejo que viabilizem constante produção ao longo do ano.

Nos últimos anos, a condição ambiental mundial tem ganhado destaque, frente às diversas mudanças climáticas ocorridas. Dessa forma, pesquisas relacionadas ao bem estar e a adaptabilidade dos animais aos climas tropicais têm sido fatores fundamentais na busca de maior eficiência e sustentabilidade da produção animal nos trópicos (ROBERTO et al 2014).

Sabe-se que a zona de clima semiárido, caracteriza-se por alta incidência de radiação solar e altas temperaturas durante praticamente todos os meses do ano. Assim, surge a importância do conhecimento dos parâmetros adaptativos dos ovinos a este clima, visando, a seleção de animais que apresentem melhores características adaptativas para a produção e reprodução nesta região (SOUSA JÚNIOR et al., 2008).

Este trabalho teve como objetivo Avaliar o efeito do ambiente e da dieta sobre a tolerância ao calor de ovinos Soinga e Santa Inês na época quente.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido de setembro a dezembro no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), da universidade Federal de Campina Grande - UFCG, campus de Patos-PB, região semiárida que se caracteriza por apresentar um clima Bsh (classificação Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C, mínima de 20,8°C e umidade relativa de 61%.

Foram utilizados 24 ovinos machos não castrados com aproximadamente 150 dias de idade e peso vivo inicial médio de 20,00 ± 3,00 kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), num arranjo fatorial 2 x 2, dois genótipos (Soinga e Santa Inês) e duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30), cada tratamento fatorial teve 6 repetições. Os animais foram confinados em baias individuais de 1 m^2 e alimentados duas vezes ao dia, de modo a permitir 10% de sobras e o fornecimento de água *ad libitum*. As dietas foram compostas por silagem de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e concentrado a base de farelo de soja, milho moído e mistura mineral de acordo com as recomendações do NRC (2007) para promover um ganho de 200g/dia.

As variáveis ambientais temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e temperatura de ponto de orvalho (TPO) foram obtidas através de um datalogger modelo HOBO® acoplado a dois globos negro, um instalados no ambiente de sombra e o outro no ambiente exposto a radiação solar direta. Com os dados ambientais obtidos foi calculada o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol, através da fórmula: ITGU = Tgn + 0,36* Tpo + 41,5 descrita por (BUFFINGTON et al., 1981).

Os parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), foram aferidos quinzenalmente às 13:00 horas com os animais na sombra, às 15:00 horas após uma hora de exposição à radiação solar direta e às 16:00 horas quando estes já tinham

retornado a sombra por mais uma hora. Para aferição da TR utilizou-se um termômetro clínico digital com escala de 32 a 43,9 ºC introduzido no reto do animal, e a FR foi determinada por meio da auscultação indireta dos sons respiratórios, com o auxílio de um estetoscópio flexível colocado ao nível da região torácica. Com os dados de TR e FR foi calculado o coeficiente de tolerância ao calor (CTC) nos ambientes de sombra e de sol, através do teste de Benezra modificado de acordo com a fórmula CTC = (TR/39,5 + FR/25).

A análise de variância foi realizada utilizando-se o programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG - Versão 5.0) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das variáveis ambientais temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR), temperatura do globo negro (TGN) na sombra e no sol, e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Médias das variáveis ambientais, temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro na sombra (TGN/S1) e no sol (TGN/S2), índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra (ITGU/S1) e no sol (ITGU/S2) nos horários das 13:00, 15:00 e 16:00 horas durante o período experimental

Horários	Variáveis ambientais					
	TA (°C)	UR (%)	TGN/S1 (°C)	TGN/S2 (°C)	ITGU/S1	ITGU/S2
13:00	36,44	29,26	36,69	50,09	83,87	97,27
15:00	37,29	25,01	37,34	49,81	83,88	96,35
16:00	36,10	27,60	35,77	41,07	82,49	87,79

Nos três horários, os valores da TA encontram-se elevados, ultrapassando a temperatura máxima da zona de conforto térmico para ovinos, que de acordo com Baeta e Souza (2010), é de 20ºC a 30ºC. Segundo Eustáquio Filho et al. (2011) a temperatura de 25 ºC e umidade relativa do ar de 65% pode ser considerada zona de conforto térmico para ovinos Santa Inês. Portanto, os valores de TA e de UR encontrados no presente trabalho ficaram fora da faixa indicada, podendo dificultar a eliminação da carga excessiva de calor.

Os valores de ITGU registrados nos ambiente de sombra e de sol revelam condição de estresse para os animais submetidos a essas condições. Para Cezar et al. (2004) nas condições climáticas do semiárido o ITGU de 82,4 define situação de perigo

térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços. Segundo Souza (2010) ainda não existe uma tabela com os valores do ITGU para ovinos, no entanto, relata que um valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para essa espécie.

As médias do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) nos horários das 13:00, 15:00 e 16:00 horas correspondentes aos ambientes de (sombra, sol e sombra) respectivamente, dos genótipos Soinga e Santa Inês e das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50) e (70:30) encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Médias do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) nos horários das 13:00, 15:00 e 16:00 horas correspondentes aos ambientes de (sombra, sol e sombra) respectivamente, dos genótipos Soinga e Santa Inês e das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50) e (70:30) durante o período experimental

Fatores	Teste de adaptabilidade
Horários	CTC
13:00	5,29±1,02B
15:00	7,38±1,07A
16:00	4,73±1,28B
Genótipos	
Soinga	5,71±1,39B
Santa Inês	5,89±1,80B
Dietas	
(50:50)	5,90±1,71B
(70:30)	5,70±1,50B
Coeficiente de variação (%)	19,09

Médias seguidas por mesma letra maiúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Este teste incorpora ao coeficiente de tolerância as respostas fisiológicas como temperatura retal e frequência respiratória. Quanto mais próximo de dois for o resultado do CTC, mais adaptado ao calor é o animal. Para o CTC a análise estatística revelou efeito significativo ($P<0,05$) isoladamente em função dos horários de aferição, para os genótipos e dietas não houve efeito significativo ($P>0,05$).

Em todos os fatores avaliados os resultados do CTC se distanciou do valor de referência, demostrando que os animais sofreram estresse térmico necessitando de alterar suas respostas fisiológicas para dissipar o calor corpóreo. No horário das 15:00 horas, após a exposição dos animais a radiação solar direta por uma hora o CTC evidencia que o estresse foi mais elevado devido ao alto estresse proporcionado pelo ambiente, tanto na sombra quanto no sol comprovado pelo alto ITGU nos momentos que foram aferidos os parâmetros fisiológicos.

Pires et al. (2015) ao avaliar a tolerância ao calor de ovinos mestiços de Dorper com Santa Inês encontraram valores de CTC superiores aos deste estudo. De acordo com Batista et al. (2014) o ambiente de sol foi mais estressante para animais mestiços de Santa Inês com Dorper do que o ambiente de sombra, corroborando com os resultado encontrados no presente trabalho.

CONCLUSÃO

O coeficiente de tolerância ao calor demonstrou que os ovinos Soinga e Santa Inês sofrem estresse térmico em função das condições ambientais da região Semiárida, na época quente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais: Conforto animal. 2.ed. Viçosa: UFV, 2010. 269p.

BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. Black golbe-humidity índex (BGHI) as confort equation for dairy cows. Transaction of the ASAE, v.24, n.3, p.711-0714, 1981.

CEZAR, M. F.; SOUZA, B. D.; SOUZA, W. D.; PIMENTA FILHO, E. C.; TAVARES, G. D. P.; MEDEIROS, G. X. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. Ciência e Agrotecnologia, v.28, n.3, p.614-620, 2004.

EUSTÁQUIO FILHO, A.; TEODORO, S. M.; CHAVES, M. A.; SANTOS, P. E. F. D.; SILVA, M. W. R. D.; MURTA, R. M.; CARVALHO, G. G. P.; SOUZA, L. E. B. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, n.8, p.1807-1814, 2011.

PIRES, J. P. S.; DE SOUZA, B. B.; DE ASSIS SILVA, G.; BATISTA, L. F. ARAÚJO, S. L.; RODRIGUES, J. L. S. Avaliação da Tolerância ao Calor de Ovinos Mestiços ½ Dorper+ ½ Santa Inês Suplementados com Diferentes Níveis de Ionóforo no Semiárido da Paraíba. Revista Científica de Produção Animal, v.17, n.1, p.30-36, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrients Requirements of Small Ruminants. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.

BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B.; OLIVEIRA, G. J. C.; ROBERTO, J. V. B.; ARAÚJO, R. P.; RIBEIRO, T. L. A.; SILVA, R. A. Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. Journal of Animal Behaviour Biometeorology, v.2, n.3, p.102-108, 2014.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B.; FURTADO, D. A.; DELFINO, L. J. B.; MARQUES, B. A. A. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, v.2, n.1, p.11-19, 2014.

SOUZA, B. D.; SILVA, I. J. O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. Agropecuária Científica no Semiárido. Agropecuária Científica no Semiárido, v.6, n.2, p.59-65, 2010.

SOUSA JÚNIOR, S. C.; MORAIS, D. A. E. F.; DE VASCONCELOS, Â. M.; NERY, K. M.; MORAIS, J. H. G.; GUILHERMINO, M. M. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semiárida. Revista Científica de Produção Animal, v.10, n.2, p.127-137, 2008.

REVIEW: EUROPEAN COMPOST BEDDED-PACK BARNS FOR DAIRY COWS

Matteo Barbari[1], Lorenzo Leso[2], Flávio Alves Damasceno[3], Carlos Eduardo Alves Oliveira[4], Marcos Aurélio Lopes[5]

[1]Università degli Studi di Firenze, GESAAF, Firenze-IT. matteo.barbari@unifi.it
[2] Università degli Studi di Firenze, GESAAF, Firenze-IT. lorenzo.leso@unifi.it
[3]Universidade Federal de Lavras, DEG, Lavras-BR. flavio.damasceno@deg.ufla.br
[4] Universidade Federal de Lavras, DEA, Lavras-BR. carlos.oliveira@engagricola.ufla.br
[5]Universidade Federal de Lavras, DMV, Lavras-BR. malopes@dmv.ufla.br

ABSTRACT - There is increasing interest in the use of continuous housing systems for dairy cows, with various reasons put forward to advocate such systems. The objective of this review was to examine existing scientific literature assess the main benefits achieved by the Compost bedded-pack barns (CBP) for housing dairy cow throughout Europe. Although summarizing existing work, knowledge gaps and directions for future research are also identified. The scope of the review is broad, examining relevant topics under three main headings: design, bed management, and composting process. Regarding main headings, some European CBP system does not appear to be similar to the US CBP but producers developed different design and management styles to adapt to the several microclimates that exist in each country. CBP systems had benefits for dairy cow behaviour, in terms of grazing and improved lying/resting times. In summary, the results of this review highlight that there are considerable benefits to animal welfare and animal productivity when housed in Compost bedded-pack barns.
Keywords: lactating dairy cattle, design, comfort.

INTRODUCTION

Housing can deeply affect the welfare of dairy cows and consequently their performance. Actually, free stall barns (FS) represent the most widespread housing system in European dairy farms. However, recent findings showed that this system can severely compromise animal welfare, especially as regards feet and leg health. *compost-bedded pack barns* (CBP), also known as compost barns, are relatively new housing option for dairy cows that seems to offer improved cow comfort. The CBP system has spread in Europe in the last decade with the main aims of improving animal welfare and increasing agronomic value of effluents produced. Experiences with CBP are reported in European literature from the Netherlands, Denmark, Austria, Switzerland, Spain and Italy. More recently, farms in Germany, Sweden, Slovenia, Slovak Republic and Norway also adopted this system. Although all CBP in Europe share similar characteristics, noticeable differences can be found among the systems developed in different countries and climates. Thus, the objective of this review was to examine existing scientific

literature assess the main benefits achieved by the *compost bedded-pack barns* for housing dairy cow throughout Europe.

CBP IN THE NETHERLANDS

In 2007, a group of Dutch dairy farmers started looking for a barn in which cows can become older without problems and out of which excellent fertilizer for the land proceeds. In that year researchers inspired dairy farmers through experiences from Minnesota (USA) with Compost Dairy Barns. There they used a bedded pack consisting of wood chips and sawdust, but the sawdust was becoming more and more expensive. Therefore, a number of Dutch farmers went on a study trip to Israel in 2008, searching for a cheaper bedding material. In the Israeli climate farmers succeed to keep the cows clean on a bedded pack of dried manure. However, that is not possible in the humid climate in the Netherlands. Therefore, at the end of 2008, experimental farms of Wageningen UR started to experiment with three principles of drying the top layer of the bedding, namely: drainage, evaporation and absorption of moisture. Moreover, limiting the emissions was also a significant challenge. The CBP system spread in commercial dairy farms in the Netherlands since 2009. In early 2014, about 40 bedded pack barns have been built in the Netherlands (Galama et al., 2011).

With the aim of enhancing the composting process, automatic systems that blow (or suck) air into the pack have been employed in some Dutch CBP. Aeration systems mainly consist in perforated tubes that are installed in the concrete floor below the pack and are connected to an external air pump. In this kind of barns the pack is stirred mostly once a day and the main bedding material used is wood chips (Galama, 2014). To keep the pack sufficiently dry in the humid Dutch weather and limit the amount of wood chips needed, a pack density of 15 m^2/cow is recommended even though, with aeration systems and optimal management, 12 m^2/cow appear to be adequate. In the Netherlands, this type of CBP is known with the name composting bedded pack.

The other CBP system developed in the Netherlands is quite similar to that employed in Israel and it is not based on the production of heat into the pack. The main material used in this kind of CBP is compost from organic wastes. For this reason this housing system is known in the Netherlands as compost bedded pack although differences with the North American CBP are substantial (Galama, 2014). The pack is stirred once

daily and the recommended pack density in this type of CBP ranges from 15 to 20 m^2/cow in barns provided with scraped or slatted feeding alley and up to 30 m^2/cow.

Due to restrictive regulations, most Dutch research on CBP focused on environmental footprint. Results indicate that the bedding material enriched with manure has advantages and disadvantages. It is primarily a soil improver as it adds more organic matter. That is an important advantage for the improvement of the soil fertility and reduced nutrient leaching. However, the nitrogen is released more slowly in the soil. For the short term this is a disadvantage, because the crop yield will decline. For the longer term a portion of the nitrogen will still be released. In addition, part of the active nitrogen is permanently lost due to the higher nitrogen losses from the barn. For both types of bedded packs developed in the Netherlands, nitrogen losses appeared to be higher than in free stall barns. This is due to the additional supply of nitrogen via the bedding material and because of larger emitting surface than in a free stall barn. However recent research found that an actively composting bedded pack can fix most of the nitrogen and thus limit ammonia emissions to a level that is comparable or lower than in free stalls.

Regarding the building structure, in the Netherlands a common solution used for compost barns is given by greenhouses (Figure 1). These structures allow obtaining an interesting reduction in the building costs for the light bearing structures and the simple plastic coverings, having bright inside environments and reaching an good ventilation during summer. particular care has to be put in the control of sun radiation to avoid heat stress.

A.



B.



 ISBN: 978-85-66836-24-0

C. D.



Figure 1. A. In the Netherlands a common solution for the structure of the barn is given by greenhouses; B. An inside view of a compost barn realized under a greenhouse; C. The greenhouse structure allows to open the roof during the summer season in order to create a natural environment; D. Dutch compost barns are often realized in laminated timber.

The TAS/XTAS issue

In recent years, an important Dutch dairy cooperative noticed that milk from CBP can cause some spoilage problems in long-life dairy products that were considered to be microbiologically sterile. Further researches demonstrated that the use of green waste compost and composting wood chips as bedding for dairy cows can cause milk contamination by thermophile aerobic spore-forming bacteria (TAS) and by a subpopulation of bacteria that produces extremely heat-resistant spores (XTAS). Spores produced by TAS and XTAS bacteria can survive standard milk sterilization processes causing problem in the shelf life of some dairy products (Galama et al., 2014). For this reason, the Dutch Dairy Company decided to forbid the use of compost as bedding for dairy cows starting from the 1st January 2015. Actually, the prohibition does not regard composting wood chips although this material also represents a matter of concern.

Research investigated the presence of TAS and XTAS in various types of beddings and in milk from CBP. Spores of both TAS and XTAS were detected in beddings while only TAS were found in milk. Concentration of XTAS cannot be determined in tank milk because concentrations were below the limit of detection. High concentrations of TAS and XTAS spores were detected in compost and composting wooden chips. From the bedded pack, TAS and XTAS bacteria can contaminate the cow's teats. Although they are not believed to produce intramammary infections in cows, TAS and XTAS from contaminated udders are transferred in milk. Due to the high concentration of spores in compost and composting wood chips beddings, teat cleaning operations have shown to be insufficient to avoid milk contamination (Galama et al., 2014).

Other bedding materials such as sawdust, straw and separate manure solids showed very limited concentration of TAS and XTAS compared with compost and composting wood chips. For this reason, in the last few years, many producers tried to use wheat straw in CBP that was originally developed for compost or wood chips. Results appear to be encouraging. In a study carried out in the Netherlands, milk quality as well as performance and welfare of cows housed in CBP using compost, composting wood chips and straw were compared. In CBP using straw, lower concentrations of TAS and XTAS were found in milk. Furthermore, cows housed on straw bedding had the lowest SCC (Somatic Cell Count) indicating that straw can represent a viable alternative to compost and wood materials in CBP.

The Cow Garden/High Welfare Floor

The "High Welfare Floor" is still experimental, but a very challenging concept. The working principle of the floor is based on immediate separation of animal waste. To allow the separation, the artificial floor is composed by several layers (Figure 2). Liquid drains through the floor into a drainage layer below and removed from the barn. Solid manure remains on the floor surface, to be automatically cleaned by a robot. The availability of two different kinds of manure allows a flexible fertilization.

A. B.



Figure 2. A. The High Welfare Floor allows to separate urine and feces. The surface is cleaned by means of a robot; B. The solid manure collected by the robot can be stored separately allowing a better use in the fields.

In "Cow Garden", the "High Welfare Floor" is used mainly in the resting area of the animals, but in this innovative housing system low trees and shrubs are placed inside the barn with the aim of providing a more natural living environment to the animals (Figure 3).



Figure 3. An inside view of a "Cow Garden" in the Netherlands. The "High Quality Floor" is used in the resting areas. Trees and shrubs are planted among the alleys.

Alternative use of the compost barn

In the Netherlands some dairy farmers are using the barn for alternative uses, especially in cases of organic and bio-dynamic production. The Figure 4 show a barn where the resting area is closed to the cows during the grazing season. From spring to autumn, the animals go outside to graze and come back to the building only for milking and supplement feeding. In this way the cows can use the feeding alley, but not the resting area. The compost bedding is employed to produce vegetables, like tomatoes, peppers, zucchinis (Galama et al., 2011).

A. B.



Figure 4. A. In this organic farm, the resting area with compost bedding is used from spring to autumn to cultivate vegetables; B. Cows in the feeding alley. The resting alley is closed to the animals and used for vegetable cultivation.

CBP IN AUSTRIA

The first types of CBP system have been built in Austria around 2011. Each of these housings is special, because it has been adapted to the dominating microclimate in the several regions. The system should continuously be adapted to the prevalent climatic

and economic situations, which means that it needs some time so as to be able to manage a compost barn at best (Burgstaller et al., 2016). At present (2018) there are about 80 – 85 compost barns in Austria, being managed by means of the most different materials (Figure 5).



Figure 5. An Austrian compost barn with timber structure.

Admittedly, there are regions in Austria, where the management of these systems is badly or even not feasible at all, for example in too humid climatic conditions during the whole year.

In order to achieve the nearly pasture-like conditions in the housing system, regular support measures, the choice of optimal bedding material and a considered arrangement of facilities (e.g.: drinkers, concentrate feeders, scrapers, etc.) in the housing are important. The next important constructional detail is represented by the transition area between lying and feeding area. Too high ground sills are a handicap for the cattle, being too low they lead to a lot of dirt in the walking alley (Burgstaller et al., 2016).

To start a new bedded pack, 20 – 25 cm high bedding-mattress is taken to get started (1.8 – 2.5 m³/animal). Thereon a litter-amount of about 0.4 – 1.3 m³/animal is strewed every 2 – 7 weeks. The material for the lying area is loosened up to a depth of 15 to 25 cm by means of a grubber or rotary tiller once or twice a day, and the accruing excrements and urine are being worked in. In this way air attains the mattress, so that the excrement-urine-litter mix can rot by means of aerobe and facultative anaerobe microorganisms. A loose-crumbly lying material will evolve (Ofner-Schröck et al., 2015).

Temperature in the bedding increases through the composting progress. It should be between 30 and 45 °C for a quick conversion of the organic substances and for the support of useful germs. Twice a year (spring and autumn), when the compost mattress has achieved a height of 50 – 60 cm, bedding removal has to be organized. The setting of

a new pack should not be carried out during the cold season, because the composting process hardly establishes in cold weather.

An important item concerning welfare, cleanliness and profitability is the size of lying area. Austrian researchers recommend a minimal area of >7 m² (for high yielding cows: up to 15 m²)

The mostly utilized bedding substances are sawdust, wood shavings and wood chips. These substances advance biological activity, are well to be mixed thoroughly and are therefore better aerated.

CBP IN ITALY

In Italy, use of CBP has spread since 2006; currently, there are around 50 CBP, mostly located in the Po Plain, northern Italy. Although in other countries this housing system has evolved mainly with the aim of improving cow comfort, in Italy it was initially developed to reduce the risk of mastitis in conventional straw yards (Leso, 2015). As a matter of fact, the first CBP in Italy resulted from retrofitting of conventional straw yard housing systems and had limited space per cow (6.7 m^2/cow on average). Italian farmers soon saw the advantages in the CBP in terms of udder health. A few years later, also the positive effects on cow comfort and lameness became evident, and more farmers shifted to CBP. However, just in recent years (since 2014-2015) the first barns specifically designed for the CBP housing system have been constructed in the country. Newly constructed CBP have a space per cow comprised between 10 and 15 m^2/cow (resting area only). The increased space allowance allowed achieving further benefits, especially concerning cow cleanliness and ease of management. Most commonly used bedding materials in Italian CBP are sawdust, wood shavings and straw.

Italian research on CBP showed that, if properly managed, this housing system can represent an effective solution for housing dairy cows. Compared with FS, CBP showed to improve cow's longevity, indicating better cow comfort and health. Producers indeed identified animal welfare as the main benefit of CBP and overall they appeared to be very satisfied. Nevertheless, concerns about the cost of bedding remain to be addressed (Leso et al., 2013).

In Italy construction waste management has become extremely important due to stricter disposal and landfill regulations, and a lesser number of available landfills. Design for Deconstruction (DfD) is a new concept in building science based on the use of

recyclable, renewable, locally available and environmentally friendly raw materials, with low environmental and economic impact according to six main principles for sustainable construction: to minimize resource consumption; to maximize resource reuse; to use renewable and recyclable resources; to protect the natural environment; to create a healthy and non-toxic environment; to pursue quality in creating the built environment (Leso et al., 2018). The Figure 6 shows a prototype of a building realized applying the DfD principles for a compost barn in the region of Piedmont. The entire facility can be completely removed (and most materials recycled) when obsolete (expected life time 20 years).

A. B.



C. D.

Figure 6. A. A large herd kept in a compost barn in North Italy (Mantua province); B. A compost barn with a structure realized in steel and laminated timber. Emmer husks are used in the ban as bedding material; C. The compost barn is always realized with large openings. The walls are not provided also in mountain areas with cold winter. The building in the picture is placed in North Italy (Vipiteno, Bolzano); D. Concepts of Design for Deconstruction are applied in the compost barn shown in the picture.

CONCLUSION

From the present results, the Compost bedded-pack barns can be seen as an animal-friendly system to European dairy producer. Further investigations are desirable to analyze other factors affecting animal health and to resolve any outstanding issues concerning economy and alternative litter materials.

In dairy operations, milk yield can be affected by several factors so quantifying the effect of housing system alone is challenging. Results reported in literature indicate that high levels of milk production are possible in CBP. Further, as CBP has the potential to improve cow comfort, increased milk production compared with other housing systems such as Free Stall might be expected.

REFERENCES

BURGSTALLER, J.; RAITH, J.; KUCHLING, S.; MANDL, V.; HUND, A.; KOFLER, J. Claw health and prevalence of lameness in cows from compost bedded and cubicle freestall dairy barns in Austria. The Veterinary Journal, v. 216, p. 81-86, 2016.

GALAMA, P. J.; DE BOER, H.; VAN DOOREN, H. J.; OUWELTJES, W.; POELARENDS, J.; BOKMA, S.; DRIEHUIS, F. Vrijloopstallen voor melkvee in de praktijk. Lelystad: Wageningen UR Livestock Research, 2014.

GALAMA, P. J.; BOKMA, S.; VAN DOOREN, H. J.; OUWELTJES, W.; SMITS, M.; DRIEHUIS, F. Prospects for bedded pack barns for dairy cattle. Lelystad: Wageningen UR Livestock Research, 2011. 33p.

LESO, L.; CONTI, L.; ROSSI, G.; BARBARI, M. Criteria of design for deconstruction applied to dairy cows housing: a case study in Italy. Agronomy Research, v. 16, n. 3, p. 794-805, 2018.

LESO, L. Performance and design of an alternative housing system for dairy cows. Tese de Doutorado. Thesis of PhD (Sustainable management of agricultural and forestry resources). 2015, 123 p. Università degli Studi Firenze, Firenze–IT.

LESO, L.; UBERTI, M.; MORSHED, W.; BARBARI, M. A survey of Italian compost dairy barns. Journal of Agricultural Engineering, v. 44, n. 3, p. 17, 2013.

OFNER-SCHRÖCK, E.; ZÄHNER, M.; HUBER, G.; GULDIMANN, K.; GUGGENBERGER, T. Compost Barns for Dairy Cows - Aspects of Animal Welfare. Open Journal of Animal Sciences, v. 5, n. 2, p. 124, 2015.

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE OVINOS SOINGA E SANTA INÊS EM FUNÇÃO DA DIETA E DO AMBIENTE TÉRMICO

Fábio Santos do Nascimento[1], Fabíola Franklin de Medeiros[2], Matheus Freitas de Souza[3], Antônio Leopoldino Neto[4], Elisvaldo José Silva Alencar[5], Mirella Almeida da Silva[6], Bonifácio Benicio de Souza[7].

[1,2,3]Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB. fabiosantos.br@hotmail.com, vet.fabiolafranklin@gmail.com, freitasmatheus22@gmail.com, antonioneto-91@hotmail.com, johnny.alencar@hotmail.com, bonif@cstr.ufcg.edu.br

RESUMO – Foi avaliado o efeito da dieta e do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas de ovinos Soinga e Santa Inês na época quente**.** Foram utilizados 24 ovinos em delineamento inteiramente casualizado, com 6 repetições num esquema fatorial 2 x 2 x 3, dois genótipos (Soinga e Santa Inês), duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e três horários de mensuração (13:00, 15:00 e 16:00 horas), repetido no tempo. Foi mensurada a temperatura do ar, umidade relativa, temperatura de globo, temperatura de ponto de orvalho e calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra e no sol. A temperatura retal e frequência respiratória foram aferidos quinzenalmente às 13:00, 15:00 e 16:00 horas nos ambientes de sombra, sol e sombra, respectivamente. As variáveis ambientais indicararam que animais estavam fora da zona de conforto térmico. Para a frequência respiratória (FR) houve efeito significativo ($P<0,05$) isoladamente em função dos horários de aferição, enquanto que, para os genótipos e dietas não teve efeito significativo ($P>0,05$). Para temperatura retal não teve efeito significativo em função da dieta ($P>0,05$), mas houve efeito significativo ($P<0,05$) na interação dos genótipos com os horários. O ambiente exerceu forte efeito sobre as respostas fisiológicas dos dois genótipos, sendo que o Soinga mostrou-se mais adaptado as condições de estresse térmico.
Palavras-chave: Genótipos, variáveis ambientais, estresse térmico, adaptação.

INTRODUÇÃO

A busca crescente por alimentos em quantidade e qualidade para suprir a demanda populacional tem sido assunto discutido em diversas partes do mundo, tornando-se desafio constante para cadeias produtivas do setor agropecuário o qual sofre influência direta das adversidades climáticas tornando indispensáveis conhecimentos de cada ambiente específico e das respectivas espécies com potencial de produção.

O estresse térmico é um fator de grande impacto na produção animal, de forma que para se obter o melhor desempenho de um determinado sistema de produção, é necessário que as atividades desse sistema sejam desenvolvidas dentro de uma zona de conforto térmico (ROBERTO et al., 2014).

O estudo das respostas fisiológicas dos animais no ambiente em que são criados associado aos aspectos climáticos contribuem para adequação do manejo, seleção de raças adaptadas e suporte para embasamento técnico e viável a exploração pecuária. Considerando a expressividade social e econômica dos rebanhos ovinos para a região semiárida do Nordeste, faz-se necessário o estudo da susceptibilidade destes às condições de estresse por calor a que são submetidos (SILVA et al., 2015).

Este trabalho teve como objetivo, avaliar o efeito da dieta e do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas de ovinos Soinga e Santa Inês na época quente.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado entre os meses de setembro a dezembro de 2017 no setor de ovinocultura do Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO), da universidade Federal de Campina Grande - UFCG, campus de Patos-PB, que se caracteriza por apresentar um clima Bsh (classificação Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8°C e umidade relativa de 61%.

Foram utilizados 12 ovinos do grupo genético Soinga e 12 da raça Santa Inês com aproximadamente 150 dias de idade, com peso vivo inicial médio de 20,00 ± 3,00 kg, confinados, distribuídos em baias individuais de 1 m^2 e alimentados duas vezes ao dia, as 08:00 e às 16:00 horas de modo a permitir 10% de sobras e o fornecimento de água *ad libitum*. As dietas foram compostas por silagem de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*) e concentrado na relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) de acordo com as recomendações do NRC (2007) para promover um ganho de 200g/dia.

As variáveis ambientais temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e temperatura de ponto de orvalho (TPO) foram obtidas por meio de um datalogger modelo HOBO® acoplado a dois globos negros, um instalados no ambiente de sombra e o outro no ambiente exposto a radiação solar direta. Com os dados ambientais obtidos foi calculada o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol, por meio da fórmula: ITGU = Tgn + 0,36* Tpo + 41,5 descrita por (BUFFINGTON et al., 1981).

Os parâmetros fisiológicos temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), foram mensurados quinzenalmente às 13:00 horas com todos os animais na sombra, às 15:00 horas, após uma hora de exposição à radiação solar direta e às 16:00 horas quando

estes já tinham retornado a sombra por mais uma hora. Para aferição da TR utilizou-se um termômetro clínico digital com escala de 32 a 43,9 ºC introduzido no reto do animal, e a FR foi determinada por meio da auscultação indireta dos sons respiratórios, com o auxílio de um estetoscópio flexível colocado ao nível da região torácica.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 6 repetições num esquema fatorial 2 x 2 x 3, dois genótipos (Soinga e Santa Inês), duas dietas com relação volumoso:concentrado (50:50 e 70:30) e três horários de mensuração (13:00, 15:00 e 16:00 horas), repetido no tempo. Os resultados foram submetidos ao programa Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG – Versão 5.0) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das variáveis ambientais temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR), temperatura do globo negro (TGN) na sombra e no sol, e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) na sombra e no sol encontram-se na tabela 1.

Tabela 1. Médias das variáveis ambientais, temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro na sombra (TGN/S1) e no sol (TGN/S2), índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra (ITGU/S1) e no sol (ITGU/S2) nos horários das 13:00, 15:00 e 16:00 horas durante o período experimental.

Horários	Variáveis ambientais					
	TA (°C)	UR (%)	TGN/S1 (°C)	TGN/S2 (°C)	ITGU/S1	ITGU/S2
13:00	36,4	29	36,7	50,1	83,9	97,3
15:00	37,3	25	37,3	49,8	83,9	96,3
16:00	36,1	28	35,8	41,1	82,5	87,8

A TA encontra-se elevada nos três horários, ultrapassando a temperatura máxima da zona de conforto térmico para ovinos, que de acordo com Baêta e Souza (2010), é de 20ºC a 30ºC. Os valores do ITGU registrados nos ambientes de sombra e de sol revelam condição de perigo e emergência, respectivamente, uma vez que, ITGUs até 74 indicam situação de conforto para os animais, de 74 a 78 considera-se estresse leve, entre 79 e 84 situação perigosa e acima de 84, indicam situação de emergência (BAÊTA E SOUZA 2010).

Segundo Cezar et al. (2004) nas condições climáticas do semiárido o ITGU de 82,4 define situação de perigo térmico para ovinos Santa Inês, Dorper e seus mestiços. Souza (2010) cita que ainda não existe uma tabela especifica com os valores do ITGU

para ovinos, no entanto, relata que um valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para essa espécie.

As médias da frequência respiratória (FR) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50) e (70:30) e dos horários das 13:00, 15:00 e 16:00 horas correspondentes aos ambientes de (sombra, sol e sombra) respectivamente, encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Médias da frequência respiratória (FR) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função das dietas com relação volumoso:concentrado (50:50) e (70:30) e dos horários das 13:00, 15:00 e 16:00 horas correspondentes aos ambientes de (sombra, sol e sombra) respectivamente, durante o período experimental.

Fatores	**FR (mov min^{-1})**
Genótipos	
Soinga	116,7A
Santa Inês	121,1A
Dietas	
(50:50)	121,4A
(70:30)	116,4A
Horários	
13:00	107,5B
15:00	159,4A
16:00	89,7B
Coeficiente de variação (%)	22,8

Médias seguidas por mesma letra maiúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para a FR a análise estatística revelou efeito significativo (P<0,05) isoladamente em função dos horários de aferição, para os genótipos e dietas não houve efeito significativo (P>0,05).

Silanikove (2000), relata que frequências respiratórias de 40-60; 60-80 e 80-120 mov min^{-1}, caracterizam, estresse baixo, médio-alto e alto, respectivamente, e acima de 200 mov min^{-1}, seria caracterizado estresse severo em ovinos. Dessa forma, pode-se afirmar que os animais sofreram estresse alto em todos os fatores, e no horário das 15:00 horas após a exposição à radiação solar direta, sob TA mais alta e ITGU elevado o estresse foi mais severo.

A análise estatística revelou efeito significativo (P<0,05) na interação dos genótipos Soinga e Santa Inês com os horários das 13:00, 15:00 e 16:00 horas correspondentes aos ambientes de (sombra, sol e sombra) respectivamente, tabela 3. Para o mesmo parâmetro fisiológico não teve efeito significativo em função da dieta (P>0,05).

Tabela 3. Médias da temperatura retal (TR) dos genótipos Soinga e Santa Inês em função dos horários das 13:00, 15:00 e 16:00 horas correspondentes aos ambientes de (sombra, sol e sombra) respectivamente, durante o período experimental.

Genótipos	TR		
	13:00 horas	15:00 horas	16:00 horas
Soinga	39,2Ba	39,5Aba	39,2ABa
Santa Inês	39,3Ba	39,9Ab	39,3Ba
Coeficiente de variação (%)		0,67	

Médias seguidas por mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A TR no genótipo Soinga foi semelhante em função dos horários de aferição, mostrando-se capaz de manter a temperatura corpórea sem alterações mesmo em condições ambientais mais estressantes. No genótipo Santa Inês houve diferença significativa ($P<0,05$) em função dos horários, observando-se uma maior TR no horário das 15:00 horas o qual foi próximo do encontrado por Cezar et al. (2004), trabalhando com a raça Santa Inês e seus mestiços verificaram uma temperatura de 40 °C no período da tarde. Quando comparado os dois genótipos em função dos horários, o Soinga obteve menor TR que o Santa Inês no ambiente após a exposição à radiação solar direta, demostrando ser mais adaptado as condições de estresse térmico.

CONCLUSÃO

O ambiente térmico exerceu forte efeito sobre as respostas fisiológicas dos genótipos, sendo que o Soinga mostrou-se mais adaptado as condições de estresse térmico que o Santa Inês. Com relação as dietas, estas, não interferiram na frequência respiratória nem na temperatura retal dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais: Conforto animal. 2.ed. Viçosa: UFV, 2010. 269p.

BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. Black golbe-humidity índex (BGHI) as confort equation for dairy cows. Transaction of the ASAE, v.24, n.3, p.711-0714, 1981.

CEZAR, M. F.; SOUZA, B. D.; SOUZA, W. D.; PIMENTA FILHO, E. C.; TAVARES, G. D. P.; MEDEIROS, G. X. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa Inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. Ciência e Agrotecnologia, v.28, n.3, p.614-620, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrients Requirements of Small Ruminants. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.

ROBERTO, J. V. B.; SOUZA, B. B.; FURTADO, D. A.; DELFINO, L. J. B.; MARQUES, B. A. A. Gradientes térmicos e respostas fisiológicas de caprinos no semiárido brasileiro utilizando a termografia infravermelha. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, Mossoró, v.2, n.1, p.11-19, 2014.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livestock production science, v.67, n.1-2, p.1-18, 2000.

SILVA, Â. L.; BORGES, L. S.; SANTANA, M. L. A.; BARROS JÚNIOR, C. P.; SOUSA, P. H. A. A.; ALMEIDA JÚNIOR, T. F.; FARIAS, L. A.; SOUSA JÚNIOR, S. C. Evaluation of the physiological variables in Santa Inês sheep influence by the Piauí semi-arid environment. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, Mossoró, v.3, n.2, p.69-72, 2015.

SOUZA, B.B. Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil. Disponível em:< http://www.cstr.ufcg.edu.br/bioclimatologia/artigos_tecnicos/indice_conforto_termico_ovinos_caprinos.pdf>. Acessado em 29 de Janeiro de 2019.

AMBIENTE TÉRMICO NA SEXTA SEMANA DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE EM AVIÁRIOS DARK HOUSE

Jacqueline Cardoso Ferreira[1] Matheus Campos Mattioli[2], Luis Gustavo De Souza Oliveira[3], Marcelo Bahuti[4], Rômulo Marçal Gandia[5], Alessandro Torres Campos[6], Tadayuki Yanagi Junior[7]

[1]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Grupo de Pesquisa em Construções e Ambiência em Biossistemas, Lavras – MG. jacardosof@gmail.com
[2]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Grupo de Pesquisa em Construções e Ambiência em Biossistemas, Lavras – MG. mattioli-cmatheus@hotmail.com
[3]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Grupo de Pesquisa em Construções e Ambiência em Biossistemas, Lavras – MG. luisgustavo.oliveira@hotmail.com
[4]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras – MG. marcelo_bahuti@hotmail.com
[5]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras – MG. romagandia@gmail.com
[6]Prof. Dr. Departamento de Engenharia – UFLA/Lavras, e-mail: campos@deg.ufla.br
[7]Prof. Dr. Departamento de Engenharia – UFLA/Lavras, e-mail: yanagi@deg.ufla.br

RESUMO – Foi avaliada as condições ambientais em dois sistemas dark house para frangos de corte, com diferenças relativas ao material de fechamento lateral, durante a sexta semana de criação das aves. Um dos aviários possui fechamento lateral de telhas de fibrocimento e madeirite (AFC), e o outro, recebe fechamento lateral de Iso Painel (AIP). Foram realizadas medições das variáveis do ambiente térmico, através de *dataloggers* (Hobo®, modelo U12-013), programados para coletar os dados a cada quinze minutos, em nove pontos distribuídos igualmente ao longo dos aviários. As variáveis térmicas foram utilizadas para caracterizar o ambiente e calcular o índice de temperatura e umidade (ITU), o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e a entalpia (H). A temperatura média obtida no aviário AIP (21,6°C) foi a que mais se aproximou do recomendado (20°C) para sexta semana. Em relação à umidade relativa do ar, os dois aviários apresentaram diferença significativa, sendo que o AFC obteve um valor próximo ao recomendado de 70%. Para os índices de conforto térmico (ITGU, ITU e H), o AIP, apresentou as menores médias em relação aos pontos de coleta (70,53, 68,94 e 55,99, respectivamente). Para o AFC, o valor de entalpia obtido foi de 59,11, sendo este um valor dentro da faixa de conforto. Todas as variáveis apresentaram comportamento heterogêneo nos sistemas avaliados, entretanto, os mesmos foram eficientes em controlar o ambiente interno. Em relação as variáveis produtivas o aviário AFC, produziu menor quantidade de kg de carne (99,87kg) e teve menor eficiência em converter a ração consumida em peso vivo (1,97). Foi observado para o AIP, um consumo de ração na ordem de 4,65kg/ave e conversão alimentar de 1,68. Os sistemas de produção de frangos de corte que trabalham com dark house necessitam de estudos detalhados sobre seu funcionamento e manejo, de forma a melhorar sua adaptação em cada região brasileira.

Palavras-chave: Ambiência avícola, conforto térmico, instalações para aves.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

INTRODUÇÃO

O Brasil obteve uma produção de 13,05 milhões de tonelada de frangos de corte em 2017, mantendo-se na posição de segundo maior produtor mundial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA, 2018). Essa expressividade no mercado mundial advém do aperfeiçoamento genético dos animais, bem como da adequação nas tecnologias dos sistemas de produção, garantindo uma alta produtividade associada ao bem-estar animal.

As tecnologias implementadas na produção têm como objetivo, controlar de forma eficiente as principais variáveis ambientais que influenciam diretamente no desenvolvimento das aves, como a temperatura, umidade relativa do ar e o tempo de exposição à luminosidade natural.

Um dos desafios da avicultura brasileira é adequar suas instalações de acordo com o clima da região. Para Tinôco (2001) não existe um tipo de instalação avícola que seja ideal no combate ao estresse por calor ou frio que possa ser adotado em todas as regiões do mundo, porque cada região climática impõe uma exigência própria de arranjos com vistas ao conforto térmico.

Uma das concepções arquitetônicas em maior expansão no território brasileiro é de aviários modelo dark house. Este é um sistema de produção intensiva, com controle automático de climatização, iluminação e alimentação, com monitoramento e registros computadorizados (COSTA et al., 2010), e que por vezes recebe diferentes materiais para o isolamento lateral.

O sistema dark house, possui menor demanda na interferência do colaborador sobre o manejo das aves. Outro ponto é a combinação controlada de luminosidade e ventilação, que faz com que as aves se mantenham mais calmas e gastem menos energia para o seu desenvolvimento, promovendo assim, a manutenção do bem-estar animal do início ao final da produção.

Os diversos matérias para fechamento lateral e isolamento das condições ambientais externas a esse aviário, podem resultar em diversos tipos de manejo, para diferentes regiões brasileiras. Portanto, o conhecimento das condições climáticas e produção de gases no interior desses aviários, permite a tomada de decisões e ou alteração na forma de condução, objetivando a máxima atividade com o bem-estar animal.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na granja comercial de frangos de corte, Agroavicultura Ferreira e Chagas LTDA, situada a 21°03'13" de latitude Sul, 44°05'24" de longitude Oeste e altitude média de 1050m, no município de Prados/MG, no período de março a abril de 2016. O clima da região, de acordo com a classificação Köppen, é subtropical moderado úmido (Cwb), com temperatura média nos meses mais quentes e frios de 22 e 15°C, respectivamente (SILVA et al., 2004).

O sistema de criação é composto por dois aviários no modelo dark house, com orientação cartográfica Leste-Oeste. O resfriamento é obtido por meio de painéis evaporativos de celulose instalados em uma extremidade e 16 exaustores com potência de 1,0 cv, na outra. A ventilação mínima é realizada por meio *inlets* laterais que se abrem por diferença de pressão. A cobertura é constituída por telhas de fibrocimento e forro preto, na altura do pé direito. O material de cama sobreposta utilizado foi serragem, não sendo feita sua reutilização.

Os aviários abrigaram aves da linhagem Coob 500, com peso inicial de 45,5g e densidade final de 39 kg m^{-2}, num ciclo de produção médio de 42 dias. Os registros dos dados ambientais foram obtidos entre o trigésimo quinto e quadragésimo segundo dia de vida das aves.

O aviário de fibrocimento (AFC) possui fechamento lateral em composição de telhas de fibrocimento e madeirite, pintadas na cor preta na face interna ao aviário e instaladas sobre uma mureta de concreto de 0,40m de altura, dimensões de 150 x 18 x 2,80m (comprimento x largura x pé-direito)

O aviário de isopainel (AIP) possui fechamento lateral composto por painéis de Iso Painel pintados na cor branca, sobre uma mureta de concreto de 0,40m de altura, dimensões de 150 x 17 x 2,80m (comprimento x largura x pé-direito).

Os aviários foram avaliados em relação aos índices bioclimáticos que caracterizam o ambiente térmico: o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), a Entalpia (H) e o Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU). Para a coleta das variáveis que compõe cada índice, foram utilizados em cada aviário, na altura das aves e distribuídos em nove pontos, *dataloggers* portáteis da marca Hobo®, modelo U12-013, com dois canais externos, em um dos quais se acoplou o sensor de temperatura externo, inserido em globo negro, com diâmetro de 15 cm. No sentido transversal do aviário e na região central, três *dataloggers* receberam um sensor de velocidade do ar da marca Accusense®, que registra

valores de 0,15 a 10m s^{-1}. Os *dataloggers* foram programados para coletarem os dados durante os sete dias, a cada quinze minutos e durante vinte e quatro horas.

As respostas produtivas levantadas foram consumo de ração, conversão alimentar, eficiência alimentar, mortalidade e peso vivo ao abate, quantidade de carne produzida.

Os dados relativos ao ambiente térmico foram submetidos à análise de variância, pelo teste Scott-Knott, levando-se em consideração o delineamento com medidas repetidas no tempo, com horários blocados e os dias aferidos com parcelas subdivididas no tempo. Para análise visual dos dados, utilizou-se o método de interpolação dos pontos baseado no inverso do quadrado da distância euclidiana entre os pontos para confecção de gráficos de superfície com o auxílio do *software* Surfer 12.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos dados do ambiente térmico, considerando como fonte de variação os pontos coletados, estão apresentados na tabela 1. As variáveis e os índices ambientais, nos dois aviários, apresentaram médias com diferença significativa para a sexta semana ($P<0,05$, teste Scott-Knott). O aviário AFC (fechamento lateral composto por telhas de fibrocimento e madeirite) apresentou as maiores médias para os índices calculados e para a temperatura. Por sua vez o aviário AIP apresentou maior média apenas para a umidade relativa. Os dados avaliados apresentaram um baixo coeficiente de variação, indicando uma boa homogeneidade na coleta dos dados.

Tabela 20. Médias dos índices (ITU, ITGU e H) e variáveis ambientais (tbs e UR) para a sexta semana de crescimento nas instalações AFC e AIP.

Tratamento	Índices e Variáveis Ambientais				
	ITGU s/u	**ITU** s/u	**H** (kJ kg de ar seco^{-1})	**tbs** (ºC)	**UR** (%)
AFC	72,69 a	71,09 a	59,11 a	23,21 a	71,78 a
AIP	70,53 b	68,94 b	55,99 b	21,66 b	75,22 b
CV (%)	1,74	1,37	2,49	3,80	5,46

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P<0,05$).

A temperatura é uma variável com grande interferência sobre as aves, principalmente na última semana de vida. A temperatura média obtida no aviário AIP (21,6°C) foi a que mais se aproximou do recomendado (20°C na sexta semana) pelos autores Abreu e Abreu (2011).

Outros autores observaram reações nocivas nas aves quando submetidas a temperaturas elevadas, como o aumento de carcaça e menor ganho de peso (OBA et al.,2012; BOIAGO et al., 2013), e aumento da taxa respiratória das aves (OLANREWAJU et al., 2010).

Essas altas temperaturas observadas, com valores acima do recomendado, demonstram a dificuldade em se manter níveis adequados de conforto térmico no interior dos aviários brasileiros. Essa ocorrência também é observada para aviários dark house (Figura 1), onde observa-se que a temperatura se distribui de forma irregular dentro dos aviários, criando zonas fora do conforto para as aves.

A característica de distribuição de temperatura apresentada no AFC, corrobora com o observado por Silva et al. (2013), que obteve aves com maior ganho de massa na região oposta aos exautores em aviários de pressão negativa. Por sua vez, a distribuição de temperatura no aviário AIP, concentrou valores elevados na face sul (Figura 1).

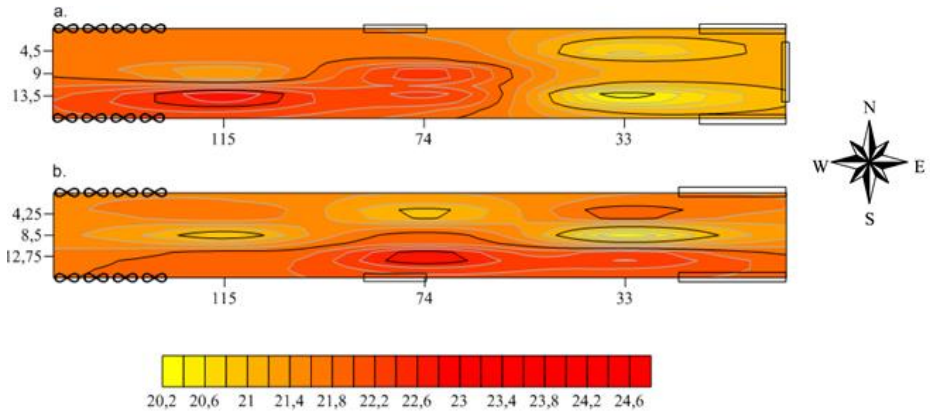


Figura 1. Variação espacial da Temperatura de Bulbo Seco (°C) para o aviário GFC (a) e para o aviário GIP (b) alojando frangos na sexta semana de vida.

A umidade relativa do ar em um ambiente pode proporcionar o aparecimento de fungos, portanto, essa variável também influenciará significativamente na sexta semana de vida das aves. Em relação à umidade relativa do ar, o aviário AFC apresentou o valor mais próximo do recomendado de até 70% (ABREU e ABREU, 2011; COBB-VANTRESS, 2013).

Valores elevados de UR foram encontrados no aviário AIP. É possível observar uma pequena região próxima aos exautores na face sul com presença de valores baixos, podendo ser em razão da logística de funcionamento dos exautores (Figura 2). O aviário AFC apresentou menor variação para umidade relativa.

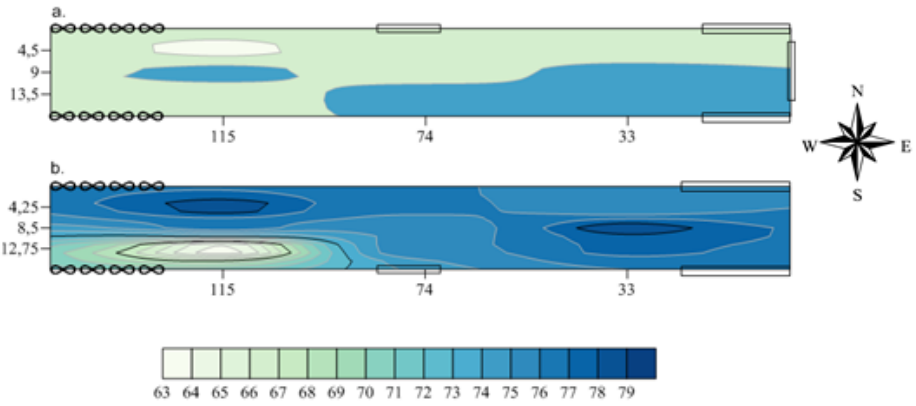


Figura 2. Variação espacial da Umidade Relativa (%) para o aviário AFC (a) e para o AIP (b) alojando frangos na sexta semana de vida.

Para os índices bioclimáticos avaliados (ITGU, ITU e H), o aviário AIP, que recebe fechamento lateral de Iso Painel, registrou as menores médias em relação aos pontos de coleta. Apesar da diferença significativa nos valores desses índices entre os aviários, ambos apresentaram resultados dentro da faixa de conforto recomendada para ITGU (65-77) e ITU (64 -74) na sexta semana de criação, segundo Medeiros et al. (2005) e Nascimento et al. (2011).

Assim como as variáveis ambientais, os índices apresentam desuniformidade na distribuição espacial, demonstrando a dificuldade para manter um ambiente homogêneo em sua totalidade, independente do sistema utilizado. O ITGU apresentou média de 72,69 e 70,53 para os aviários AFC e AIP, respectivamente. Na Figura 3, observa-se que o ITGU para o AFC, concentrou maiores valores dessa variável na região próxima aos exautores, diferentemente do AIP, onde poucos valores elevados foram observados próximo aos painéis evaporativos.

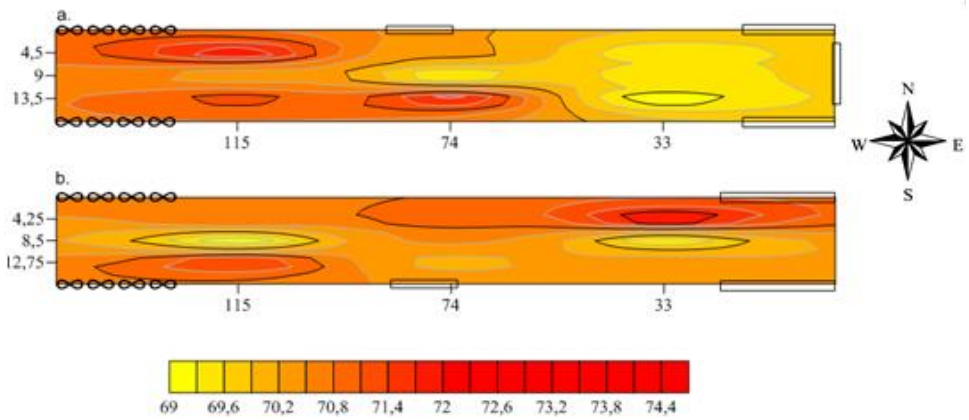


Figura 3. Variação espacial do Índice de Temperatura de Globo e Umidade para o aviário AFC (a) e para o aviário AIP (b) alojando frangos na sexta semana de vida.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

O índice ITU apresentou médias de 71,09 e 68,94 para o aviário AFC e AIP, respetivamente. A distribuição do ITU tem comportamento semelhante à distribuição do ITGU (Figura 4).

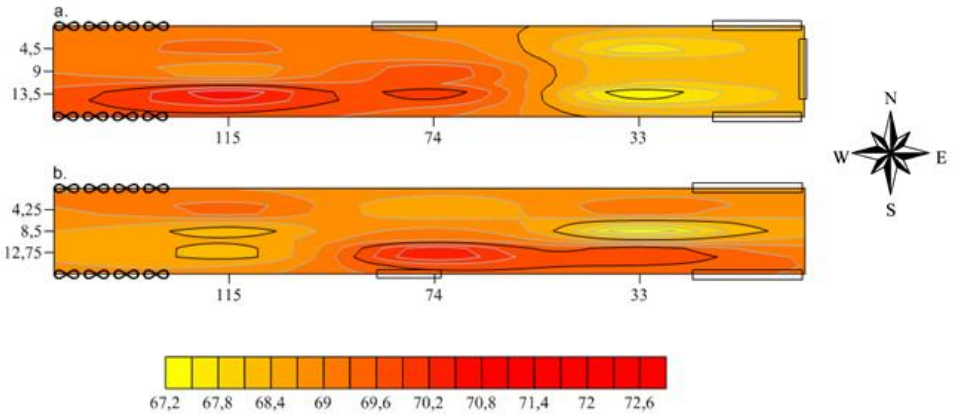


Figura 4. Variação espacial do Índice de Temperatura e Umidade para o aviário AFC (a) e para o aviário AIP (b) alojando frangos na sexta semana de vida.

A entalpia, expressa a quantidade de energia contida em uma mistura de ar seco e vapor d'água, desta forma influenciando as trocas térmicas entre o animal e o meio (NAZARENO et al., 2012). Os valores médios encontrados para esse índice, foram de 59,11 para o AFC e 55,99 para o AIP. Conforme a classificação das tabelas de entalpia (BARBOSA FILHO et al., 2007), o valor encontrado no interior do AFC está dentro da faixa de conforto para a sexta semana de crescimento das aves (56,3 a 64,6), já o aviário AIP apresentou seu valor próximo ao limite inferior do recomendado por esses autores. A distribuição da entalpia se assemelha ao outros índices calculados (Figura 5).

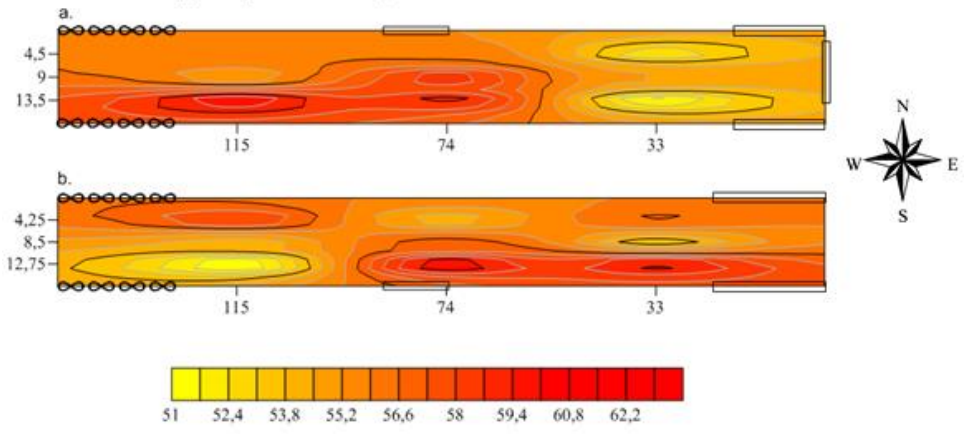


Figura 5. Variação espacial da entalpia para o aviário AFC (a) e para o aviário AIP (b) alojando frangos na sexta semana de vida.

As condições das variáveis do ambiente nos aviários refletem na eficiência de produção das aves e na composição de sua carcaça. As variáveis produtivas estão apresentadas na Tabela 2, tanto para o aviário AFC como para o aviário AIP. Ao final desse lote de produção, foi possível levantar que o aviário AFC produziu menos kg de carne. Para esse mesmo aviário, as aves se mostraram menos eficientes, ou seja, tiveram baixa capacidade de converter a ração consumida em peso vivo. Notou-se maior consumo de ração e a conversão alimentar em relação às aves do aviário AIP.

Tabela 2. Variáveis produtivas para um lote de 42 dias em aviários dark house, com fechamento em fibrocimento (AFC) e Iso Painel (AIP).

Variáveis	**AFC**	**AIP**
Ganho de peso médio (g)	2.500,4	2.763,5
Consumo de ração kg ave^{-1}	4,92	4,65
Conversão Alimentar	1,97	1,68
Eficiência Alimentar	0,51	0,59
Mortalidade (%)	1,97	2,86
Quantidade (kg) carne produzido	99.873	103.652

Os resultados na tabela acima, corroboram com o obtido por Oba et al. (2012), onde melhores valores de conversão alimentar foram observados em tratamentos onde as aves se encontravam em sua zona de termoneutralidade, ou seja, conforto para consumir e produzir.

CONCLUSÃO

Os aviários em sistema dark house mostraram-se eficientes em manter as variáveis ambientais dentro de limites aceitáveis para situações que proporcionem conforto às aves. Todos os índices calculados para os dois aviários estavam dentro da faixa de conforto para as aves.

É esperado que as variáveis ambientais tenham comportamento heterogêneo dentro das instalações, entretanto quanto maior o controle, menor será a diferença nos valores dessas variáveis em microrregiões do aviário.

Neste trabalho, pouco se pode afirmar sobre a interferência do material usado para vedação das laterais, uma vez que é necessário levantamento de informações sobre transferência térmica. No Brasil é possível encontrar variações quanto a concepção

arquitetônica desse sistema de confinamento para aves, sendo assim, quanto maior o número de informações, melhor será na hora de decidir por quais materiais utilizar de acordo com a região de implantação.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro na realização do experimento, e pela concessão de bolsa de mestrado à autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.2, p.1-14, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual**, 2018. Disponível em www.abpa-br.com.br. Acesso em 02 de nov. 2018.

BARBOSA FILHO, J.A.D. et al. Mudanças e uso das Tabelas de Entalpia. Piracicaba, 2007. Disponível em <http://www.nupea.esalq.usp.br> Acesso em 09 de jan. 2017.

BOIAGO, M.M. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.65, n.1, p.241-247, 2013.

COBB- Vantress. 2013. **Broiler Management Guide**. Arkansas: Cobb-Vantress USA, 73p. 2013.

COSTA FGP, et al. Scientific progress in the production of monogastric in the first decade of the twenty-firs century. Revista Brasileira de Zootecnia v.9, p. 288-302, 2010.

MEDEIROS, C. M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.13, n.4, p. 277-286, out/Nov. 2005.

NASCIMENTO, G. R. et al. Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n 2, p. 219- 229, 2011.

NAZARENO, A. C. et al. Caracterização bioclimática de sistemas ao ar livre e confinado para a criação de matrizes suínas gestantes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 314-319, 2012.

OBA, A. et al. Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cormo, criadas sob diferentes condições de ambiente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1186-1192, 2012.

OLANREWAJU, H.A. et al. Effect of ambiente temeprature and light intensity on physiological reactions of heavy broiler chickens. **Poutry Science,** v.89, n.12, p.2668-2677, 2010.

SILVA, A. C. et al. Solos do topo da Serra São José (Minas Gerais) e suas relações com o paleoclima no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.28, n.3, p.455-466, 2004.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 12, n.1, p. 17-23, 2001.

CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO EM UM SISTEMA DARK HOUSE DURANTE UM CICLO DE PRODUÇÃO

Jacqueline Cardoso Ferreira[1], Marcelo Bahuti[2], Matheus Campos Mattioli[3], Ana Carolina Pereira Marques[4], Rômulo Marçal Gandia[5,] Alessandro Torres Campos[6], Tadayuki Yanagi Junior[7]

[1]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Grupo de Pesquisa em Construções e Ambiência em Biossistemas, Lavras – MG. jacardosof@gmail.com
[2]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras – MG. marcelo_bahuti@hotmail.com
[3]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Grupo de Pesquisa em Construções e Ambiência em Biossistemas, Lavras – MG. mattioli-cmatheus@hotmail.com
[4]Universidade Federal de Lavras, UFLA. carolp.marques@engenharia.ufla.br
[5]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras – MG. romagandia@gmail.com
[6]Prof. Dr. Departamento de Engenharia – UFLA/Lavras, e-mail: campos@deg.ufla.br
[7]Prof. Dr. Departamento de Engenharia – UFLA/Lavras, e-mail: yanagi@deg.ufla.br

RESUMO – Foram levantados as variáveis ambientais em um sistema de confinamento para frangos de corte, dark house, que possui como característica o material de fechamento lateral. A composição da vedação é por telhas de fibrocimento e madeirite pintadas na cor preta na face interna do aviário. Foram realizadas medições das variáveis do ambiente térmico, temperatura e umidade relativa do ar, através de *dataloggers* (Hobo®, modelo U12-013), programados para coletar os dados a cada quinze minutos, em nove pontos distribuídos uniformemente ao longo dos aviários. O registro aconteceu desde o primeiro dia de alojamento das aves, até a saída para o abate. As variáveis térmicas foram utilizadas para caracterizar o ambiente e calcular o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU). A partir da terceira semana de produção, a variável umidade relativa não apresentou diferença significativa em relação aos pontos de coleta. O ITGU apresentou diferença não significativa somente para a segunda semana de produção. Para todas as variáveis o comportamento espacial esperado é heterogêneo. O sistema dark house resultou em baixa mortalidade de aves, porém para esse lote, o sistema apresentou baixa eficiência em converter o consumo de ração em kg de carne produzido.
Palavras-chave: bioclimatologia, instalações para aves, avicultura de corte

INTRODUÇÃO

O constante crescimento e desenvolvimento de tecnologias direcionadas para avicultura faz do Brasil o segundo maior produtor de carne de frango do mundo e primeiro em exportação. Somente no ano de 2017, o país produziu 13,05 milhões de toneladas de carne de frango (ABPA, 2018). A tecnologia na criação animal tornou-se portanto, foco estratégico especialmente para empresas que desejam obter vantagens competitivas e que demandam por eficiência, controle de custos e alta produtividade.

Em climas tropicais, o fator principal de adaptação dos animais para a produção tem sido as altas temperaturas associadas a altos valores da umidade relativa do ar, que ocorrem em certas regiões do território brasileiro, o que reduz a produtividade de algumas espécies estabelecidas, quando comparados aos níveis de produção em climas temperados (ABPA, 2015).

Portanto, se faz vigente a afirmação de Curtis (1983) que para cada espécie existe uma faixa de condições ambientais, denominada zona de conforto térmico, na qual o animal apresenta melhores resultados com menor gasto energético e mínimo esforço dos mecanismos termorregulatório, possibilitando assim, uma melhor conversão alimentar, rápido ganho de peso e redução da mortalidade.

Na decisão de implantação dos diferentes sistemas, existe a procura por maior eficiência e eficácia na produção, que possui como pilares a viabilidade econômica e técnica, com ênfase nos aspectos produtivos, sanitários e bem estar das aves.

O sistema dark house, ao contrário dos outros sistemas para criação de frangos de corte, possui todos os parâmetros relevantes ao crescimento e desenvolvimento das aves, controlados eletronicamente por painéis de comando, permitindo o estabelecimento de um ambiente interno com condições ideias de conforto (relação entre as variáveis, temperatura do ar, umidade relativa do ar, ventilação, alimentação, luminosidade, e outros). Sendo o ambiente interno dentro dos parâmetros de conforto animal, esse sistema permite maior densidade animal.

Independentemente do tipo de sistema de criação o conforto térmico no interior das instalações é fator de grande importância, já que as condições climáticas inadequadas afetam a produção de frangos de corte. O excesso de frio, e principalmente o excesso de calor na condição de país tropical revertem em menor produtividade das aves (MOURA, 2001).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na granja comercial de frangos de corte, Agroavicultura Ferreira e Chagas LTDA, situada a 21°03’13” de latitude Sul, 44°05’24” de longitude Oeste e altitude média de 1050m, no município de Prados/MG, no período de março a abril de 2016. O clima da região, de acordo com a classificação Köppen, é subtropical moderado úmido (Cwb), com temperatura média nos meses mais quentes e frios de 22 e 15°C, respectivamente (SILVA et al., 2004).

O sistema de criação é composto por aviário no modelo dark house, com orientação cartográfica Leste-Oeste. O resfriamento é obtido por meio de painéis evaporativos de celulose instalados em uma extremidade e 16 exaustores com potência de 1,0 cv, na outra. A ventilação mínima é realizada por meio *inlets* laterais que se abrem por diferença de pressão. A cobertura é constituída por telhas de fibrocimento e forro preto, na altura do pé direito. O material de cama sobreposta utilizado foi serragem, não sendo feita sua reutilização.

A característica principal no sistema em questão, é a vedação lateral feita pela composição de telhas de fibrocimento voltada para o exterior e madeirite pintadas na cor preta, voltada para o interior do aviário. Essa composição é instalada sobre uma mureta de concreto de 0,40m de altura, e as dimensões do aviário são 150 x 18 x 2,80m (comprimento x largura x pé-direito)

O aves alojadas foram da linhagem Coob 500, com peso inicial de 45,5g e densidade final de 39 kg m^{-2}, num ciclo de produção de 42 dias. Para a coleta das variáveis temperatura e umidade relativa do ar, foram utilizados *dataloggers* portáteis da marca Hobo®, modelo U12-013, com dois canais externos, em um dos quais se acoplou o sensor de temperatura externo, inserido em globo negro, com diâmetro de 15 cm, para obter a temperatura de globo negro. Os equipamentos foram instalados na altura das aves e distribuídos igualmente em nove pontos, programados para registro dos dados a cada quinze minutos, durante vinte e quatro horas. A partir das variáveis levantadas, calculou-se o Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU), para caracterizar o ambiente térmico da instalação.

Os dados relativos ao ambiente térmico foram submetidos ao teste Scott-Knott ($p<0,05$), através do programa RStudio, levando-se em consideração os pontos de coletas e medidas repetidas nos dias. Os gráficos foram confeccionadas a partir dos pontos de coleta, com auxílio do *software* Surfer 13, para demonstrar o comportamento das variáveis e do índice durante as semanas de vidas das aves.

Como respostas produtivas desse sistema, foram coletadas as informações de consumo de ração, conversão alimentar, eficiência alimentar, mortalidade, peso vivo ao abate e quantidade de carne produzida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos dados do ambiente térmico, em relação aos pontos levantados estão apresentados nas tabelas 1 e 2. Os dados avaliados apresentaram um baixo coeficiente de variação, indicando uma boa homogeneidade na coleta dos dados.

Tabela 1.21 Médias das variáveis ambientais (Tbs e UR) do índice ITGU em relação aos pontos levantados nas três primeiras semanas de produção de frangos de corte em aviário dark house.

Pontos	1° Semana			2° Semana			3° Semana		
	Tbs °C	UR %	ITGU s/u	Tbs °C	UR %	ITGU s/u	Tbs °C	UR %	ITGU s/u
Pt1	27,0 d	58,4 b	77,6 e	27,3 b	57,4 c	78,0 a	25,3 c	62,3 a	75,7 b
Pt2	30,0 a	59,0 b	80,9 c	28,0 a	60,4 c	78,7 a	26,0 b	64,1 a	76,0 b
Pt3	30,3 a	54,4 c	82,1 b	27,3 b	59,3 c	78,1 a	25,0 c	63,3 a	75,9 b
Pt4	28,6 b	58,3 b	80,4 c	26,9 c	64,6 b	78,3 a	26,0 b	63,7 a	76,7 a
Pt5	28,7 b	55,3 c	85,1 a	27,0 b	64,3 b	77,6 a	26,0 b	64,1 a	75,9 b
Pt6	27,7 c	58,1 b	80,6 c	26,0 d	65,7 b	78,4 a	25,7 b	65,0 a	77,1 a
Pt7	26,7 d	61,3 b	79,2 d	26,3 d	66,6 a	78,1 a	25,7 b	64,7 a	77,1 a
Pt8	29,0 b	67,8 a	80,9 c	26,7 c	68,1 a	78,3 a	25,9 b	66,0 a	76,6 a
Pt9	29,3 b	59,1 b	79,9 c	27,3 b	66,9 a	77,3 a	26,7 a	64,7 a	76,7 a
Média	28,6°C	59,1%	80,7	27,0°C	63,7%	78,1	25,8°C	64,2%	76,4
CV (%)	2,47	5,41	1,44	2,37	3,57	1,03	2,01	3,21	0,74

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

Tabela 2. Médias das variáveis ambientais (Tbs e UR) do índice ITGU em relação aos pontos levantados nas três últimas semanas de produção de frangos de corte em aviário dark house.

Pontos	4° Semana			5° Semana			6° Semana		
	Tbs °C	UR %	ITGU s/u	Tbs °C	UR %	ITGU s/u	Tbs °C	UR %	ITGU s/u
Pt1	24,3 c	61,9 a	74,2 c	23,3 e	66,6 a	73,1 c	22,3 b	71,0 a	71,7 b
Pt2	24,9 b	63,9 a	74,1 c	24,0 d	68,4 a	73,3 c	22,7 b	72,9 a	71,7 b
Pt3	23,9 c	63,4 a	74,1 c	23,1 e	67,4 a	73,0 c	21,6 b	72,1 a	71,6 b
Pt4	25,4 a	62,1 a	75,3 b	24,4 c	66,9 a	74,3 b	23,3 a	71,4 a	72,6 b
Pt5	25,6 a	62,9 a	74,7 c	25,0 b	66,7 a	73,4 c	24,3 a	71,4 a	71,6 b
Pt6	25,0 b	63,3 a	76,1 a	25,0 b	67,3 a	75,6 a	24,0 a	72,7 a	74,3 a
Pt7	25,0 b	62,0 a	76,3 a	24,3 c	65,9 a	75,7 a	23,4 a	70,6 a	74,3 a
Pt8	25,0 b	64,0 a	75,4 b	24,4 c	67,9 a	74,6 b	23,4 a	72,4 a	72,6 b
Pt9	26,0 a	62,1 a	75,4 b	25,7 a	66,6 a	74,9 b	24,6 a	71,6 a	73,6 a
Média	25,1°C	62,8%	75,1	24,4°C	67,1%	74,2	23,3°C	71,8%	72,7
CV (%)	2,08	3,83	1,08	1,64	2,19	0,71	5,36	10,57	2,52

Médias seguidas de letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

As médias obtidas para a variável temperatura, diferente entre si durante todas as semanas de produção. Não é possível observar alguma relação de repetição em relação aos pontos amostrados para essa variável. Já para a variável umidade relativa, observa-se que a partir da terceira semana não ocorre variação significativa em relação aos pontos amostrados. Por sua vez o ITGU não apresentou diferença significativa em relação aos pontos, na segunda semana.

Cravo et al. (2012) afirma que, diante da diversidade de aviários para frangos de cortes, é necessário diagnosticar além os diferentes tipos de materiais empregados nos aviários, as microrregiões provocadas pelo comportamento heterogêneo das variáveis ambientais dentro das instalações.

A distribuição espacial da variável temperatura para as semanas, é apresentada na figura 1. Nas duas primeiras semanas, existe uma preocupação em manter o ambiente aquecido devido à pouca plumagem das aves, portanto a ventilação mínima é realizada através dos inlets laterais. Em todos os gráficos é possível observar o comportamento heterogêneo das variáveis.

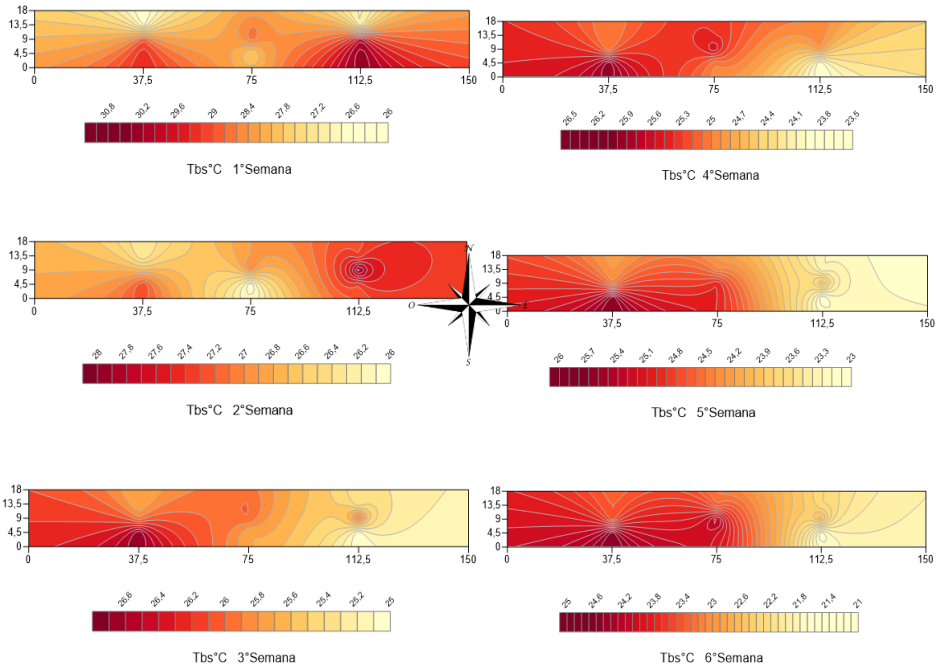


Figura 1. Variação espacial da Temperatura de Bulbo Seco (°C) em relação aos pontos de coletas, durante as seis semanas de produção de frangos de corte, em aviário dark house.

A partir da terceira semana de produção, observa-se que as menores temperaturas ocorrem a leste do aviário. Nessa região estão localizados os painéis evaporativos e portanto, é a primeira a ser resfriada quando os exautores são acionados.

Ao avaliar o ambiente térmico em galpões para aves, com cama nova e reutilizada, Baracho et al. (2013) encontraram temperaturas variando entre 27,4 a 28°C. O mesmo foi observado por Silva et al. (2013), ao avaliarem a variabilidade das características térmicas dos galpões com pressão negativa. Esses valores altos para temperatura, demonstram a dificuldade em manter o ambiente com características ideias.

No sistema avaliado, observa-se que a temperatura para a primeira semana (28,6°C) está abaixo da faixa recomenda (29,0 a 33,0°C) por Oliveira et al. (2006) e a umidade relativa (59,1%) está acima da faixa recomendada (51 a 57,5%) por esses autores, porém quando se efetua o cálculo do índice bioclimático ITGU, o valor obtido (80,7) se mostra dentro da faixa recomendada por esses autores (77 a 81,6). A dificuldade em se manter a variáveis nas condições ideais nem sempre implica em perda de produtividade, sendo importante o acompanhamento do lote de produção e a manutenção nos equipamentos.

A umidade relativa é um variável que pouco se modifica dentro do sistema dark house (Tabela 1 e 2). Segundo Baêta e Souza (2010), a umidade relativa do ar exerce grande influência no bem-estar e na produtividade do animal, sendo que se for muito baixa, causa doenças no aparelho respiratório e se for alta e associada a altas temperaturas do ar, dificulta a dissipação de calor por processos evaporativos nas aves.

A figura 2, apresenta a distribuição média da umidade relativa para os pontos avaliados. Para as três primeiras semana, observa-se o valor elevado da UR na região onde estão instalados os painéis evaporativos, por onde circula água.

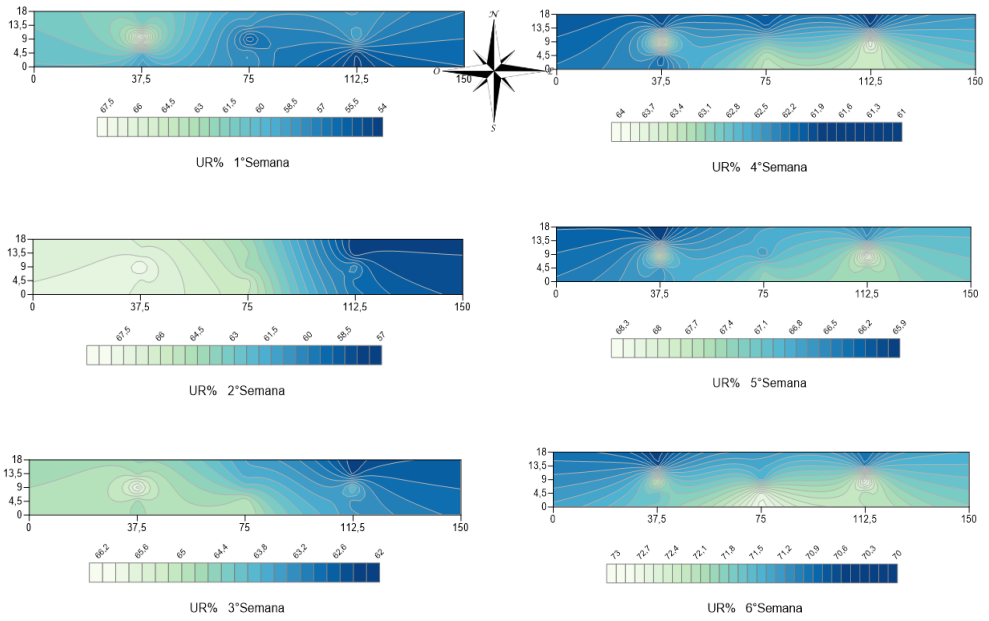


Figura 2. Variação espacial da Umidade Relativa (%) em relação aos pontos de coletas, durante as seis semanas de produção de frangos de corte, em aviário dark house.

Os baixos valores encontrados para umidade relativa na região dos painéis evaporativos a partir da quarta semana e produção, pode ser devido ao funcionamento constante dos exautores na outra extremidade.

De acordo com vários autores (MEDEIROS et al., 2005, FURTADO et al., 2006, OLIVEIRA et al., 2006), o conforto térmico das aves pode ser avaliado pelo índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU). Esse índice foi utiliza a temperatura de globo negro em substituição à temperatura de bulbo seco, representando melhor a radiação que interfere no ambiente.

A figura 3, apresenta a distribuição espacial do índice bioclimático ITGU, durante as seis semanas de produção.

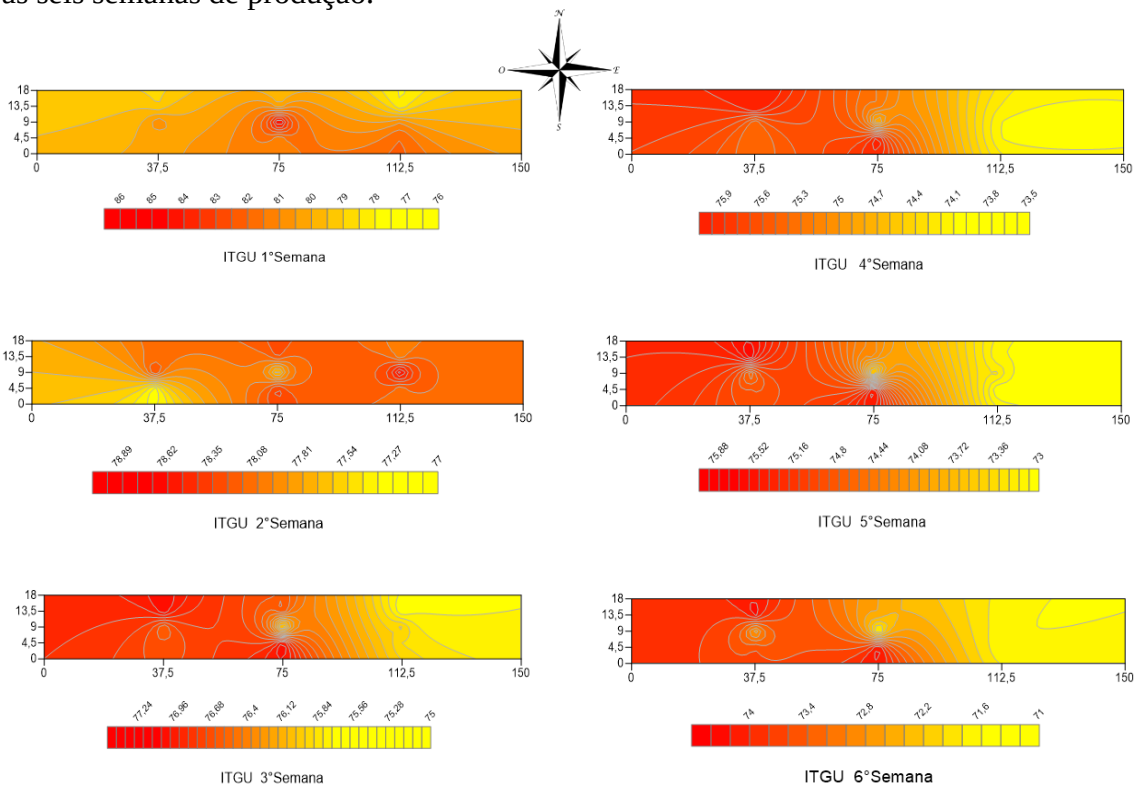


Figura 3. Variação espacial do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) em relação aos pontos de coletas, durante as seis semanas de produção de frangos de corte, em aviário dark house.

É possivel observar um comportamento menos heterogêneo nas duas primeiras semanas. Nessas semanas quase não há funcionamento dos exautores, sendo quando há necessidade apenas um exaustore é acionado.

Na terceira semana e nas seguintes, observa-se uma maior distinção entre as regiões com valores mais baixos para o ITGU.

Independente do sistema utilizado para produção de aves de corte o objetivo está em torno de maior produtividade. Na tabela 3 estão apresentadas as variáveis produtivas relativas a um lote de produção.

Tabela 3. Variáveis produtivas para um lote de 42 dias em aviários dark house.

Variáveis	
Ganho de peso médio (g)	2.500,4
Consumo de ração kg ave^{-1}	4,92
Conversão Alimentar	1,97
Eficiência Alimentar	0,51
Mortalidade (%)	1,97
Quantidade (kg) carne produzido	99.873

O sistema dark house permite um baixo índice de mortalidade e pode retornar uma boa produtividade. Porém o controle das variáveis climáticas devem ser constantemente acompanhadas para permitir ajustes nos lotes seguintes. Para este lote a eficiência alimentar foi baixa.

CONCLUSÃO

O aviário que opera em sistema dark house apresenta variações em relação a sua concepção arquitetônica nas diversas regiões do Brasil. Isso demonstra a necessidade de estudos detalhados no comportamento das variáveis ambientais e nos indicies que refletem o conforto ambiental para as aves.

A característica de operação do sistema dark house é heterogêneo, devendo-se observar a incidência de zonas fora das ideais de conforto.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro na realização do experimento, e pela concessão de bolsa de mestrado à autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual**, 2015. Disponível em www.abpa-br.com.br. Acesso em 28 de ago 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual**, 2018. Disponível em www.abpa-br.com.br. Acesso em 01 de set 2018.

BAÊTA, F.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais**: conforto animal. Viçosa, MG: UFV, 269p., 2010.

BARACHO, M.S. et al. Ambiente interno em galpões de frango de corte com cama nova e reutilizada. **Revista Agrarian**, Dourados, v.6, n.22, p.473-478, 2013.

CRAVO, J. C. M., et. al., Caracterização tipológica de aviários em uma integradora do Estado de São Paulo. **Revista Ciências Agrárias**, v. 55, n.2, p. 154-158, 2012.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. The Iowa State University: Ames, 410 p., 1983.

FURTADO, D. A.; DANTAS, R. T.; NASCIMENTO, J.W.B.; SANTOS, J. T.; COSTA, F. G. P. Efeitos de diferentes sistemas de acondicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.2, p.484–489, 2006.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.13, n.4, p. 277-286, out/Nov. 2005.

MOURA, D. J. de. Ambiência da Produção de aves de corte. In: SILVA, I. J. O. da. (Org.). **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Jaboticabal: FUNEP, v.2, p. 75-149, 2001.

OLIVEIRA et al., 2006 OLIVEIRA, R. F. M. et al. Efeitos da Temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p. 797-803, 2006

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/., 2018.

SILVA, E.G.D.; SANTOS, A.C.D.; FERREIRA, C.; SOUSA, J.P.L.D.; ROCHA, J.M.L.D.; JÚNIOR, O.S. Variabilidade espacial das características ambientais e peso de frangos de corte em galpão de ventilação negativa. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.14, n.1, p.132-141, 2013.

SILVA, A. C. et al. Solos do topo da Serra São José (Minas Gerais) e suas relações com o paleoclima no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.28, n.3, p.455-466, 2004.

ESTRESSE NA PRODUÇÃO ANIMAL: REVISÃO DE LITERATURA

Márcia Gabrielle Lima Cândido[1], Ilda de Fátima Ferreira Tinôco[1], Cecília de Fátima Souza[1], Letícia Cibelle da Silva Ramos Freitas[1] Tatiany Carvalho dos Santos[1], Richard Stephen Gates[2]

[1]Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n Campus Universitário, Viçosa, MG, Brasil. marciagl.candido@gmail.com.
[2]Agricultural and Biological Engineering Department - University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL, USA. rsgates@illinois.edu

RESUMO – Estresse é a resposta inespecífica do organismo a um desafio externo, que pode ser causado, por exemplo, por patógenos ou exposição a ambientes inóspitos. O estresse faz parte do ciclo natural da vida, sendo importante para o organismo e manutenção da espécie, estando presente em situações como cópula e caça, A resposta do organismo ao estresse pode ser dividida em três estágios gerais: fase de alarme; fase de resistência; e fase de exaustão. E os agentes estressores podem ser classificados em: estressores somáticos; estressores psicológicos; estressores comportamentais; e estressores variados. O reflexo do estresse na produção animal é facultativo, pois é dependente da sua intensidade, duração e como o organismo lida com ele. A interação entre o agente estressor e a resposta do organismo ao estresse pode se manifestar através da Síndrome Geral de Adaptação, que compreende algumas alterações fisiológicas específicas. O estresse tem causa multifatorial e pode afetar diretamente o desempenho animal nas diversas espécies, sendo um problema recorrente na produção intensiva pelas práticas de manejo utilizadas, mas pode e deve ser controlado e minimizado com práticas adequadas visando o bem-estar e melhora produtiva.
Palavras-chave: aves, estresse, hormônios, ruminantes, suínos

INTRODUÇÃO

O termo estresse pode ser definido de diversas formas, Kumar et al. (2012), relatou que o termo *stress* é derivado do Latim *stringere*, a palavra tem como significado atar, apertar, amarrar com força. O termo também é referente a resposta inespecífica do organismo a um desafio externo, que pode ser causado, por exemplo, por patógenos ou exposição a ambientes inóspitos (FILGUEIRAS & HIPPERT, 1999; VEISSIER & BOISSY, 2007). Para Broom e Molento (2004), a palavra estresse deve ser utilizada para descrição da falta de bem-estar quando se esgotaram as tentativas de enfrentar uma dificuldade imposta. O termo também é relacionado a resposta biológica de um indivíduo a uma ameaça à sua homeostase. Sendo assim, o estresse representa a resposta do organismo, e seu agente causador é definido como estímulo estressante ou estressor (TANNO & MARCONDES, 2002).

Porém, quando se refere ao estresse é consensual entre os autores que, quando um animal se encontra em situação de estressante, seu organismo desencadeará reações biológicas na tentativa de reestabelecer a homeostasia (KUMAR et al., 2012; RUSHEN & PASSILLÉ, 1992). Neste processo pode ocorrer falha do organismo em se reestabelecer ou ser incapaz de suportar o estresse, o que resultará no desenvolvimento de comportamentos anômalos, e/ou patologias que afetam seu bem-estar e podem causar até a morte do indivíduo (FILGUEIRAS & HIPPERT, 1999; KUMAR et al., 2012).

O estresse não é obrigatoriamente relacionado à dor e pode estar ligado, por exemplo, a ansiedade ou medo. Também não é necessariamente ruim para o organismo. O estresse faz parte do ciclo natural da vida, alguns glicocorticoides liberados em situações consideradas estressantes, como por exemplo, cópula e caça, são importantes para o organismo e a manutenção da espécie (KUMAR et al., 2012; MÖSTL & PALME, 2002). Sendo assim o objetivo desta revisão é compilar os conhecimentos atuais da literatura científica sobre a importância e o impacto do estresse na produção animal.

Resposta do organismo ao estresse

A interação entre o agente estressor e a resposta do organismo ao estresse pode se manifestar através da Síndrome Geral de Adaptação (SGA), que compreende algumas alterações fisiológicas específicas como dilatação do córtex da glândula suprarrenal e atrofia de órgãos linfáticos (ELOY & PEREIRA, 2013; FILGUEIRAS & HIPPERT, 1999).

A resposta do organismo ao estresse pode ser dividida em três estágios gerais: a) reconhecimento do agente estressor, fase de alarme; b) adaptação do organismo ao estímulo estressor persistente, fase de resistência; e c) quando a adaptação ao estímulo estressor não ocorre, fase de exaustão (MOBERG, 2000; TANNO & MARCONDES, 2002). Durante a fase de alarme, o reconhecimento do estresse se dá no Sistema Nervoso Central quando estímulos estressantes são levados via neurotransmissores até o hipotálamo, onde é secretado o hormônio liberador de corticotropina (CRH). Este hormônio é carreado até a hipófise para estimular a síntese e liberação da adrenocorticotropina (ACTH), que atua na liberação dos glicocorticóides como o cortisol, corticosterona e aldosterona, e também de catecolaminas na corrente sanguínea (CURTIS, 1983; ELOY & PEREIRA, 2013; TANNO & MARCONDES, 2002).

O cortisol (bovinos, ovinos, suínos e peixes) e a corticosterona (aves), tem papel de destaque na fisiologia do estresse (MORMÈDE et al., 2007). Estes glicocorticóides tem

a função de aumentar a mobilização do glicogênio hepático, a fim de fornecer ao organismo fontes facilmente metabolizáveis de energia durante a fase de alarme (SWENSON & REECE, 1996).

São encontrados maiores valores de cortisol em animais submetidos a estresse agudo, quando comparados com animais em estresse crônico, animais em estresse crônico apresentam redução das defesas do organismo com maior susceptibilidade às doenças secundárias (AL-BUSAIDI et al., 2008; SOUZA & BATISTA, 2012). Caprinos na raça Saanen apresentaram níveis de cortisol sanguíneo mais elevado durante o verão, quando foram registrados os maiores valores de temperatura do ar (SOUZA et al, 2012).

As catecolaminas também são mediadoras da resposta ao estresse, quando secretadas em associação ao cortisol. Elas ativam funções cardiovasculares e neuroendócrinas no sentido de mobilizar energia para os músculos, coração e cérebro, além de, ao mesmo tempo reduzir o fluxo sanguíneo em órgãos internos e no sistema gastrointestinal (NWE et al., 1996).

Os hormônios tireoidianos, triiodotironina (T_3) e tiroxina (T_4) são importantes mediadores metabólicos (CASSUCE et al., 2013; HELAL et al., 2010; MCNABB, 1995; SWENSON & REECE, 1996). Estes hormônios atuam para o aumento do metabolismo basal, com a disponibilização de glicose para as células, assim tem-se um estimulo para síntese de proteínas, aumento das funções neuronais e cardíacas, elevando o consumo de oxigênio dos tecidos, fator importante para o estresse (MCNABB, 1995).

Agentes estressores

Os agentes estressores podem ser classificados em: a) estressores somáticos: sons, odores, pressão, frio, efeito de agentes químicos; b) estressores psicológicos: apreensão, medo, frustação; c) estressores comportamentais: superpopulação, disputas hierárquicas, falta de contato social; d) estressores variados: má nutrição, parasitismo, infecções, imobilização física e confinamento (ACCO et al., 1999). Diversas práticas de manejo são consideradas estressores, por exemplo, o corte do rabo em leitões na maternidade, desmame (que pode ser considerado estressor comportamental, psicológico e variado), debicagem, vacinação, transporte para o abatedouro e o manejo pré-abate (HÖTZEL & PROBST, 2007; JASPER et al., 2008; KUMAR et al., 2012; SANTOS, 2004; WEARY et al., 2008).

O ambiente térmico pode ser considerado estressor somático por calor ou frio quando o animal é submetido a um ambiente que tende permanentemente a conduzir sua

 ISBN: 978-85-66836-24-0

temperatura corporal acima ou abaixo do seu ponto do ajuste (ELOY & PEREIRA, 2013). O estresse térmico também pode ser relacionado com o estresse nutricional (estressor variado) quando se trata, por exemplo, de animais de pastejo como bovinos, que sofrem com a sazonalidade da disponibilidade de forrageiras (FERREIRA et al., 2009). A principal consequência do estresse térmico na produtividade animal é relacionada com a ingestão de alimento. Animais estressados por calor reduzem a ingestão, que associada à queda na circulação de hormônios tireoidianos tem reduzida sua taxa metabólica, o que consequentemente leva queda na produtividade e perdas econômicas (FERREIRA et al., 2009; NÓBREGA et al., 2011).

A adaptação social é considerada um estressor comportamental, ela ocorre quando um indivíduo é retirado do seu grupo social e colocado em outro grupo com indivíduos desconhecidos. Por exemplo, quando se tem a intensão de tornar os lotes de leitões mais homogêneos e os animais são reorganizados por peso nas baias (VEISSIER & BOISSY, 2007).

Consequências na produção animal

O reflexo do estresse na produção animal é facultativo, pois é dependente da intensidade do estresse, sua duração e como o organismo lida com ele (ARCILA et al., 2018; CÂNDIDO et al., 2016; CASSUCE et al., 2013; KUMAR et al., 2012). Um organismo submetido à situação ou ambiente estressante apresenta alguns indicadores desta condição. Alguns indicativos desta condição podem ser facilmente percebidos visualmente (como alterações comportamentais) e outros apenas em análises laboratoriais (alteração das concentrações hormonais).

Leitões separados das matrizes vocalizam e tentam saltar de suas baias. Ao desmame podem desenvolver o chamado "vício de sucção ao desmame" (VSD), alteração psicológica que leva ao hábito de sugar o umbigo, vulva, orelha ou ventre de outros leitões, este comportamento resulta em redução do ganho de peso e pode levar a infecções secundárias no local constantemente succionado. O VSD é considerado um problema de origem multifatorial que pode envolver: desmame precoce, desequilíbrio nutricional, superlotação, excesso de barulho, leitões desuniformes alojados na mesma baia e desconforto ambiental (amplas flutuações térmicas, excesso de gases e higiene deficiente), neste caso tem-se os quatro tipos de agentes estressores envolvidos levando a redução na produção (AMARAL et al., 2003; MORÉS et al., 2000; SANTOS, 2004).

 ISBN: 978-85-66836-24-0

Vacas em situações de estresse agudo aumentam sua vocalização, e a frequência de urina e fezes. Quando são privadas por muito tempo de se alimentarem expressam comportamentos anômalos como enrolar a língua e balançar a cabeça constantemente, além de abrirem os olhos mais que normal (KUMAR et al., 2012). Bovinos de corte que são criados a pasto e posteriormente são transferidos para confinamento, podem expressar comportamentos agonistas e disputa entre indivíduos para reestabelecimento da hierarquia (SOARES, 2011).

A produção e qualidade do leite em vacas pode ser alterada quando as mesmas estão em ambiente estressante. Souza et al. (2010) avaliaram a produção de leite de vacas holandesas em função da estação do ano e concluíram que lactações iniciadas na primavera apresentaram a menor produção de leite (kg/vaca/dia) relacionado ao estresse calórico durante o pico de produção. A estação do ano em que ocorrem as parições de vacas leiteiras tem efeito direto na produtividade, o estresse nesta fase pode ser causado conjuntamente pela disponibilidade de matéria seca, e pelo ambiente térmico em que as vacas estão expostas (BOHMANOVA et al., 2007; SOUZA et al., 2010).

Campos (2000) em sua revisão sobre comportamento avícola, afirma que o aumento da densidade nas gaiolas ocasiona uma maior disputa por espaço, tanto no comedouro quanto no bebedouro, o que aumenta o estresse e evidencia-se a "ordem social de bicadas", que segundo o mesmo autor reflete a organização social hierárquica entre as aves de uma mesma gaiola. O confinamento das aves leva a uma menor movimentação das mesmas que pode gerar fragilidade óssea e abrasão do corpo contra o piso, resultando em lesões nas patas e problemas de empenamento (TAUSON, 2005).

Aves submetidas a ambientes impróprios expressam sintomas específicos, como aumento da competitividade pelos recursos (água e comida), excitabilidade temporária seguida de prostração, aumento as incidência de agressões e estereotipias (GILANI et al., 2013). As estereotipias mais frequentes em galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais são, exploração exagerada das penas, movimentos sucessivos com a cabeça para fora da gaiola e movimentos de um lado para outro da gaiola sem nenhuma função específica. O impedimento do comportamento "ciscar" agrava significativamente o estresse em galinhas criadas em gaiolas, este comportamento é substituído por bicagem de penas, que pode levar a injurias na pele e infecções secundárias, o que resulta em queda da produtividade (BRACKE & HOPSTER, 2006; HAAS et al., 2013; GILANI et al., 2013; SILVA et al., 2006)

CONCLUSÃO

O estresse tem causa multifatorial e afeta diretamente o desempenho animal nas diversas espécies, sendo um problema recorrente na produção intensiva pelas práticas de manejo utilizadas, mas pode e deve ser controlada e minimizado com práticas adequadas visando o bem-estar e melhora produtiva.

AGRADECIMENTOS

Ao grupo de pesquisa AMBIAGRO, ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, ao Department of Agricultural and Biological Engineering da University of Illinois em Urbana-Champaign (UIUC). Também agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCO, A.; PACHALY, J. R.; BACILA, M. Síndrome do estresse em animais - Revisão. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 2, n. 1, p. 71–76, 1999.

AL-BUSAIDI, R.; JOHNSON, E. H.; MAHGOUB, O. Seasonal variations of phagocytic response, immunoglobulin G (IgG) and plasma cortisol levels in Dhofari goats. **Small Ruminant Research**, [s. l.], v. 79, n. 2–3, p. 118–123, 2008.

AMARAL, A. L. et al. Fatores de risco associados ao vício de sucção em leitões na fase de creche. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, [s. l.], v. 55, n. 5, p. 528–532, 2003.

ARCILA, J. C. P. et al. Zootechnical and physiological performance of broilers in the final stage of growth subjected to different levels of heat stress. **Rev. Facultad Nacional Agronomía**, v. 71, n. 2, p. 1–8, 2018.

BOHMANOVA, J.; MISZTAL, I.; COLE, J. B. Bohmanova, J., I. Misztal, and J. B. Cole. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 4, p. 1947–1956, 2007.

BRACKE, M. B. M.; HOPSTER, H. Assessing the importance of natural behavior for animal welfare. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 19, n. 1, p. 77–89, 2006.

BROOM, D.; MOLENTO, C. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas–

revisão (animal welfare: concept and related issues–review). **Archives of Veterinary Science**, p. 1–11, 2004.

CAMPOS, E. J. O comportamento das aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, n. 2, p. 1–27, 2000.

CÂNDIDO, M. G. L. et al. Determination of thermal comfort zone for early-stage broilers. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 5, p. 760–767, 2016.

CASSUCE, D. C. et al. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Engenharia Agricola**, v. 33, n. jan/fev, p. 28–36, 2013.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**: Iowa State University Press, 1983.

DE HAAS, E. N. et al. Fear, stress, and feather pecking in commercial white and brown laying hen parent-stock flocks and their relationships with production parameters. **Poultry Science**, v. 92, n. 9, p. 2259–2269, 2013.

ELOY, A. M. X.; PEREIRA, E. P. Estresse na reprodução de caprinos machos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 37, n. 2, p. 156–163, 2013.

FERREIRA, F. et al. Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, , v. 61, n. 4, p. 769–776, 2009.

FILGUEIRAS, J. C.; HIPPERT, M. I. S. A polêmica em torno do conceito de estresse. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 19, n. 3, p. 40–51, 1999.

GILANI, A. M.; KNOWLES, T. G.; NICOL, C. J. The effect of rearing environment on feather pecking in young and adult laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 148, n. 1–2, p. 54–63, 2013.

HÖTZEL, M. J.; PROBST, R. Estresse e reconhecimento de seres humanos em leitões recém desmamados. **Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 91–98, 2007.

JASPER, J.; BUDZYNSKA, M.; WEARY, D. M. Weaning distress in dairy calves: Acute behavioural responses by limit-fed calves. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 110, n. 1–2, p. 136–143, 2008.

KUMAR, B.; MANUJA, A.; AICH, P. Stress and its impact on farm animals. **Front Biosci (Elite Ed.).** v. 4, n. December 2015, p. 1759–1767, 2012.

MCNABB, F. M. Thyroid hormones, their activation, degradation and effects on metabolism. **The Journal of nutrition**, v. 125, n. 6 Suppl, p. 1773S–1776S, 1995.

MOBERG, G. P. **Biological response to stress: implications for animal welfare - The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare**, p. 1-21, 2000.

MORÉS, N. et al. Fatores de risco associados aos problemas dos leitões na fase de creche em rebanhos da região Sul do Brasil. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v. 52, n. 3, p. 191–

199, 2000.

MORMÈDE, P. et al. Exploration of the hypothalamic-pituitary-adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. **Physiology and Behavior**, v. 92, n. 3, p. 317–339, 2007.

MÖSTL, E.; PALME, R. Hormones as indicators of stress. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 23, n. 1–2, p. 67–74, 2002.

NÓBREGA, G. H. et al. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 6, n. 1, p. 67–73, 2011.

NWE, T. M. et al. Significance of catecholamines and cortisol levels in blood during transportation stress in goats. **Small Ruminant Research**, v. 20, n. 2, p. 129–135, 1996.

RUSHEN, J.; PASSILLÉ, A. The scientific assessment of the impact of housing on animal welfare: A critical review. **Canadian Journal of Animal**, v. 743, 1992.

SANTOS, F. de A. Bem-estar dos suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 3, p. 101–115, 2004.

SILVA, I. J. O. et al. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. **Revista Brasileira de Zootcnia**, v. 35, n. 4, p. 1439–1446, 2006.

SOARES, D. R. Adaptação De Bovinos Ao Confinamento : Avaliação do temperamento e dos comportamentos social e alimentar. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2011.

SOUZA, B. B. De; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica No Semiárido**, v. 8, n. 3, p. 6–10, 2012.

SOUZA, P. T. De; SALLES, M. G. F.; ARAÚJO, A. A. De. Impacto do estresse térmico sobre a fisiologia, reprodução e produção de caprinos. **Ciência Rural**, v. 42, n. 10, p. 1888–1895, 2012.

SOUZA, R. De et al. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 484–495, 2010.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. Fisiologia dos animais domésticos. **Circulação sanguínea e sistema cardiovascular**, v. 11, p. 13-34, 1996. Rio de Janeiro.

TANNO, A. P.; MARCONDES, F. K. Estresse, ciclo reprodutivo e sensibilidade cardíaca às catecolaminas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 38, n. 3, p. 273–289, 2002.

TAUSON, R. Management and housing systems for layers – effects on welfare and production. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 61, n. 3, p. 477–490, 2005.

VEISSIER, I.; BOISSY, A. Stress and welfare: Two complementary concepts that are

intrinsically related to the animal's point of view. **Physiology and Behavior**, v. 92, n. 3, p. 429–433, 2007.

WEARY, D. M.; JASPER, J.; HÖTZEL, M. J. Understanding weaning distress. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 110, n. 1–2, p. 24–41, 2008.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

USO DA LÓGICA *FUZZY* COMO PREDIÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Dian Lourençoni[1], Ana Carolina de Sá Silva Lins[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Paulo Giovanni de Abreu[3], Pablo Teixeira Leal de Oliveira[2], Eberson Silva[4], Flávio Alves Damasceno[2]

[1]Universidade Federal do Vale do São Francisco, dian.lourenconi@univasf.edu.br, ana_carolina_lins@hotmail.com.
[2]Universidade Federal de Lavras, yanagi@deg.ufla.br, pablo.leal@ifsertao-pe.edu.br, flavioufla@gmail.com.
[3]Embrapa Suínos e Aves, paulo.g.abreu@embrapa.br.
[4]Universidade Estadual de Minas Gerais, eberson.silvafespmg@yahoo.com.br.

RESUMO – Os frangos de corte são classificados como animais homeotérmicos e necessitam que o ambiente de produção fique dentro de intervalos de conforto térmico bem definidos. Para tanto, o desenvolvimento de algoritmos (modelos matemáticos) de controle do ambiente, que possam ser embarcados em microcontroladores, torna-se necessário. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, desenvolver um modelo *fuzzy* para a predição do desempenho produtivo de frangos de corte criados em diferentes sistemas comerciais de produção. Para o desenvolvimento e validação do modelo, três galpões comerciais (sistema convencional, túnel de vento com pressão negativa e *dark house*) foram avaliados, sendo registrados os dados do ambiente térmico (temperatura de bulbo seco - t_{bs} e umidade relativa - UR). Além da t_{bs} e UR o ambiente no interior foi caracterizado por meio da entalpia (H) e foram mensurados o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA). O modelo *fuzzy* proposto permite estimar, com boa eficiência, o consumo de ração médio diário, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte submetidos a diferentes sistemas de produção comercial existentes no setor.
Palavras-chave: avicultura de corte, inteligência artificial, lógica *fuzzy***.**

INTRODUÇÃO

O ambiente de produção é um dos principais causadores de perdas na produção animal em escala comercial. Para que os animais expressem o seu potencial genético dever-se-á, entre outras exigências, fornecer alimentação adequada, ambiente asséptico e termicamente ajustado às necessidades dos frangos (NASCIMENTO et al., 2014; TINÔCO et al., 2014).

Deste modo, a manutenção do ambiente térmico dentro de intervalos de conforto é primordial para que o potencial genético da linhagem seja alcançado. Para tanto, o

desenvolvimento de algoritmos (modelos matemáticos) de controle do ambiente, que possam ser embarcados em microcontroladores, torna-se necessário. Entre os possíveis modelos a serem desenvolvidos, aqueles baseados em inteligência artificial, especificamente na teoria dos conjuntos *fuzzy* têm se mostrado bastante adequados em pesquisas de conforto animal (XIANG-JIE, 2014; MIRZAEE-GHALEHV et al., 2015; SCHIASSI et al., 2015; ZARE MEHRJERDI et al., 2015).

O desenvolvimento de um modelo matemático *fuzzy* baseado em diferentes sistemas comerciais de produção e um número considerado de lotes de frangos de corte criados nestes sistemas, poderá prever o desempenho de frangos de corte, independente do sistema utilizado.

Nesse contexto, objetivou-se com a presente pesquisa, desenvolver um modelo *fuzzy* para predição do desempenho produtivo de frangos de corte criados em diferentes sistemas comerciais de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Detalhamento dos sistemas produtivos

Para o desenvolvimento e teste do modelo *fuzzy*, três aviários comerciais (convencional, túnel com pressão negativa e *dark house*) para a criação de frangos de corte foram avaliados durante 12 meses. Os aviários estão localizados no município de Concórdia – SC, cujo clima da região é classificado como Cfa, de acordo com a classificação de KÖPPEN (PEEL et al., 2007), clima temperado úmido com verão quente.

A Tabela 1 apresenta as características dos três aviários estudados. Os aviários de sistema convencional e túnel com pressão negativa possuíam dimensões de 12 x 100 x 2,4 m (largura, comprimento e pé-direito), já o *dark house* 12 x 100 x 2,2 (largura, comprimento e pé-direito), orientadas no sentido Leste-Oeste, utilizando duas linhas de iluminação e cama composta por maravalha nova ao início do primeiro lote. Foi utilizada cortinas laterais na cor preta na face interna e prata na face externa para o sistema *dark house*, já para os demais, cortinas laterais na cor amarela. Apenas o sistema *dark house* não possuía forro.

Tabela 1. Características dos sistemas avaliados

	Convencional	**Pressão negativa**	***Dark house***
Cobertura	Cimento amianto	Cerâmicas tipo francesa	Cerâmicas tipo francesa
Mureta	0,45	0,43	0,45
Iluminação	16 LF[1] tubulares de 40W	16 LF[1] compactas de 25W	20 LI[2] de 100W
Aquecimento dos pintinhos	Tambor a lenha e campânulas a gás	Campânulas a gás	Fornalha a lenha
Ventilação	Ventiladores e quatro linhas com 10 nebulizadores	Túnel (pressão negativa) com oito exaustores, oito linhas e oito nebulizadores	Resfriador evaporativo do tipo placa de tijolo umedecido, com duas placas de 15 m de comprimento cada e três linhas com 18 nebulizadores

[1] Lâmpadas fluorescentes; [2] Lâmpadas incandescentes.

Animais e medições

Em cada aviário, foram criados 6 lotes de frangos de corte da linhagem Cobb. As densidades de alojamento das aves nos aviários com sistema convencional, pressão negativa e *dark house* foram de 12,00 a 12,92 aves m^{-2}, 12,83 a 14,00 aves m^{-2} e 14,50 a 15,58 aves m^{-2}, respectivamente. As variáveis avaliadas foram as térmicas e as respostas produtivas dos frangos.

Além da temperatura de bulbo seco (t_{bs}) e umidade relativa (UR) o ambiente no interior foi caracterizado por meio da entalpia (H), calculada empregando-se a equação 1 (ALBRIGHT, 1990) utilizando os dados médios coletados nos 12 pontos.

$$H = 1{,}006 \times tbs + W \times (2501 + 1{,}805 \times tbs) \quad (1)$$

sendo, H a entalpia (kJ $kg_{ar\ seco}^{-1}$), t_{bs} a temperatura de bulbo seco do ar (°C) e W a razão de mistura ($kg_{vapor\ d'água}\ kg_{ar\ seco}^{-1}$). Por sua vez, a razão de mistura foi calculada pela equação 2 em função da pressão atual de vapor d´água (ea, kPa) e pressão atmosférica do local (P_{atm}, kPa).

$$W = 0{,}622 \times \left(\frac{ea}{Patm}\right) \quad (2)$$

As respostas produtivas avaliadas foram: o consumo de ração (CR), ganho de peso médio (GP) e conversão alimentar média (CA). O CR foi calculado em função da

quantidade de ração consumida durante o período considerado dividido pelo período em dias. O GP foi obtido pela diferença entre o peso vivo dos frangos ao final e ao início do lote. A conversão alimentar (CA) é a relação entre a quantidade de ração consumida e o ganho de peso correspondente ao período de tempo considerado, sendo que, a relação inversa é denominada de eficiência alimentar.

Desenvolvimento e validação do modelo *fuzzy*

Para o desenvolvimento do modelo *fuzzy*, foi utilizado o método de inferência de Mandani (MANDANI, 1976), utilizado por diversos autores (PONCIANO et al., 2012; SCHIASSI et al., 2015), que traz como resposta, um conjunto *fuzzy* originado da combinação dos valores de entrada com seus respectivos graus de pertinência, através do operador mínimo e em seguida pela superposição das regras, através do operador máximo (LEITE et al., 2010). Foram definidas como variáveis de entrada: a entalpia (H) nas fases de vida das aves, definidas como; fase inicial (1ª, 2ª e 3ª semana), fase de crescimento (4ª e 5ª semanas) e fase final (6ª semana), representadas por curvas de pertinência trapezoidais (Figura 1), curvas estas escolhidas por reproduzirem melhor o conjunto de dados (SCHIASSI et al., 2015).

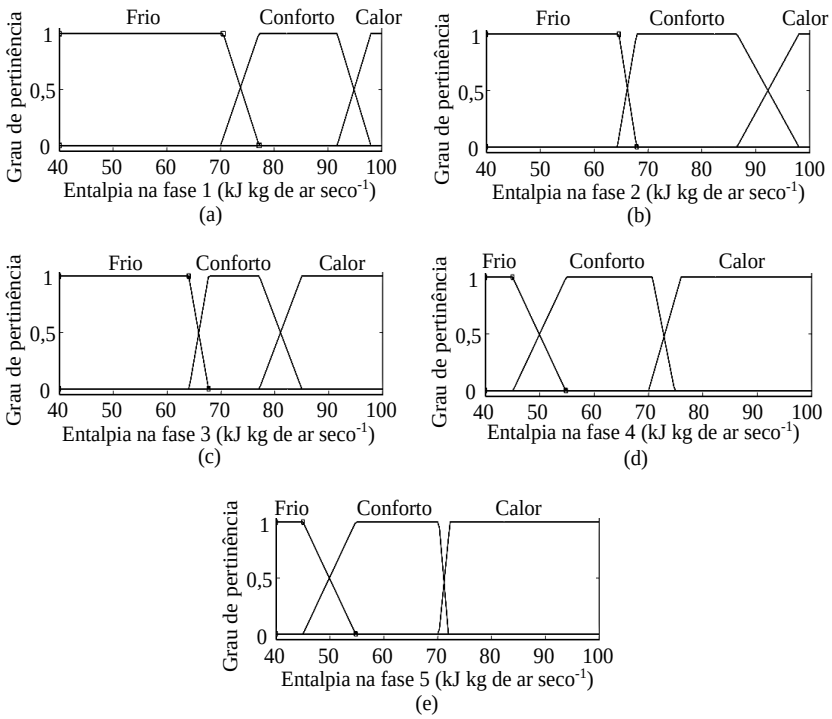


Figura 1. Funções de pertinência para as variáveis de entrada: (a) Entalpia na fase 1, (b) Entalpia na fase 2, (c) Entalpia na fase 3, (d) Entalpia na fase 4 e (e) Entalpia na fase 5.

Para realizar a validação do modelo *fuzzy* desenvolvido foram utilizados os dados mensurados nos aviários comerciais. O desenvolvimento e as simulações foram empregadas com o auxílio do *Fuzzy Toolbox*® do Matlab®, *software version* 7.13.0.564 (R2011b), onde toda a modelagem foi elaborada. Na avaliação dos modelos propostos, as respostas produtivas simuladas e observadas foram comparadas por meio do desvio-padrão e do erro percentual.

Os limites de conforto/desconforto da entalpia (Tabela 2) para cada fase de vida dos frangos de corte foram calculados através dos limites de t_{bs} e UR indicados por diversos autores para cada uma das fases (CASSUCE et al., 2013; CÂNDIDO et al., 2016).

Tabela 2. Limites inferiores e superiores das temperaturas e entalpias ideais para frangos de corte em cada fase de vida.

Fase de vida	Limites de temperatura do ar (t_{bs}, ºC)	Umidade relativa (UR, %)	Limites de entalpia (H, kJ kg $_{ar\ seco}^{-1}$)
1	32 – 34	60 – 80	80 – 84,4
2	28 – 32	60 – 80	72 – 80
3	26 – 28	60 – 80	68,2 – 72
4	18 – 26	60 – 80	54,8 – 68,2
5	18 – 24	60 – 80	54,8 – 64,6

De acordo com as combinações das fases de vida das aves e da entalpia (H) (Figura 1), foram definidas 243 regras e, para cada regra, foi atribuído um fator de ponderação igual a 1, pelo fato de todas as regras possuírem a mesma importância na determinação das respostas do modelo, conforme adotado por diversos autores (YANAGI JUNIOR et al., 2012; PONCIANO et al., 2012; SCHIASSI et al., 2013; SCHIASSI et al., 2014).

As regras foram definidas em forma de sentenças linguísticas com base nos dados coletados na primeira fase desse experimento e com auxílio de especialistas. Para a escolha dos especialistas, foi utilizada a metodologia proposta por CORNELISSEN et al. (2002), conforme empregado por YANAGI JUNIOR et al. (2012) e SCHIASSI et al. (2015). Dessa forma, quatro especialistas com experiência em ambiência animal e modelagem *fuzzy* por mais de dez anos auxiliaram na montagem das regras.

Com base nas variáveis de entrada e se utilizando como referência os dados experimentais, os modelos *fuzzy* predizem as variáveis de saída CR, GP e CA, também caracterizadas por curvas de pertinência do tipo trapezoidais (Figura 2). A defuzificação foi feita utilizando-se o método do centro de gravidade (Centroide ou Centro de Área),

que considera todas as alternativas de saída, convertendo o conjunto *fuzzy* originado pela inferência em valor numérico (LEITE et al., 2010).

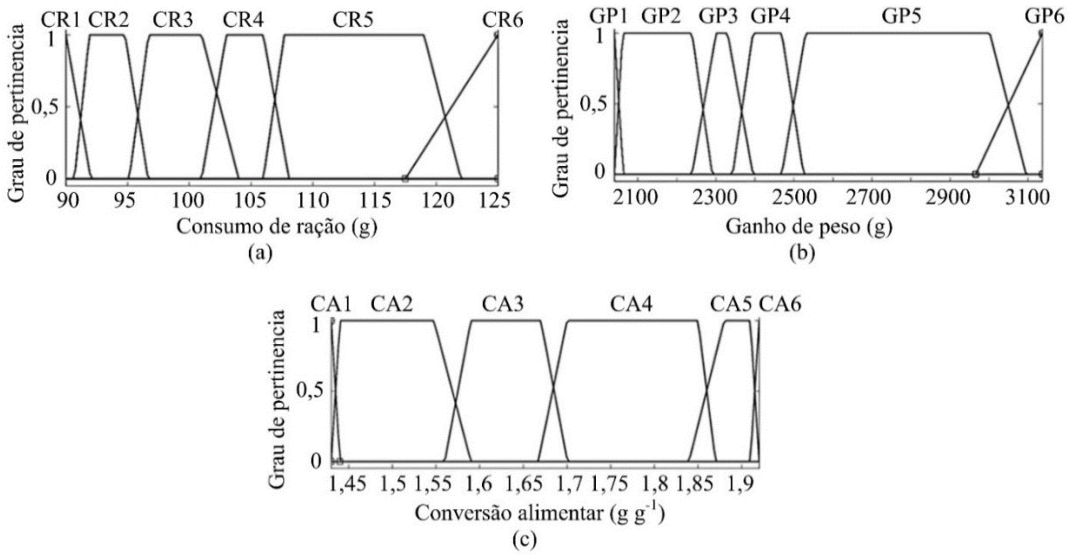


Figura 2. Funções de pertinência para as variáveis de saída: (a) consumo de ração (CR), (b) ganho de peso (GP) e (c) conversão alimentar (CA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ajuste do modelo *fuzzy* foi realizado com base nos dados coletados no experimento, sendo que o intervalo para cada função de pertinência das variáveis de saída foi adotado de forma a resultar no menor erro possível quando comparado com os dados medidos experimentalmente. Desse modo, os valores de CR, GP e CA simulados pelo modelo *fuzzy* em função da entalpia nas fases de vida dos frangos, foram comparados aos dados obtidos experimentalmente (Tabela 3). Pode-se observar que o modelo *fuzzy* foi capaz de predizer o CR, o GP e a CA nos diferentes sistemas de produção comerciais de frangos de corte. Os desvios-padrão médios de 4,16 g, 146,53 g e 0,06 g g^{-1} e erros percentuais médios de 5,05, 8,04 e 4,96%, respectivamente

Em trabalhos realizados por diferentes autores utilizando a modelagem *fuzzy* para predição do desempenho produtivo de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, obtiveram valores médios de desvios-padrão e erros percentuais para CR, GP e CA de 4,31 g e 2,38%, 4,76 g e 2,94%, e 0,02 g g^{-1} e 2,16%, respectivamente (PONCIANO et al., 2012) e CR, GP e CA de 4,15 g e 2,12%, 3,10 g e 2,74 %, e 0,03 g g^{-1} e 1,94%, respectivamente (SCHIASSI et al., 2015).

Superfícies de resposta ajustadas por MEDEIROS (2001) a partir de experimento laboratorial para estimar o CR, GP e CA de frangos adultos em função da t_{bs}, UR e velocidade do ar, obtiveram valores de desvio-padrão e erro percentual de 2,36 g e 2,79% para CR, 2,02 g e 4,97% para GP e 0,08 g g^{-1} e 5,67% para CA, respectivamente.

Analisando a CA dos frangos em função dos lotes e dos diferentes sistemas de produção comercial avaliados, observa-se na Tabela 3 grande variação dos dados medidos experimentalmente ao mesmo tempo em que os resultados do modelo *fuzzy* desenvolvido se adequaram a essas variações, com exceção dos lotes 1, 3 e 5 do sistema de produção comercial convencional que obtiveram erros percentuais acima de 10%, resultado este que pode ser explicado devido ao sistema de produção convencional ter um baixo controle do ambiente interno e todas as operações de manejo serem realizadas manualmente, podendo assim ter uma alta variação nas respostas produtivas dos animais.

Tabela 3. Comparação dos valores de conversão alimentar (CA, g g^{-1}), ganho de peso médio (GP, g) e consumo de ração (CR, g) em função da entalpia e das fases de vida dos frangos de corte, obtidos experimentalmente e simulados pelo modelo.

Sistema de produção comercial	Lote	Dados experimentais			Simulação *Fuzzy*			Desvio-padrão			Erro percentual (%)		
		CR	GP	CA	CR	GP	CA	CR	GP	CA	CR	GP	CA
Dark house	1	132,01	3137	1,61	114	2780	1,55	12,73	252,44	0,05	13,64	11,38	3,97
	2	116,92	2807	1,47	115	2790	1,52	1,36	12,02	0,04	1,64	0,61	3,68
	3	108,72	2528	1,51	117	2840	1,50	5,85	220,62	0,01	7,61	12,34	0,53
	4	111,54	2546	1,49	116	2810	1,50	3,15	186,68	0,01	4,00	10,37	0,81
	5	124,54	3018	1,44	115	2800	1,50	6,74	154,15	0,04	7,66	7,22	4,09
	6	116,11	2820	1,45	114	2780	1,50	1,49	28,28	0,04	1,82	1,42	3,81
Convencional	1	112,98	2422	1,90	110	2680	1,58	2,11	182,43	0,22	2,64	10,65	16,71
	2	109,14	2417	1,75	110	2690	1,63	0,61	193,04	0,08	0,79	11,29	6,59
	3	109,42	2469	1,70	122	3070	1,44	8,90	424,97	0,18	11,50	24,34	15,14
	4	119,21	2985	1,55	113	2760	1,52	4,39	159,10	0,02	5,21	7,54	2,19
	5	118,87	2818	1,70	116	2820	1,50	2,03	1,41	0,14	2,41	0,07	11,56
	6	116,45	2815	1,58	121	3010	1,47	3,21	137,89	0,07	3,90	6,93	6,73
Pressão negativa	1	119,32	2730	1,65	113	2750	1,55	4,47	14,14	0,07	5,30	0,73	6,29

 ISBN: 978-85-66836-24-0

	2	100,59	2113	1,68	108	2650	1,67	5,24	379,72	0,01	7,36	25,41	0,83
	3	121,40	3081	1,46	122	3070	1,44	0,43	7,78	0,02	0,50	0,36	1,57
	4	114,72	2829	1,46	122	3030	1,46	5,15	142,13	0,00	6,34	7,10	0,21
	5	114,28	2888	1,45	122	3060	1,45	5,46	121,62	0,00	6,75	5,96	0,07
	6	112,89	2827	1,44	115	2800	1,50	1,49	19,09	0,05	1,87	0,96	4,46
						Média		**4,16**	**146,53**	**0,06**	**5,05**	**8,04**	**4,96**

CONCLUSÃO

O modelo *fuzzy* proposto permite estimar, com boa eficiência, o consumo de ração médio diário, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte submetidos a diferentes sistemas de produção comercial existentes no setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. H., YANAGI JUNIOR, T., FASSANI, É. J., CAMPOS, A. T., & LOURENÇONI, D. Fuzzy modeling of broiler performance, raised from 1 to 21 days, subject to heat stress. Engenharia Agrícola, v.35, n.6, p.967-978, 2015.

ALBRIGHT, L. D. Environment control for animals and plants. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers Michigan. 453p, 1990.

CÂNDIDO, M. G.; TINÔCO, I. D. F.; PINTO, F. D. A. D. C.; SANTOS, N. T.; ROBERTI, R. P. Determination of thermal comfort zone for early-stage broilers. Engenharia Agrícola, v.36, n.5, p.760-767, 2016.

CASSUCE, D. C.; TINOCO, I. D. F.; BAETA, F. C.; ZOLNIER, S.; CECON, P. R.; VIEIRA, M. D. A. Atualização da temperatura de conforto térmico para frangos de corte de até 21 dias de idade. Engenharia Agrícola, v.33, n.1, p.28-36, 2013.

CORNELISSEN, A. M. G.; VAN DEN BERG, J.; KOOPS, W. J.; KAYMAK, U. Elicitation of expert knowledge for fuzzy evaluation of agricultural production systems. Agriculture, ecosystems & environment, v.95, n.1, p.1-18, 2002.

LEITE, M. S.; FILETI, A. M. F.; SILVA, F. V. Desenvolvimento e aplicação experimental de controladores fuzzy e convencional em um bioprocesso. Revista Controle e Automação, v.21, n.2, p.147-158, 2010.

MANDANI, E. H. Advances in the linguistic syntesis of fuzzy controllers. International Journal of Man-Machine Studies, v.8, n.6, p.669-678, 1976.

MEDEIROS, C. M. Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

MIRZAEE-GHALEHV, E.; OMID, M.; KEYHANI, A.; DALVAND, M. J. Comparison of fuzzy and on/off controllers for winter season indoor climate management in a model poultry house. Computers and Electronics in Agriculture, v.110, p.187-195, 2015.

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; BARACHO, M. S.; PEREIRA, D. F.; NEVES, D. P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.6, p.658–663, 2014.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology Earth System Sciences, v.11, p.1633-1644, 2007.

PONCIANO, P. F.; YANAGI JUNIOR, T.; SCHIASSI, L.; CAMPOS, A. T.; NASCIMENTO, J. W. B. Sistema fuzzy para predição do desempenho produtivo de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Engenharia Agrícola, v.32, n.3, p.446-458, 2012.

SANTOS, G. B.; SOUSA, I. F.; BRITO, C. O.; SANTOS, V. S.; BARBOSA, R. J.; SOARES, C. Estudo biológico das regiões litorâneas, agreste e semiárida do estado de Sergipe para a avicultura de corte e postura. Ciência Rural, v.44, n.1, p.123-128, 2014.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; DAMASCENO, F. A.; SARAZ, J. A. O.; AMARAL, A. G. Thermal-Acoustic Comfort Index for Workers of Poultry Houses Using Fuzzy Modeling. International Journal of Engineering Research and Applications, v.4, n.9, p.60-64, 2014.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; REIS, G. M.; ABREU, L. H. P.; CAMPOS, A. T.; CASTRO, J. O. Modelagem fuzzy aplicada na avaliação do desempenho de frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.2, p.140-146, 2015.

TAVARES, G. F.; SCHIASSI, L. Modelagem fuzzy como ferramenta para predição do ganho de peso diário para frangos de corte. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology, v.4, n.2, p.32-38, 2016.

TINÔCO, I. F. F.; SOUZA, C. F.; BAÊTA, F. C.; COELHO, D. J. R.; MENDES, M. A. S. A. Ambiencia e instalações na avicultura de postura brasileira: avanços e perspectivas. Animal Busineess Brasil, v.4, n.14, p.6-9, 2014.

XIANG-JIE, N. Research on the temperature control algorithm of the poultry farm. Applied Mechanics and Materials, v.602, p.1206-1209, 2014.

YANAGI JUNIOR, T.; SCHIASSI, L.; ABREU, L. H. P.; BARBOSA, J. A.; CAMPOS, A. T. Procedimento fuzzy aplicado à avaliação da insalubridade em atividades agrícolas. Engenharia Agrícola, v.32, n.3, p.423-434, 2012.

ZARE MEHRJERDI, M. R.; ZIAABADI, M.; AYATOLLAHI MEHRGARDI, A.; DAYANI, O. Comparison of fuzzy and on/off controllers for winter season indoor climate management in a model poultry house. Journal of Livestock Science and Technologies, v.3, n.1, p.34-40, 2015.

DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM DIFERENTES SISTEMAS COMERCIAIS DE PRODUÇÃO

Ana Carolina de Sá Silva Lins[1], Dian Lourençoni[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Paulo Giovanni de Abreu[3], Pablo Teixeira Leal de Oliveira[2], Flávio Alves Damasceno[2], Eberson Silva[4]

[1]Universidade Federal do Vale do São Francisco, ana_carolina_lins@hotmail.com, dian.lourenconi@univasf.edu.br.
[2]Universidade Federal de Lavras, yanagi@deg.ufla.br, pablo.leal@ifsertao-pe.edu.br, flavioufla@gmail.com.
[3]Embrapa Suínos e Aves, paulo.g.abreu@embrapa.br.
[4]Universidade Estadual de Minas Gerais, eberson.silvafespmg@yahoo.com.br.

RESUMO – O ambiente do sistema de criação é um dos principais responsáveis pelas perdas na produção, pois quando se ultrapassa os limites de conforto, a energia usada para a produção é dispendida nos processos termorregulatórios e essa compensação faz parte dos mecanismos de homeostase dos organismos dos animais conhecidos como homeotérmicos. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte em diferentes sistemas comerciais de produção. Para isso, três galpões comerciais (sistema convencional, túnel de vento com pressão negativa e *dark house*) foram avaliados, sendo coletadas as respostas produtivas consumo de ração (CR), ganho de peso médio (GP), conversão alimentar média (CA) e o índice de eficiência produtiva (IEP). ao longo de seis lotes em cada galpão. A partir dessa premissa, o sistema *dark house* demonstrou-se superior ao sistema convencional e túnel com pressão negativa em todos os fatores avaliados.
Palavras-chave: avicultura de corte, convencional, *dark house*, pressão negativa**.**

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da avicultura brasileira tem obtido suporte na adoção de novas metodologias e tecnologias que buscam a otimização da produção animal, permitindo o aumento da competitividade do setor diante das novas exigências do mercado consumidor.

Os frangos de corte são classificados como animais homeotérmicos, sendo capazes de manter a sua temperatura corporal dentro de limites relativamente estreitos, por meio de mecanismos fisiológicos e comportamentais. Entretanto, quando o ambiente térmico extrapola os limites de conforto, a energia usada para a produção de carne é dispendida nos processos termorregulatórios, ocasionando perdas produtivas (BARACHO et al., 2013; BOIAGO et al., 2013; LARA & ROSTAGNO, 2013; SANTOS et al., 2014).

O ambiente de produção é um dos principais causadores de perdas na produção animal em escala comercial. Para que os animais expressem o seu potencial genético

dever-se-á, entre outras exigências, fornecer alimentação adequada, ambiente asséptico e termicamente ajustado às necessidades dos frangos (ABREU et al., 2012; ALMEIDA & PASSINI, 2013; CAMPOS et al., 2013b; NASCIMENTO et al., 2014; TINÔCO et al., 2014).

Deste modo, a manutenção do ambiente térmico dentro de intervalos de conforto é primordial para que o potencial genético da linhagem seja alcançado. Para tanto, o desenvolvimento de algoritmos (modelos matemáticos) de controle do ambiente, que possam ser embarcados em microcontroladores, torna-se necessário (CAMPOS et al., 2013a;; JULIO et al., 2015; MIRZAEE-GHALEHV et al., 2015; SCHIASSI et al., 2015; XIANG-JIE, 2014; ZARE MEHRJERDI et al., 2015). Nesse contexto, objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte criados em diferentes sistemas comerciais de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Detalhamento dos sistemas produtivos

Para o desenvolvimento deste trabalho, três aviários comerciais (convencional, túnel com pressão negativa e *dark house*) para a criação de frangos de corte foram avaliados durante 12 meses, onde água e ração eram fornecidas *ad libitum* Os aviários estão localizados no município de Concórdia – SC, cujo clima da região é classificado como Cfa, de acordo com a classificação de KÖPPEN (PEEL et al., 2007), clima temperado úmido com verão quente.

O aviário no sistema convencional (Figura 1) possuía dimensões de 12 x 100 x 2,4 m (largura, comprimento e pé-direito), cobertura em duas águas com telhas de cimento amianto com 6 mm de espessura orientada no sentido Leste-Oeste, muretas laterais de 0,45 m de altura, forro e cortinas laterais na cor amarela. O aviário foi equipado com 2 linhas de iluminação com 16 lâmpadas fluorescentes tubulares de 40W cada, totalizando 32 lâmpadas. O aquecimento dos pintinhos nas fases iniciais foi realizado por meio de tambor a lenha e campânulas a gás. O aviário foi equipado com ventilação cruzada (pressão positiva) com 10 ventiladores e 4 linhas com 10 nebulizadores cada, distribuídas longitudinalmente no aviário, totalizando 40 emissores de água. A cama utilizada foi composta por maravalha nova ao início do primeiro lote.

Foram utilizados ventiladores com motor de indução monofásico com potência de 0,5 CV e vazão entre 240 a 280 $m^3\ min^{-1}$ (ventilador de 3 pás). O acionamento ocorreu

em três estágios: estágio 1 (4 ventiladores); estágio 2 (8 ventiladores) e estágio 3 (10 ventiladores). O estágio 1 foi ligado com temperatura de bulbo seco do ar (t_{bs}) de 27,0 ºC, o estágio 2 foi ligado com 27,2 ºC e o estágio 3 foi ligado com 27,5 ºC. Os nebulizadores de alta pressão (180 kgf cm^{-2}) possuíam vazão de 6,5 L h^{-1}, com sistema motobomba trifásico de 7 CV de potência. Os nebulizadores foram acionados quando a umidade relativa do ar (UR) estivesse menor que 70%.

O programa de luz adotado foi: do 1º ao 3º dia (24 horas de luz), do 4º ao 7º dia (22 horas de luz), 8º ao 21º dia (20 horas de luz) e do 22º dia até o abate (16 horas de luz). O manejo das cortinas foi realizado de acordo com as condições climáticas.

A B C



Figura 1. Visão (A) interna, (B) externa e (C) detalhe do ventilador no aviário sistema convencional.

O aviário no sistema pressão negativa (Figura 2) possuía dimensões de 12 x 100 x 2,4 m (largura, comprimento e pé-direito), cobertura em duas águas com telhas cerâmicas tipo francesa orientada no sentido Leste-Oeste, muretas laterais de 0,43 m de altura, forro e cortinas laterais na cor amarela. O aviário possuía 2 linhas de iluminação com 16 lâmpadas fluorescentes compactas de 25W cada, totalizando 32 lâmpadas. O aquecimento dos frangos nas fases iniciais foi realizado com campânulas a gás. O aviário foi equipado com ventilação em modo túnel (pressão negativa) com 8 exaustores e 8 linhas com 8 nebulizadores distribuídos paralelamente à largura do aviário, totalizando 64 emissores de água. A cama foi composta por maravalha nova ao início do primeiro lote.

Os exaustores possuíam 3 pás, diâmetro de 1,80 m, motor de indução monofásico, potência de 1 CV e vazão entre 441 a 564 m^3 min^{-1}. O acionamento ocorreu em quatro estágios: estágio 1 (2 exaustores); estágio 2 (4 exaustores); estágio 3 (6 exaustores) e estágio 4 (8 exaustores). O estágio 1 correspondeu à condição de ventilação mínima, permanecendo sempre ligado, o estágio 2 foi acionado com $t_{bs} \geq 28$ ºC, o estágio 3 com $t_{bs} \geq 29$ ºC e estágio 4 com $t_{bs} \geq 30$ ºC. Nebulizadores de alta pressão (180 kgf cm^{-2}), com

vazão de 6,5 L h^{-1} e sistema moto-bomba de 2 CV bifásico foram usados. Os nebulizadores foram acionados com $t_{bs} \geq 31$ ºC.

O programa de luz adotado foi: do 1º ao 2º dia (24 horas de luz), do 3º ao 7º dia (23 horas de luz), 8º ao 35º dia (14 horas de luz) e do 36º dia até o abate (22 horas de luz. As cortinas ficavam sempre fechadas.

A B C



Figura 2. Visão (A) interna, (B) externa e (C) detalhe dos exaustores no aviário sistema pressão negativa.

O aviário no sistema *dark house* (Figura 3) possuía dimensões de 12 x 100 x 2,2 m (largura, comprimento e pé-direito), cobertura de telhas cerâmicas tipo francesa em duas águas orientada no sentido Leste-Oeste, muretas laterais de 0,45 m de altura e cortinas laterais na cor preta na face interna e prata na face externa. O aviário foi equipado com 2 linhas de iluminação com 20 lâmpadas incandescentes de 100W cada, totalizando 40 lâmpadas. O aquecimento dos frangos na fase inicial foi realizado com sistema de fornalha a lenha. Neste aviário foi utilizada a ventilação em modo túnel (pressão negativa) com 8 exaustores, 8 linhas com 8 nebulizadores distribuídos paralelamente à largura do aviário, totalizando 64 emissores de água. Utilizou-se um sistema de resfriamento evaporativo do tipo placa de tijolo umedecido, com 2 placas de 15 m de comprimento cada e 3 linhas com 18 nebulizadores distribuídos externamente na placa de tijolo (totalizando 54 emissores de água). A cama foi composta por maravalha nova ao início do primeiro lote.

Exaustores de 3 pás, diâmetro de 1,80 m, motor de indução trifásico, potência de 1 CV e vazão entre 441 a 564 m^3 min^{-1} foram usados. O acionamento ocorreu em quatro estágios: estágio 1 (2 exaustores); estágio 2 (4 exaustores); estágio 3 (6 exaustores) e estágio 4 (8 exaustores). O estágio 1 correspondia à ventilação mínima ($t_{bs} \leq 22$ ºC), os estágios 2, 3 e 4 eram acionados com t_{bs} igual a 23 ºC, 24 ºC e 25 ºC, respectivamente. Nebulizadores de alta pressão (180 kgf cm^{-2}), com vazão de 6,5 L h^{-1} e sistema moto-

bomba de 7 CV trifásico foram usados. As placas evaporativas e os nebulizadores foram acionados com UR menores que 70 e 65%, respectivamente.

O programa de luz adotado foi: do 1º ao 3º dia (24 horas de luz), do 4º ao 21º dia (10 horas de luz), do 22º ao 35º dia (8 horas de luz) e do 36º dia até o abate (22 horas de luz). As cortinas foram mantidas sempre fechadas.

A B C



Figura 3. Visão (A) interna, (B) externa e (C) detalhe dos exaustores no aviário sistema *dark house*.

Animais e medições

Em cada aviário, foram criados 6 lotes de frangos de corte da linhagem Cobb. As densidades de alojamento das aves nos aviários com sistema convencional, pressão negativa e *dark house* foram de 12,00 a 12,92 aves m^{-2}, 12,83 a 14,00 aves m^{-2} e 14,50 a 15,58 aves m^{-2}, respectivamente. As variáveis avaliadas foram as térmicas e as respostas produtivas dos frangos.

As respostas produtivas avaliadas foram: o consumo de ração (CR), ganho de peso médio (GP), conversão alimentar média (CA) e o índice de eficiência produtiva (IEP). O CR foi calculado em função da quantidade de ração consumida durante o período considerado dividido pelo período em dias. O GP foi obtido pela diferença entre o peso vivo dos frangos ao final e ao início do lote.

A conversão alimentar (CA) foi calculada entre a quantidade de ração consumida e o ganho de peso correspondente ao período de tempo considerado, sendo que, a relação inversa é denominada de eficiência alimentar. O índice de eficiência produtiva (IEP) é um índice calculado em função do peso vivo, viabilidade, idade e a conversão alimentar (CA), sendo calculado pela equação 3.

$$IEP = \left(\frac{P \times V}{I \times CA}\right) \times 100 \quad (1)$$

em que, P é o peso vivo das aves (kg), V é a viabilidade (%), I é a idade das aves em dias e CA é a conversão alimentar (g g^{-1}). Sendo a viabilidade, a diferença entre as aves alojadas e as retiradas para o abate, em porcentagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados no experimento e as respostas produtivas avaliadas estão na Tabela 1. De acordo com o Suplemento de desempenho e nutrição para frangos de corte (COBB-VANTRESS, 2015), a conversão alimentar cumulativa para frangos de corte machos aos 42 dias de vida é em torno de 1,667 g g^{-1}.

Neste estudo, o valor médio de conversão alimentar encontrado para cada sistema avaliado foi de 1,49 g g^{-1} para o sistema *dark house*, 1,68 g g^{-1} para o sistema convencional e 1,52 g g^{-1} para o sistema de pressão negativa. Nowicki et al. (2011) avaliando o sistema *dark house* e o convencional, encontrou resultado para conversão alimentar, com média de 1,740 para aviários *dark house* e 1,830 para os aviários convencionais.

Tabela 1. Valores médios observados experimentalmente.

Sistemas de produção comercial	Lotes	CR (g)	GP (g)	CA (g g^{-1})	IEP
Dark house	**1**	132,01	3137	1,61	333
	2	116,92	2807	1,47	387
	3	108,72	2528	1,51	383
	4	111,54	2546	1,49	392
	5	124,54	3018	1,44	400
	6	116,11	2820	1,45	406
Convencional	**1**	112,98	2422	1,90	268
	2	109,14	2417	1,75	300
	3	109,42	2469	1,70	214
	4	119,21	2985	1,55	347
	5	118,87	2818	1,70	314
	6	116,45	2815	1,58	352
Pressão negativa	**1**	119,32	2730	1,65	328
	2	100,59	2113	1,68	325
	3	121,40	3081	1,46	370
	4	114,72	2829	1,46	393
	5	114,28	2888	1,45	383
	6	112,89	2827	1,44	404

Legenda: CR – consumo de ração, GP – ganho de peso, CA – conversão alimentar e IEP – índice de eficiência produtiva.

Os desempenhos produtivos dos frangos de corte criados nos sistemas *dark house* e pressão negativa estão próximos dos valores esperados para a linhagem (COBB-

VANTRESS, 2015) e para o sistema convencional é ligeiramente superior (1,68). Entre eles, o mais eficiente com relação à conversão alimentar foi o *dark house,* seguido pelo sistema de pressão negativa e por último o sistema convencional, resultado que reflete os diferentes níveis de controle do sistema. Deve-se levar em consideração que menores valores de CA representam economia de ração para produzir um kg de carne, lembrando que o sistema *dark house* apresenta maior densidade populacional, sendo então o mais produtivo.

Esse resultado também pode ser explicado pela eficiência de aquecimento e isolamento encontrados nesse sistema *dark house*, também observados pelos autores Oliveira et al. (2000) e Carvalho et al. (2011), que afirmam que quanto maior isolamento térmico, os animais aproveitam melhor a energia e os nutrientes das rações, consequentemente apresentam uma melhor conversão alimentar.

O sistema *dark house* tornou-se uma tendência, mesmo apresentando um custo na construção superior a do convencional, porém é compensado em termos de produtividade, pois permite a condução de lotes com iluminação controlada, maior densidade de aves por m², apresentando melhor convenção alimentar (CA) e melhor retorno financeiro ao produtor (GALLO, 2009).

Carvalho et al. (2009) avaliaram o desempenho de frangos em um sistema de ventilação em modo túnel, com pressão negativa, com diferentes sistemas de resfriamento evaporativo e encontraram valores médios simulados de 133,8 a 134,6 g d^{-1} para o CR, 72,7 a 73,5 g d^{-1} para GP e 1,86 a 1,88 g g^{-1} para CA. O uso desse sistema, associado a um sistema de nebulização, proporcionou melhores condições de conforto às aves, para as horas mais quentes do dia.

Carvalho et al. (2011) afirmam que os sistemas de ventilação mínima utilizado no galpão convencional, são os mais eficientes em termos de renovação do ar, o que resulta em uma melhor qualidade do ar para as condições iniciais de alojamento de aves.

A partir dessa premissa, é necessário contrabalancear as vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de sistemas de produção do setor avícola, sendo fundamental para que o produtor escolha o melhor sistema de criação de aves para aplicar na sua produção.

CONCLUSÃO

O sistema *dark house* demonstrou-se superior ao sistema convencional e túnel com pressão negativa em todos os fatores avaliados. Diante do exposto, o setor ganha

uma ferramenta importante na produção de frango, apesar do custo superior, atende melhor os resultados zootécnicos esperados em ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam os seus agradecimentos à FAPEMIG, à CAPES, ao CNPq e à EMBRAPA Suínos e Aves pelo apoio a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G. DE; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; HASSEMER, M. J.; TOMAZELLI, I. L. Medidas morfológicas em função do peso e da idade da ave, por meio de imagens. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.7, p.795-801, 2012.

ALBRIGHT, L. D. Environment control for animals and plants. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers Michigan. 453p, 1990.

ALMEIDA, E. A.; PASSINI, R. Conforto térmico em modelos reduzidos de casas de frangos de corte, sob diferentes tipos de materiais de cobertura. Engenharia Agrícola, v.33, n.1, p.19-27, 2013.

BARACHO, M. S.; CASSIANO, J. A.; NÄÄS, I. A.; TONON, G. S.; GARCIA, R. G.; ROYER, A. F. B.; SANTANA, M. R. Ambiente interno em galpões de frango de corte com cama nova e reutilizada. Agrarian, v.6, n.22, p.473-478, 2013.

BOIAGO, M. M.; BARBA, H.; SOUZA, P. A.; SCATOLINI, A. M.; FERRARI, F. B.; GIAMPIETRO-GANECO, A. Desempenho de frangos de corte, alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.65, n.1, p.241-247, 2013.

CAMPOS, A. T.; CASTRO, J. O.; SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; PIRES, M. F. Á.; MATTIOLI, C. C. Prediction of free-stall occupancy rate in dairy cattle barns through fuzzy sets. Engenharia Agrícola, v.33, n.6, p.1079-1089, 2013a.

CAMPOS, A. T.; KLOSOWSKI, E. S.; SOUSA, F. A.; PONCIANO, P. F.; NAVARINI, F. C.; YANAGI JUNIOR, T. Eficiência de sistema de aquecimento auxiliar para aviários, com base nos índices de conforto térmico. Bioscience Journal, v.29, n.3, p.703-711, 2013b.

CARVALHO, V. F.; YANAGI JUNIOR, T.; FERREIRA, L.; DAMASCENO, F. A.; & SILVA, MARIANO P. Zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo no sudeste brasileiro. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v.13, n.3, p.358-366, 2009.

CARVALHO, C. C. S.; SOUZA, C. F.; TINOCO, I. F. F.; VIEIRA, M. F. A.; MINETTE, L. J.Segurança, saúde e ergonomia de trabalhadores em galpões de frangos de corte equipados com
diferentes sistemas de abastecimento de ração. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 31, n.3, p.438-
447, 2011.

COBB. Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte: Cobb-Vantress USA. 2015. 14 p. Disponível em: <http://www.cobb-vantress.com/ languages/guidefiles/fa217990-20c9-4ab1-a54e-3bd02d974594_pt.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2016.

GALLO, B.B. Dark House: manejo x desempenho frente ao sistema tradicional. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 10, 2009, Chapecó, SC. Anais do X Simpósio Brasil Sul de Avicultura e I Brasil Sul Poultry Fair. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2009, 140p.

JULIO, Y. F. H.; YANAGI JUNIOR, T.; PIRES, M. F. A.; LOPES, M. A.; LIMA, R. R. . Fuzzy system to predict physiological responses of Holstein cows in southeastern Brazil. Revista Colombiana de Ciências Pecuárias, v. 28, n.1, p. 42-53, 2015.

LARA, L. J.; ROSTAGNO, M. H. Impacto do estresse térmico sobre a produção de aves. Animals, v.3, n.2, p.356-369, 2013.

MIRZAEE-GHALEHV, E.; OMID, M.; KEYHANI, A.; DALVAND, M. J. Comparison of fuzzy and on/off controllers for winter season indoor climate management in a model poultry house. Computers and Electronics in Agriculture, v.110, p.187-195, 2015.

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; BARACHO, M. S.; PEREIRA, D. F.; NEVES, D. P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.6, p.658–663, 2014.

NOWICKI, R.; BUTZGE, E.; OTUTUMI, L. K.; PIAU-JÚNIOR, R.; ALBERTON, L. R.; MERLINI, L.S.; MENDES, T. C.; DALBERTO, J. L.; GERÔNIMO, E.; CAETANO, I. C. S. Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, v.14, n.1, p.25-28, 2011.

OLIVEIRA, J.E.; SAKOMURA, N.K.; FIGUEIREDO, N. et al. Efeito do isolamento térmico do telhado sobre o desempenho de frangos de corte alojados em diferentes densidades. Rev. Bras. Zootec., v.29, p.1427-1434, 2000.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology Earth System Sciences, v.11, p.1633-1644, 2007.

ANTOS, G. B.; SOUSA, I. F.; BRITO, C. O.; SANTOS, V. S.; BARBOSA, R. J.; SOARES, C. Estudo biológico das regiões litorâneas, agreste e semiárida do estado de Sergipe para a avicultura de corte e postura. Ciência Rural, v.44, n.1, p.123-128, 2014.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; REIS, G. M.; ABREU, L. H. P.; CAMPOS, A. T.; CASTRO, J. O. Modelagem fuzzy aplicada na avaliação do desempenho de frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.2, p.140-146, 2015.

TINÔCO, I. F. F.; SOUZA, C. F.; BAÊTA, F. C.; COELHO, D. J. R.; MENDES, M. A. S. A. Ambiencia e instalações na avicultura de postura brasileira: avanços e perspectivas. Animal Busineess Brasil, v.4, n.14, p.6-9, 2014.

XIANG-JIE, N. Research on the temperature control algorithm of the poultry farm. Applied Mechanics and Materials, v.602, p.1206-1209, 2014.

ZARE MEHRJERDI, M. R.; ZIAABADI, M.; AYATOLLAHI MEHRGARDI, A.; DAYANI, O. Comparison of fuzzy and on/off controllers for winter season indoor climate management in a model poultry house. Journal of Livestock Science and Technologies, v.3, n.1, p.34-40, 2015.

BIOGÁS E ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA: POTENCIAL DE PRODUÇÃO NA REGIÃO NORTE DO BRASIL

Leonardo França da Silva[1], Djesihre Nathalie Rippel[2], Irene Menegali[3], [4]Fernando Lima Caneppele,[5] Leonardo Barros de Pinto

[1]Mestrando em Agronomia da Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP. leonardofrança@gmail.com,
[2] Mestranda em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte -MG. djesirippel@hotmail.com,
[3]Professora Associada da Universidade Federal de Minas Gerais, ICA-UFMG, Montes Claros imenegali@yahoo.com.br,
[4]Professor da Universidade Estado de São Paulo campus, Pirassununga –SP, caneppele@usp.br,
[5] Professor da Universidade Estadual Paulista campus Botucatu, leobarros@fca.unesp

RESUMO

Fontes renováveis de energia são consideradas atrativas pelos benefícios ambientais, sociais e econômicos envolvidos. Sendo assim, a elaboração de fontes alternativas de suprimento energético em menores escalas são fundamentais para o desenvolvimento sustentável do Brasil. Objetivou-se neste estudo, quantificar por meio de dados quantitativos o potencial de geração de energia utilizando o biogás oriundo dos dejetos produzidos por suínos na região Norte do Brasil. Levando em consideração o número de cabeças abatidas nesta referida região no ano de 2016. Os resultados demostraram que esta região tem o potencial de produção de biogás de 48.430,60 m^3d^{-1}, o que equivale 69.255,75 kWh de energia elétrica , teria o potencial de produção de 26.636,83 L de gasolina e 72.645,9 m^3 de gás de cozinha.
Palavras-chave: dejetos suínos; resíduos; geração de biogás.

INTRODUÇÃO

Entre os principais produtores mundiais de carne suína, o Brasil possui uma vocação notável entre as cadeias produtivas, ocupando o quarto lugar no rank mundial, com produção de 3.758 mil toneladas no último levantamento realizado, em 2017, pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2018).

Ainda no mesmo relatório, é possível notar que houve um aumento na eficiência da atividade quando analisado o período de 2013 a 2017, o qual apresentou uma redução de 124.804 no número total de matrizes industriais alojadas registradas no período e um aumento de 0,34 milhões de toneladas de carne produzida. O consumo *per capita* atual é de 14,7 kg/habitantes (ABPA, 2018).

O crescente destaque da atividade suinícola do país, frente ao mercado internacional, deve-se primariamente a elementos como: clima tropical, topografia plana, mão-de-obra de baixo custo, aptidão para a produção de milho e soja (SARTOR; SOUZA;

TINOCO, 2004) e somados a estes, o aumento da tecnologia empregada e rigorosos controles de padrão de qualidade da carne produzida, para modelar-se-á as demandas do mercado consumidor, que se apresenta cada vez mais exigente (ABPA, 2018).

No entanto, segundo os autores Queiroz (2003) e Segat *et al.*, (2015) a atividade apresenta como problema a grande quantidade de dejetos gerados durante o ciclo de produção, os quais, podem promover a poluição dos ecossistemas aquáticos e terrestres. Podendo atuar ainda como fontes de propagação de doenças, oferecendo riscos a produção e a população residente nas proximidades.

Para a redução dos impactos da atividade ao meio ambiente, o tratamento dos resíduos gerados torna-se indispensável. As altas concentrações de matéria orgânica presentes nos efluentes suinícola os tornam ideais para a digestão anaeróbica, além deste, os baixos custos para a implantação, manutenção e operação contribui para grande aceitação por parte dos produtores que também se beneficiam com o resultado do tratamento, com a produção de biogás e biofertilizantes (SILVA *et al.*, 2015; DE CASTRO SILVEIRA *et al*., 2018; AMARAL *et al.*, 2015).

O biogás é composto basicamente pelos gases: metano (CH_4) e o dióxido de carbono (CO_2), na proporção, normalmente, de 60 a 70% e 30 a 40% respectivamente (COLDEBELLA *et al.*, 2008).

A capacidade de produção de biogás é influenciada pelos seguintes fatores: 1) Manejo do dejeto como, entre outros, a diluição e o tempo de retenção nas calhas antecedente ao tratamento; 2) Nível tecnológico aplicado, tais como o modelo de biodigestor, a separação de sólidos (AMARAL *et al.*, 2015).

Alguns estudos têm demonstrado a viabilidade da produção de energia elétrica a partir do biogás resultante do tratamento dos resíduos, sendo notado um potencial de substituição total ou parcial da aquisição de energia elétrica de redes de distribuição, hidroelétricas, resultando em diminuição nos custos de produção (AVACI *et al.*, 2013; MARTINS e OLIVEIRA, 2011).

Neste contexto, ressalta –se que a produção de suínos não é expressiva na região norte do Brasil sobretudo, devido principalmente as condições climáticas locais. No entanto, as poucas granjas presentes são em totalidade de pequeno porte, com media aproximada de 200 matrizes por plantel, e caracterizadas 100% como independentes (ABCS, 2016).

 ISBN: 978-85-66836-24-0

Segundo o relatório anual da ABPA (2018), com números referentes ao ano de 2017, na região foram registrados apenas 0,10% de abates total do país, concentrados unicamente no estado do Acre.

Por estes fatores e levando em consideração que as fontes renováveis de energia são consideradas atrativas pelos diversos benefícios gerados como a exemplo os ambientais, sociais e econômicos. Partindo de tal exposto, a elaboração de fontes alternativas de suprimento energético em menores escalas são fundamentais para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

Com base nessas considerações, objetivou-se com o presente trabalho quantificar o potencial de geração de energia elétrica, utilizando-se o biogás oriundo dos dejetos produzidos pelos suínos na região Norte do Brasil, considerando o número de cabeças abatidas no ano de 2016, últimos dados divulgados pelo IBGE (2017).

MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução deste estudo, foram utilizados os registros de abates de suínos na Região Norte do Brasil, provenientes da base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) referentes ao ano de 2016.

A pesquisa teve caráter exploratório, com objetivo de fazer o levantamento total da quantidade de suínos abatidos, por meio do somatório destes, registrados nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, no ano de 2016 e confrontar este valor com o potencial de produção de biogás para a região.

O potencial de geração de energia a partir do biogás de dejetos de suínos para a região Norte do país foi realizada por cálculos de conversão da produção de suínos, através de cálculos de conversão de dejetos para biogás, e cálculos de conversão de biogás para equivalência energética.

De acordo com os dados fornecidos pelo IBGE (2017), em 2016 foram abatidos o total de 39.950.320 suínos no país. Para calcular a quantidade de dejetos gerados na região Norte do Brasil, utilizou-se a equação estabelecida pelo normativo número 41, da Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA, 2008) a qual estabelece que para suínos em fase de crescimento ou terminação a produção de dejetos pode ser obtida pela equação 1:

Produção de dejetos (m^3/dia) = Números de suínos (cabeças)* 0,007 (Equação 1)

Serafim e Guimarães Filho (2011), em seus estudos sobre o reaproveitamento dos dejetos suínos, enfatizam que cada m^3 de biogás produzidos por dejetos de suínos ou de biomassa gerada pode produzir de 0,35 a 0,60 m^3, sendo sua amplitude dependente da diluição dos dejetos. Afim de se obter resultados mais precisos em relação à metodologia utilizada neste estudo, optou-se em utilizar o valor de 0,48m^3 de Biogás/ m^3 de dejetos (valor mediano das variáveis).

O cálculo referente ao o potencial de produção e dado pela relação entre equivalência energética (m^3) e potencial de geração de biogás, conforme a equação 2.

Potencial de produção = Equivalência energética * Potencial de geração (2)

Em seguida, foi feita a conversão também do potencial de produção de eletricidade, gasolina, gás de cozinha, e álcool, equivalentes ao biogás produzido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para a produção de dejetos bem como a geração de biogás a partir dos mesmos, para a região em estudo, assim como o total do para o país, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Potencial de produção de biogás total (no país) e para a Região Norte do Brasil

	Total de cabeça de Suínos abatida	**Produção de Dejetos (m^3/ano)**	**Potencial de Geração de Biogás (m^3d^{-1})**
Brasil (total)	39.950.320	2.796.522,24	1.342.330,75
Região Norte	1.441.387	100.897,10	48.430,60

Fonte dos dados: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2017).

A partir dos resultados encontrados relacionou-se estes os dados de equivalência energética, fornecida pela Associação Paranaense dos Suinocultores (APS, 2010) que

preconiza que 1m^3 de biogás tem a equivalência energética a outras fontes apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Equivalência energética entre biogás (1m^3) e outras fontes

Item	Equivalência Energética
Eletricidade	1,43 KWh
Gasolina	0,52 a 6 L
Gás de cozinha	1,5 m^3
Álcool	0,9 L
Lenha (madeira queimada)	2,7

Fonte dos dados: Associação Paranaense dos Suinocultores, (APS, 2010).

Em seguida, foi feita a conversão também do potencial de produção de eletricidade, gasolina, gás de cozinha, e álcool, equivalentes ao biogás produzido.

Buscando a melhor compreensão dos resultados, optou-se, neste estudo, em apresentar os dados referentes ao potencial de geração do biogás e consequente potencial de produção para a Região Norte do país.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados da quantidade de energia que poderia ser gerada na região Norte do Brasil considerando o volume (m^3) de biogás potencialmente produzido.

Tabela 3. Quantidade de energia que poderia ser gerada na região Norte do Brasil, considerando o volume (m^3) de biogás

Região	Item	Equivalência Energética	Potencial Produção
Norte	Eletricidade	1,43 kWh	69.255,75 kWh
	Gasolina	0,52 a 0,6 L	26.636,83 L
	Gás de cozinha	1,5m^3	72.645,9 m^3
	Álcool	0,9 L	43.587,54 L

Fonte dos dados: Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2017).

O potencial de produção de energia na região Norte do Brasil, levando em consideração um consumo médio de 157 kWh por residência mensal, conforme o estabelecido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Energética (EPE, 2018), na resenha mensal de janeiro de 2018, pode-se dizer, que em média, 441 residências poderiam ser atendidas anualmente a partir de energia gerada do biogás das suinoculturas.

Ressalta-se, que os empreendimentos atualmente geradores de energia elétrica, possuem uma capacidade instalada de 2.099 kWh, conforme o estabelecido pela ANEEL (2018).

A produção de biogás na Região Norte do Brasil possui um expressivo potencial de contribuição para este panorama, com capacidade 69.255,75 kWh de energia. No item gasolina, considerando 0,55 L para os cálculos de equivalência energética e também que um carro popular e econômico faz em média 14 Km/L de gasolina, é possível que o com potencial de produção de biogás convertido em gasolina este possa rodar em média cerca de 1.902,6 km. Já para um veículo movido ao álcool, considerando que o mesmo faça em média 12 km/L de álcool, é possível gerar cerca 3.632 km com o potencial de produção do biogás.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que geração de energia a partir dos resíduos provenientes da suinocultura na região Norte do Brasil apresenta-se como uma alternativa viável em substituição a eletricidade, gás de cozinha, gasolina e álcool para os produtores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2018**. Disponível em: http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura>. Acesso em: 3 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, 2018. Boletim gerencial Disponível em:<http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14854008/Boletim+de+Informa%C3%A7%C3%B5es+Gerenciais+1%C2%BA+trimestre+de+2017/798691d2-990b-3b36-1833-c3e8c9861c21>**.** Acesso em: 06 abr. 2018.

AMARAL, A. C. KUNZ, A., STEINMETZ, R. L. R., TÁPPARO, D., GASPARETO, T., DIAS, J. R., ... & BASSO, B. T. Produção de biogás em uma Unidade Produtora de Desmame (UPD): Influência do modelo de biodigestor. In: **Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL, 3., 2015, Chapecó. Anais... Chapecó: UDESC, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. **Mapeamento da Suinocultura Brasileira/Mapping of Brazilian Pork Chain**. Serviço Brasileiro de

Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Brasília, DF, 2016. 376p.:il.; color. Disponível em: http://www.abcs.org.br/images/-01_mapeamento_completo_bloq.pdf. Acesso 5 out. 2018.:

ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DOS SUINOCULTORES - APS. **A Energia gerada pela suinocultura.** Paraná, 2010. Disponível em: <http://www.aps.org.br/noticias/1-timas/357-a-energia-gerada-pelasuinocultura-.html>. Acesso em: 09 abr. 2018.

AVACI, A. B.; SOUZA, S. M. de; CHAVES, L. I.; NOGUEIRA, C. E. C.; NIEDZIALKOSKI, R. K.; SECCO, D. Avaliação econômico-financeira da microgeração de energia elétrica proveniente de biogás da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.4, p.456–462, abr. 2013.

COLDEBELLA, A.; SOUZA, S. N. M. de; FERRI, P.; KOLLING, E. M. Viabilidade da geração de energia elétrica através de um motor gerador utilizando biogás da suinocultura. **Informe GEPEC**, Toledo, v.12, n.2, p.44-55, 2008.

DE CASTRO SILVEIRA, S., MUNIZ, J. A., SOUSA, F. A., & CAMPOS, A. T. 2018. Modelos não lineares ajustados à produção acumulada de biogás provenientes de camas sobrepostas de suínos. **Revista Agrogeoambiental**, v.10,n.3, p 91-103.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica - Janeiro de 2018:** 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-153/topico-351/Resenha%20Mensal%20-%20Janeiro%202018_vf.pdf>. Acesso em: 06 out. 2018.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE – FATMA. Instrução Normativa Número 41-Suinocultura Termo Ajustamento de condutas – TAC., Florianópolis – Santa Catarina, 2008. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/site_antigo/downloads/images/stories/Instrucao%20Normativa/IN%2041/in_41.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Estatistica da Producao Pecuaria. 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=72380&view=detalhes>. Acesso em: 21 abril. 2018.

MARTINS, F. M.; OLIVEIRA, P. A. V. de. Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 477- 486, jun. 2011.

QUEIROZ, S.C. **Modelagem da produção acumulada de biogás em biodigestores tipo batelada segundo a porcentagem de inóculo adicionado utilizando os modelos de regressão não-linear de Gompertz e exponencial.** 2003. 112f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

RITTER, C. M.; SANTOS, F. R.; CURTI. S.; Potencial de produção de biogás com dejetos da suinocultura: sustentabilidade e alternativa energética em Santa Catarina. **Tópos**. V.7, Nº 1, p. 32 – 40, 2013.

SARTOR, V.; SOUZA, C. F.; TINOCO, I. F. F. Informações básicas para projetos de construções rurais. **Instalações para suínos**. 2004.

SEGAT, J. C. et al. Ecotoxicological evaluation of swine manure disposal on tropical soils in Brazil. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 122, p. 91-97, 2015.

SERAFIM, G.B.; FILHO, L. P. G. Estudo sobre o reaproveitamento dos dejetos suínos na Bacia do Rio Sangão. In: **Encontro de Economia Catarinense**, V,2011, Florianópolis.

SILVA, F. F. M.; BERTINI, L. M.; ALVES, L. A.; BARBOSA, P. T.; Moura, L. F.; MACÊDO, C. S. 2015. Implicações e possibilidades para o ensino a partir da construção de biodigestor no IFRN – Campus Apodi. **Holos**, v 6, 315-327.

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE OVINOS SOINGA E SANTA INÊS EM CONFINAMENTO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Fabíola Franklin de Medeiros[1], Fábio Santos do Nascimento[2], Matheus Freitas de Souza[3], Luiz Henrique de Souza Rodrigues[4], Bonifácio Benicio de Souza[5], Luanna Figueirêdo Batista[6], Nayanne Lopes Batista Dantas[7], Mirella Almeida da Silva[8]

[1,2,3,4,5,6,7,8] Universidade Federal de Campina Grande, Patos - PB. vet.fabiolafranklin@gmail.com, fabiosantos.br@hotmail.com, freitasmatheus22@gmail.com, luiz.veterinaria@gmail.com, bonif@cstr.ufcg.edu.br, luiz.veterinaria@gmail.com_luanna_151@hotmail.com_nayanne.lb@gmail.com mirella.eng.agro@hotmail.com

RESUMO - Essa pesquisa teve como objetivo avaliar as respostas adaptativas (temperatura superficial, temperatura retal, frequência respiratória) de ovinos Soinga em comparação com a Santa Inês no confinamento no semiárido brasileiro. Foram utilizados 24 ovinos, machos, não castrados, Santa Inês e Soinga, 12 por grupo genético em confinamento, em fatorial 2 x 2 com observações repetidas no tempo, sendo dois grupos genéticos (Santa Inês e Soinga) e duas dietas volumoso: concentrado (50:50 e 70:30), mesmo quando os índices climáticos estavam acima da condição de conforto térmico. Os ovinos Soinga em fase de crescimento em confinamento apresentaram-se fisiologicamente adaptados semelhante ao Santa Inês ao clima do semiárido brasileiro. Os animais conseguiram dissipar o calor produzido quando a dieta foi a base de 50% de concentrado pela forma sensível. O ambiente de confinamento na região semiárida necessita de um sistema de resfriamento no período da tarde para proporcionar conforto térmico e maior produtividade dos animais.
Palavras-chave: bem-estar animal, ovinocultura, termorregulação, resistência térmica.

INTRODUÇÃO

A ovinocultura está amplamente distribuída pela as regiões do país, onde fatores climáticos afetam os animais diminuindo assim a produtividade, em consequência dos animais estarem fora da zona de conforto térmico. O organismo animal gasta energia através dos mecanismos fisiológicos para esfriar ou aquecer o corpo, sendo que parte desta energia formada será translocada para os mecanismos fisiológicos, em detrimento da energia necessária para o crescimento e desenvolvimento (SANTOS et al., 2012).

O Nordeste do Brasil dispõe de uma produção de várias raças ovinas deslanadas, entre elas, as raças Morada Nova e Santa Inês, que se destacam por serem animais adaptados ao clima tropical da região devido a sua alta rusticidade (LOPES JÚNIOR et al., 2014).

Além dessas, podemos citar as raças Somalis, Rabo Largo, Cariri e a Soinga um grupo genético de ovinos que tem o estado do Rio Grande do Norte como o maior criador.

Segundo o criador e estudioso o médico veterinário Sr. José Paz de Melo que originou o Soinga, esse grupo genético foi desenvolvido desde o ano de 1988, oriundo do cruzamento de três raças (Tri-cross): Bergamácia (oriunda da Itália), Morada Nova (oriunda do nordeste do Brasil) e a Somalis Brasileira (Oriunda da África do Sul). Há relatos de produtores que os ovinos Soinga apresentam boa habilidade materna, cuida de forma satisfatória de até duas crias por vez e são capazes de suportar ás intempéries do semiárido (MEDEIROS et al., 2017).

Diante do exposto o conhecimento sobre a raça Soinga pode ser uma alternativa para aumentar a sustentabilidade da ovinocultura no semiárido brasileiro, porém ainda não existem pesquisas cientificas publicadas sobre a adaptabilidade desses animais, dessa forma torna-se necessário o estudo do desempenho produtivo e adaptabilidade desse grupo genético. Dessa forma, essa pesquisa teve como objetivo avaliar as respostas adaptativas (temperatura superficial, temperatura retal, frequência respiratória) de ovinos Soinga em comparação com a Santa Inês no confinamento no semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no setor de ovinocultura da Fazenda Experimental do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da UFCG, em Patos - PB. Foram utilizados 24 ovinos, machos, não castrados, Santa Inês e Soinga, 12 por grupo genético em confinamento, com aproximadamente 150 dias de idade, com peso vivo inicial médio de 20 kg. Os animais foram distribuídos em baias individuais de 1,0 m^2, contendo comedouro, saleiro e bebedouro, foi utilizado dois ensaios experimentais, um para cada grupo genético a ser utilizado.

Antes do início do experimento todos os animais receberam tratamento anti-helmíntico e vacinação contra clostridioses. O experimento durou 15 dias de adaptação e 45 dias de período experimental, totalizando 60 dias. Sendo oferecido duas dietas volumoso: concentrado (50:50 e 70:30), fornecida duas vezes ao dia ás 8:00 e 16:00h, ajustadas para um ganho de peso médio de 200 g/dia de acordo com o NRC (2007).

Tabela 1. Proporção de ingredientes e composição química (%MS) das rações experimentais de acordo com níveis de inclusão da silagem de sorgo.

Ingredientes	**Níveis de inclusão (%)**	
	50	**70**
Silagem de Sorgo	50,0	70,0
Farelo de Soja	23,1	25,0
Milho Moído	25,2	4,0
Mistura Mineral	1,0	0,5
Calcário Calcitrico	0,2	0,0
Composição Química da dieta (%)		
MS	91,6	92,8
PB	16,4	16,5
FDN	36,3	45,7
FDA	23,4	30,6
EE	5,1	5,2
NDT	67,4	61,7

As variáveis ambientais temperatura do ar (TAr), umidade relativa (UR) e temperatura de globo negro (Tgn), foram obtidas através de um datalogger tipo HOBO com cabo externo acoplado ao globo negro, e instalado no local de abrigo dos animais. O equipamento é um dispositivo eletrônico que registra os dados ao longo do tempo e funciona como uma estação meteorológica automática. O datalogger foi programado, através de seu software, para registrar os dados a cada hora, durante 24 horas e durante todos os dias de experimento, sendo que foram utilizados para análise estatística os dados ambientais das 8 horas para o turno manhã e 15 horas para o turno da tarde. Com os dados ambientais obtidos foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU). O ITGU foi calculado de acordo com a fórmula: Tgn + 0,36* Tpo + 41,5, onde Tgn é a temperatura do globo negro e Tpo: Temperatura do ponto de orvalho (BUFFINGTON et al., 1981).

Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS), que foram aferidos nos turnos da manhã e tarde nos horários de 08:00 e 15:00 horas uma vez por semana. Para obtenção da temperatura retal (TR) utilizou-se um termômetro clínico modelo digital com escala de 32 a 43,9 ºC, o qual foi introduzido no reto do animal de forma que o bulbo ficasse em contato com a mucosa, permanecendo por um período até que emitisse um sinal sonoro, indicando a estabilização da temperatura.

A frequência respiratória foi medida por meio da auscultação indireta das bulhas, com o auxílio de um estetoscópio flexível colocado ao nível da região torácica, contando-se o número de movimentos respiratórios em 15 segundos, e então multiplicando-se este valor por 4, obtendo-se assim o número de movimentos respiratórios por minuto.

A temperatura superficial (TS) de cada animal foi obtida através uma câmera termográfica de infravermelho modelo (Fluke Ti 25) com calibração automática, quando os animais permaneceram imóveis, sem qualquer restrição e com pouca manipulação, evitando causar possível estresse nos mesmos. Foram realizadas imagens do lado direito de cada animal. Posteriormente os termogramas foram analisados pelo software Smartview versão 3.1, através do qual foram obtidas temperaturas médias das regiões em estudo (tronco, pescoço, cabeça e membros), considerando-se a emissividade de 0,98.

Este trabalho foi submetido ao comitê de ética pertencente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Em cumprimento à lei n° - 11.794/08.

O delineamento experimental utilizado foi (DBC), em fatorial 2 x 2 com observações repetidas no tempo, sendo dois grupos genéticos (Santa Inês e Soinga) e duas dietas volumoso: concentrado (50:50 e 70:30), e 2 horários distintos:08:00 horas e 15:00 horas, com 6 repetições repetido no tempo, os dados foram submetidos às análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SAEG, versão 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para ovinos deslanados adultos a zona de conforto térmico (ZCT) é ótima para temperaturas entre 20 e 30°C, com umidade relativa entre 50 e 80%, sendo considerada crítica quando a temperatura é superior a 34° C (BAÊTA e SOUZA, 1997).

Segundo Santos et al. (2004) os valores de ITGU acima de 79 indicam ambiente perigoso para ovinos Santa Inês, Morada Nova e seus mestiços nas condições de clima semiárido. Souza (2010) relata que um valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para ovinos. Portanto, os valores de ITGU registrados demonstram que no turno da tarde (Tabela 2) pode ser considerado de estresse médio a perigoso.

Tabela 2. Médias da temperatura ambiente (TAr °C), umidade relativa do ar (UR%), temperatura de globo negro (TGN), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) nos horários experimentais.

TURNO	TA (°C)	UR (%)	TGN	ITGU
Manhã	28,94	53,34	29,31	77,55
Tarde	36,92	29,43	36,80	84,12

Os valores médios dos parâmetros fisiológicos (TS, FR, TR, TR-TS) foram semelhantes (P>0,05) para os grupos genéticos, havendo diferença (P<0,05) na avaliação FR, TR e TS, nos turnos e dieta, mas não sobre a TS na dieta, contudo, todos os valores estão dentro da faixa de normalidade para a espécie, exceto para a FR no turno da tarde (Tabela 3).

Tabela 3. Médias da temperatura retal (TR), superficial (TS) frequência respiratória (FR) e gradientes térmicos (TR – TS), em função do turno, dieta e grupo genético.

VARIAVEL	TR (º C)	TS (°C)	TR-TS	FR (mov/min)
DIETA 1	39,08± 0,31A	37,87±1,29A	1,0340±1,1939A	92,25±39,90A
DIETA 2	38,92± 0,35B	37,96±1,43A	0,4791±2,3748A	81,38±33,19A
RAÇA 1	38,95±0,36A	39,79± 0,27A	0,8479±2,5449A	91,66±37,61A
RAÇA 2	39,04±0,31A	39,70± 0,27A	0,6652±0,6652A	81,96±35,94A
MANHÃ	38,75±0,25B	36,65± 0,33B	2,0951±0,3704A	56,17±12,31B
TARDE	39,25±0,21A	39,28± 0,19A	0,5819±1,8302B	117,45±25,39A

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença (P<0,05) pelo Teste de Tukey.

A temperatura retal dos cordeiros sofreu influência da dieta apresentando-se mais elevada quando os animais estavam recebendo o maior nível de suplementação, porém não houve alteração na TS e FR (P>0,05).

Neiva et al. (2004), avaliando ovinos Santa Inês mantidos em confinamento submetidos a duas dietas com duas relações concentrado: volumoso (70:30 e 30:70) verificaram que animais que recebiam alta proporção de concentrado (70:30) apresentaram aumento na frequência respiratória e na temperatura retal, diferentemente dessa pesquisa que não encontrou aumento na FR, isso pode ser explicado porque o nível de concentrado/volumoso (50:50) foi menor do que a relação utilizada por esses autores.

No entanto a temperatura retal dos cordeiros sofreu influência climática, sendo maior (P<0,05) durante o período da tarde (39,25ºC). O aumento na TR significa que o

animal está estocando calor e ocorre o estresse calórico não havendo dissipação, fato esse que pode ser confirmado pelo aumento da FR e da TS e diminuição do gradiente TR-TS. Porém, segundo Robertshaw (2006), observa-se que a pesar da elevação os valores de TR ficaram dentro do intervalo de normalidade para ovinos (38,3ºC a 39,9ºC), sugerindo que esses animais conseguiram dissipar o calor pela forma respiratória.

Selanokove (2000) afirma que a taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor em ruminantes, em que uma FR de 40 – 60, 60 – 80 e 80 - 120 mov.min-^{1} caracterizam, respectivamente, estresse baixo, médio a alto e alto e acima de 200 mov.min^{-1} o estresse seria classificado como severo para ovinos.

Dessa forma os cordeiros nessa pesquisa no período da tarde estavam submetidos a um estresse térmico alto não sendo capazes de dissipar da forma sensível, condizente com o ITGU (84,12), utilizando a forma insensível evaporativa com êxito já que a TR se manteve dentro da normalidade.

CONCLUSÃO

Ovinos Soinga em fase de crescimento em confinamento apresentaram-se fisiologicamente adaptados semelhante ao Santa Inês ao clima do semiárido brasileiro, mesmo quando os índices climáticos estão acima da condição de conforto térmico. Os animais conseguiram dissipar o calor produzido quando a dieta foi a base de 50% de concentrado pela forma insensível. O ambiente de confinamento na região semiárida necessita de um sistema de resfriamento no período da tarde para proporcionar melhor conforto térmico e maior produtividade dos animais.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pelas bolsas de estudo concedidas e ao grupo de Estudos em Bioclimatologia e Bem-estar Animal (NUBS), da UFCG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais – conforto animal. Viçosa: UFV, 1997. p.246.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J.; Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-14, 1981.

LOPES JÚNIOR, E.S; MIRANDA, M.S, SILVA, A.A.A. Múltipla ovulação e transferência de embriões em ovinos. Acta Veterinaria Brasilica, v.8, Supl. 2, p. 351-360, 2014.

MEDEIROS, F.F.; SOUZA, F.F.; PIRES, J.P.D.S.; NASCIMENTO, F. S. D.; SOUZA, B.B. Soinga: uma nova raça para produzir no semiárido. In: II congresso internacional da diversidade do semiárido. 1., 2017, Campina Grande. *Anais*... Campina Grande: REALIZE, 2017, p. 1-4.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrients Requirements of Small Ruminants. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.

NEIVA, J.N.M.; TEXEIRA, M.; TURCO, S.H. OLIVEIRA, S.M.P.; MOURA, A.A.A.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região Litorânea do Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

ROBERTSHAW, D. Regulação da temperatura e o ambiente térmico. In: REECE, W.O. Dukes Fisiologia dos animais domésticos. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p.897-908.

SANTOS, R.P.; JUNIOR, G.D.L.M.; VAZ, R.G.M.V.; FERREIRA, D.A. Avaliação bioclimatológica em ovinos. PUBVET, Londrina, V. 6, N. 20, Ed. 207, Art. 1382, 2012.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livestock Production Science, [S.l.], v. 67, p. 1-18, 2000.

SANTOS, J.R.S. Avaliação da adaptabilidade de ovinos Santa Inês Morada Nova e seus mestiços com a raça Dorper, ao semi-árido. Patos: UFCG, 2004. 31p.

SOUZA, B.B.D.; SILVA, I.J.D.O.; MELLACE, E.M.; SANTOS, R.F.S.; ZOTTI, C.A.; GARCIA, P.R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. Agropecuária Científica Semi-Árido, v.6, n.2, p.59-65, 2010.

RESISTÊNCIA DO GRUPO GENÉTICO DE OVINOS SOINGA EM COMPARAÇÃO A RAÇA SANTA INÊS NA REGIÃO SEMIÁRIDA

Fabíola Franklin de Medeiros[1], Matheus Freitas de Souza[2], Fábio Santos do Nascimento[3], Luiz Henrique de Souza Rodrigues[4], Bonifácio Benicio de Souza[5], Nágela Maria Henrique Mascarenhas [6], Nayanne Lopes Batista Dantas[7], Antônio Leopoldino Neto[8]

[1,2,3,4,5,6,7,8] Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB..
vet.fabiolafranklin@gmail.com, freitasmatheus22@gmail.com
fabiosantos.br@hotmail.com, luiz.veterinaria@gmail.com, bonif@cstr.ufcg.edu.br,
luiz.veterinaria@gmail.com eng.nagelamaria@gmail.com nayanne.lb@gmail.com
antonioneto-91@hotmail.com

RESUMO - O trabalho teve como objetivo avaliar os índices ambientais nas instalações, respostas fisiológicas, consumo de água e adaptabilidade de ovinos do grupo genético Soinga e da raça Santa Inês, em três horários (13:00 h animais na sombra, 15:00 h após exposição por uma hora a radiação solar e 16:00 h animais a sombra após exposição à radiação solar), no semiárido brasileiro. Os animais foram submetidos a duas composições de volumosos e concentrados (T1-50:50 e T2-70:30), utilizou-se 24 animais, 12 de cada grupo genético. Para as respostas fisiológicas e adaptabilidade foi utilizado um delineamento inteiramente ao acaso fatorial 2 x 2 x 3 (2 grupos genéticos, 2 dietas e 3 horários), para o consumo de água foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 3 (2 grupos genéticos e 3 períodos) com 6 repetições. Os dados foram submetidos às análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Os ovinos Soinga apresentaram menor consumo de água, menores valores médios de temperatura retal, superficial e frequência respiratória, sendo que o índice de tolerância ao calor foi similar entre os grupos genéticos e a composição da ração não afetou as variáveis analisadas. O Soinga apresentou melhores resultados fisiológicos e eficiência no uso da água, portanto maior rusticidade ao estresse ambiental, podendo ser recomendada em regiões de clima quente com menor disponibilidade de água.
Palavras-chave: adaptabilidade, estresse calórico, ovinocultura.

INTRODUÇÃO

A capacidade de um animal em se adaptar a um ambiente está em manter sua temperatura corporal dentro de um padrão fisiológico da espécie, utilizando mecanismos para manter a homeotermia, porém, dependendo da cronicidade, ao utilizar esses mecanismos o animal pode sofrer sérias consequências no seu desempenho, assim ressalta-se a importância de trabalhar com animais que são adaptados as condições semiárida brasileira (FAÇANHA et al., 2013). Os testes de adaptabilidade ou de

tolerância ao calor, que utilizam as variáveis fisiológicas dos animais, podem estimar a adaptabilidade das espécies através da capacidade que os animais homeotérmicos têm em manter sua temperatura corporal (PIRES et al., 2015).

Na busca por animais adaptados que suportem o clima árido sem perdas produtivas, Santa Inês é uma raça de ovinos adaptada as condições do semiárido brasileiro, sendo animais rústicos e precoces (SOUZA et al., 2014). Já o Soinga é um grupo genético de ovinos, conhecido por produtores como a raça para o semiárido, sendo um animal "tricross", resultado de cruzamento entre as raças Bergamacia, Morada Nova Branca e a Somális Brasileira. É um grupo genético que tem como proposta resistência e precocidade, entretanto não há estudos científicos sobre sua adaptabilidade e índices produtivos.

Desta forma o trabalho teve como objetivo avaliar os índices ambientais nas instalações, respostas fisiológicas, consumo de água e adaptabilidade de ovinos do grupo genético Soinga em comparação com a raça Santa Inês submetidos a testes agudos de estresse por calor.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante os meses de outubro a dezembro de 2017, no Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEARIDO), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Patos, na Paraíba - região semiárida nordestina, com latitude 07° 05’ 28’’ S, longitude 37° 16’ 48’’ W, altitude de 250 m, que se caracteriza por apresentar um clima BSh (Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8ºC e umidade relativa de 61% (BRASIL, 1992).

Foram utilizados 24 ovinos machos, não castrados, sendo 12 do grupo genético Soinga e 12 Santa Inês, com peso vivo médio inicial de 20 ± 3 kg e idade média de 5 ±1 meses. Os animais foram identificados, pesados, vermifugados no início do período experimental e confinados em baias cobertas com telha de cerâmica e individuais medindo 0,80 x 1,20 m largura e comprimento com acesso livre aos comedouros e água *ad libitum.* Os animais ficaram no ambiente por 57 dias antes de serem submetidos a três dias de coleta.

Foram testadas duas dietas com relação volumoso: concentrado (T1-50:50 e T2-70:30), composta por silagem de sorgo e concentrado a base milho moído, farelo de soja,

núcleo mineral e calcáreo calcítico. As dietas foram formuladas segundo recomendação da NRC (2007) para cordeiros, objetivando promover um ganho de peso de 200 g/dia sendo esta fornecida 2 vezes ao dia às 08:00 horas da manhã e às 16:00 horas da tarde.

Foi utilizado um data logger, modelo temp/RH/2 ext channels acoplado a um globo negro no interior e outro fora das instalações, para mensurar os dados ambientais, temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR) e temperatura de globo negro (Tgn). Com os resultados foram calculados o índice de temperatura do globo negro e umidade relativa (ITGU) dentro e fora das instalações através da equação ITGU = Tgn + 0,36* Tpo + 41,5 (BUFFINGTON et al., 1981).

As respostas fisiológicas foram mensuradas em três dias consecutivos nos horários de 13:00 horas com os animais na sombra, 15:00 horas após exposição por uma hora a radiação solar direta e 16:00 horas com os animais novamente na sombra uma hora após a exposição a radiação solar. A frequência respiratória foi mensurada pela contagem dos movimentos respiratórios, empregando-se estetoscópio flexível colocado ao nível da região torácica, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos e o valor multiplicado por quatro para obter a frequência respiratória em mov min^{-1}.

A temperatura retal (TR) foi registrada em três horários diários com o auxílio de um termômetro clínico veterinário, modelo digital, com escala até 44°C, introduzido diretamente no reto do animal, com o bulbo junto à mucosa, permanecendo por um período de dois minutos e o resultado expresso em graus celsius. A temperatura superficial (TS) foi mesurada através de fotos termográficas do lado direito dos animais, as áreas analisadas para obter a média da temperatura superficial foram: flanco, dorso, costado, pescoço, olho e canela direita. As fotografias foram feitas por meio de uma câmera termográfica da marca Fluke, modelo (Ti 25) com calibração automática, emissividade de 0,98 e cada termograma gerado foi analisado utilizando-se o software Smartview versão 4.3.

Para avaliação da adaptabilidade foi utilizado o teste de BENEZRA, que segundo Muller (1989), consiste em um teste de adaptabilidade. Para isto utilizou-se a seguinte fórmula para o cálculo do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) = (TR/ 39,5) + (FR por min/25) = 2. Quanto mais próximo de 2 for o resultado, mais adaptado ao calor é o animal, onde TR= temperatura retal em ºC; FR= frequência respiratória, observada em movimentos por minuto. Para a estimativa do consumo de água no bebedouro a água foi pesada antes de ser fornecida uma vez ao dia e as sobras pesadas diariamente. Para estimar a evaporação, baldes com água foram distribuídos em pontos estratégicos no galpão, de

forma que após pesagem, esta perda (evaporação) foi adicionada ao cálculo do consumo médio diário de água por cada animal (L/animal/dia). Foi avaliado o consumo de água por cada animal em três períodos de 3 dias, sendo período I- a média dos 3 antes do estresse, período II- a média dos 3 dias durante o estresse e o período III - a média dos 3 dias após o estresse.

Para os dados fisiológicos, gradientes térmicos e o teste de Benezra (CTC) foi utilizado em um delineamento inteiramente ao acaso no esquema fatorial 2 x 2 x 3 (dois grupos genéticos: Soinga e Santa Inês; duas dietas: dieta 1 – 50:50% volumoso:concentrado e dieta 2 - 70:30% volumoso:concentrado e 3 horários distintos:13:00 horas com os animais na sombra antes do estresse, 15:00 horas com os animais sob estresse expostos ao sol e 16:00 horas com os animais novamente na sombra após o estresse), com 6 repetições no tempo, os dados foram submetidos às análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SAEG, versão 8.0.

Para o consumo de água foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 3 (dois grupos genéticos: Soinga e Santa Inês vs três períodos de 3 dias, sendo período I - a média dos 3 antes do estresse, período II- a média dos 3 dias durante o estresse e o período III - a média dos 3 dias após o estresse.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da TA nos três horários apresentaram-se elevados, sendo a maior média (36,9 °C) registrada às 15:00 horas (Tabela 1). Eustáquio Filho et al. (2011) citam que a temperatura do ambiente de 25 ºC e umidade relativa do ar de 65% são ideais para maximizar a produção e produtividade em ovinos Santa Inês, e animais mantidos em temperaturas acima da zona de conforto térmico podem ter dificuldade em eliminar a carga excessiva de calor. Portanto os valores encontrados ficaram acima do recomendado, deixando os animais expostos a condições de estresse por calor.

Souza (2010) cita que ainda não existe uma tabela com os valores do ITGU para ovinos, no entanto, relata que um valor de ITGU igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para ovinos, os valores de ITGU registrados nessa pesquisa demonstram que no ambiente de sombra e sol podem ser considerados de estresse médio a perigoso.

Tabela 1. Médias da temperatura ambiente (TA °C), umidade relativa do ar (UR%), temperatura de globo negro na sombra (TGN/S1), temperatura do globo negro no sol (TGN/S2), índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra (ITGU/S1) e no sol (ITGU/S2) nos horários experimentais.

	MÉDIA DOS DADOS AMBIENTAIS					
Hora	**TA°C**	**UR%**	**TGN/S1 ºC**	**TGN/S2ºC**	**ITGU/S1**	**ITGU/S2**
13:00	36,2	27,2	36,5	50,5	83,3	97,2
15:00	36,9	24,4	37,2	49,9	83,5	96,2
16:00	36,2	25,9	36,8	42,3	82,6	88,7

A análise estatística não revelou interação entre temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) e coeficiente de tolerância ao calor (CTC) em função do ambiente, grupo genético e dieta (P>0,05), porém, houve efeito significativo (P<0,05) isoladamente para o grupo genético e o ambiente tanto para a temperatura retal como para a frequência respiratória (Tabela 2).

Os ovinos Soinga apresentaram menor temperatura retal (39,03 °C) e menor frequência respiratória (51,64 mov min^{-1}), em comparação com Santa Inês (39,88 °C e 58,25 mov min^{-1}, respectivamente), demonstrando a maior capacidade adaptativa do Soinga às condições de estresse por calor, pois conseguiu dissipar o calor antes que houvesse aumento da temperatura retal acima do preconizado para a espécie.

Silannikove (2000) cita que quando os ruminantes estão sob estresse térmico, a taxa de respiração pode quantificar a severidade do mesmo, em que uma frequência de 40-60 mov.min-1, caracteriza um estresse baixo, 60-80, mov.min^{-1} caracteriza um estresse médio-alto e 80-120 mov.min^{-1}, caracteriza um estresse alto e acima de 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo. Portanto observa-se que os animais estavam submetidos ao estresse baixo a médio quando expostos ao sol no horário das 15:00 (Tabela 2).

Verifica-se que não houve diferença estatística (P>0,05) entre os grupos genéticos no CTC (Tabela 2), porém com relação ao ambiente as médias no ambiente I e III ficaram mais próximo de dois, diferentemente da média do ambiente II, isso pode ser justificado devido ao estresse por calor proporcionado pelo ambiente II.

Quando no ambiente II, ocorreu uma diferença entre o gradiente térmico negativa para o animal que não conseguiu dissipar o calor de forma sensível com o meio e teve que dissipar pela forma evaporativa. O que pode ser justificado pelo aumento na FR dos animais nesse estudo (Tabela 2). Os dois grupos genéticos demonstraram alta adaptação ao clima quente, mesmo com os valores de ITGU fora da condição de conforto.

Tabela 2. Temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) dos ovinos Soinga e Santa Inês em função do ambiente, grupo genético e dieta.

Ambiente		**TR (º C)**	**FR (mov/min)**	**CTC**
I-	Antes do estresse às 13:00 h (sombra)	39,01^{b} ± 0,25	48,40^{b} ± 14,12	3,54^{b}± 0,74
II-	Após o estresse às 15:00 h (sol)	39,60^{a} ± 0,40	73,89^{a} ± 13,37	4,90^{a} ± 0,71
III-	Uma hora após o estresse às 16:00 h (sombra)	39,01^{b} ± 0,69	42,55^{b} ± 14,84	3,24^{b} ± 0,78
Grupo Genético				
Soinga		39,04^{b} ± 0,57	51,65^{b} ± 19,19	3,72^{a} ± 1,01
Santa Inês		39,39^{a} ± 0,48	58,25^{a} ± 19,57	4.07^{a} ±1,03
Dieta				
1 (50:50)		39,16^{a} ± 0,64	57,98^{a} ± 20,27	4.05^{a} ±1,07
2 (70:30)		39,27^{a} ± 0,45	51,92^{a} ± 18,55	3.73^{a} ±0,98
CV (%)		**1,12**	**24,55**	**18,45**

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Com relação ao gradiente entre temperatura retal e temperatura superficial (TR-TS) houve diferença significativa (P<0,05) entre os ambientes e os grupos genéticos (Tabela 3).

Segundo Souza e Batista (2012), quando a temperatura ambiente aumenta, diminui proporcionalmente a perda de calor sensível em virtude do menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e a do ambiente. O gradiente entre a temperatura retal e superficial no ambiente II, exposto ao sol, que seria o horário mais quente, comparando com os outros ambientes, foi mais estressante para o animal (Tabela 3).

Isso ocorre em função da temperatura do ar ser mais alta nesse ambiente, dessa maneira, houve maior dificuldade no processo de dissipação de calor da forma sensível, acionando a forma insensível através da evaporação como observado no aumento da FR no ambiente II (Tabela 2). Porém quando o animal não consegue dissipar o calor totalmente pelas vias sensível e insensível, ocorre o aumento da temperatura retal, caracterizando situação de estresse por calor, nesse estudo podemos observar essa situação com aumento da TR no ambiente II e com a raça Santa Inês (Tabela 2)

O gradiente entre a temperatura superficial e a temperatura ambiente (TS - TA) e entre a temperatura superficial e a temperatura de globo negro (TS - TGN) apresentaram diferença significativa (P<0,05) entre os três ambientes e os grupos genéticos. A maior temperatura foi registrada no ambiente II, onde houve um aumento da temperatura

superficial dos animais por estarem diretamente expostos a radiação solar. A TGN permite avaliar a sensação térmica dos animais, visto que diferente da TA, a TGN estima os efeitos da radiação solar e velocidade do vento, visto isso, verifica-se que o gradiente entre a (TS-TGN) encontra-se negativo (Tabela 3), ou seja, os animais estavam ganhando calor do ambiente.

Tabela 3. Médias da temperatura superficial (TS) e gradientes térmicos (TR - TS), (TS - TA) e (TS -TGN) em função do ambiente e grupo genético.

Fatores	**TS (°C)**	**TR-TS (°C)**	**TS -TA (°C)**	**TS-TGN (°C)**
Ambiente				
Antes do estresse 13:00 (sombra)	$39,48^{b} \pm 0,24$	$-0,470^{a} \pm 0,30$	$3,277^{b} \pm 0,24$	$2,947^{a} \pm 0,24$
Após o estresse 15:00 (sol)	$43,21^{a} \pm 1,67$	$-3,588^{b} \pm 1,65$	$6,313^{a} \pm 1,67$	$-6,686^{b} \pm 1,67$
Uma hora após o estresse 16:00 (sombra)	$38,82^{c} \pm 0,30$	$0,188^{a} \pm 0,69$	$2,624^{c} \pm 0,30$	$2,654^{a} \pm 0,30$
Grupo Genético				
Soinga	$40,24^{b} \pm 1,79$	$-1,197^{a} \pm 1,62$	$3,803^{b} \pm 1,49$	$-0,629^{a} \pm 4,84$
Santa Inês	$40,77^{a} \pm 2,49$	$-1,383^{b} \pm 2,26$	$4,340^{a} \pm 2,20$	$-0,093^{b} \pm 4,41$
CV (%)	**2,22**	**-77,41**	**22,13**	**-249,3**

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Com relação aos grupos genéticos estudados, o Soinga apresentou menor temperatura superficial que o Santa Inês (Tabela 3), e isto pode ser explicado devido a coloração do pelame do Soinga (branco) em comparação ao Santa Inês (preto), mostrando que estes últimos retêm mais calor, consequentemente maior aumento a TS.

Batista (2014) trabalhando com ovinos mestiços Santa Inês x Dorper, avaliando a influência da coloração do pelame sobre a temperatura superficial, verificou que os animais de pelame preto apresentaram maior temperatura superficial, tanto no ambiente de sol como no ambiente de sombra quando comparados aos animais de pelame branco.

O consumo médio de água diferiu significativamente (P<0,05) entre os grupos genéticos estudados (Tabela 4), sendo mais elevados no Santa Inês. Os animais consumiram mais água durante o período de estresse em que foram submetidos a exposição solar com duração de 1 hora por dia, sendo esse consumo superior ao preconizado pelos comitês internacionais que sugerem 0,800kg para ovinos em crescimento (NRC, 2007). Isso pode ser justificado pelo estresse ambiental por calor ao qual os animais estavam expostos.

Tabela 4. Médias do consumo de água (no bebedouro) em função do ambiente e grupo genético.

Fatores	**Consumo de água (L/Animal)**
Períodos de consumo	
Período I - 3 dias antes do estresse	$2,25^{b} \pm 0,83$
Período II - 3 dias durante o estresse	$3,00^{a} \pm 1,01$
Período III - 3 dias após o estresse	$2,66^{ab} \pm 0,60$
Grupo genético	
Soinga	$2,36^{b} \pm 0,82$
Santa Inês	$2,92^{a} \pm 0,86$
CV (%)	**27,9**

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Alves et al. (2007), em estudo conduzido em Petrolina, PE, registraram maior consumo de água por ovinos (3,42 L/dia). Segundo o NRC (2007) a exposição do animal a elevadas temperaturas do ar afeta a utilização da água de duas maneiras: a primeira pela redução no consumo de alimentos e a segunda pela estimulação positiva dos mecanismos fisiológicos de resfriamento evaporativo e cutâneo.

CONCLUSÃO

O Soinga apresentou melhores resultados fisiológicos, e melhor eficiência no uso da água, portanto podemos considerar que esse grupo genético apresenta maior rusticidade quando submetidos a estresse ambiental por calor em comparação a raça Santa Inês, podendo ser recomendada a sua criação em regiões de clima seco com pouca disponibilidade de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. M.; ARAUJO, G.G.L.D.; PORTO, E.R.; CASTRO, J.M.D.C.; SOUZA, L.C.D. Feno de erva-sal (Atriplex nummularia Lindl.) e palma-forrageira (Opuntia ficus Mill.), em dietas para caprinos e ovinos. Revista Científica de Produção Animal, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 43-52, 2007.

BATISTA, N.L.; SOUZA, B.B.; OLIVEIRA, G.J.C.; ROBERTO, J.V.B.; ARAÚJO, R.P.; RIBEIRO, T.L.A.; SILVA, R.A. Tolerância ao calor em ovinos de pelames claro e escuro submetidos ao estresse térmico. Journal Animal Behaviour Biometeorology, v.2, n.3, p.102-108, 2014.

BRASIL. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Normas Climatológicas: 1961-1990. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1992.84p.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J.; Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-14, 1981.

EUSTAQUIO FILHO, A.; TEODORO, S.M.; CHAVES, M.A.; SANTOS, P.E.F.D.; SILVA, M.W.R.D.; MURTA, R.M.; CARVALHO, G.G.P.D.; SOUZA, L.E.B.D. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. Revista Brasileira de Zootecnia, vol.40, n.8, p.1807-1814, 2011.

FAÇANHA, D.A.E.; CHAVES, D.F.; MORAIS, J.H.G.; VASCONCELOS, A.M.D.; COSTA, W.P.; GUILHERMINO, M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v. 14, n. 1, p. 91-100, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrients Requirements of Small Ruminants. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.

NEIVA, J.N.M.; TEXEIRA, M.; TURCO, S.H. OLIVEIRA, S.M.P.; MOURA, A.A.A.N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região Litorânea do Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

PIRES, J.P.D.S.; SOUZA, B.B.; SILVA, G.A.; BATISTA, L.F.; ARAÚJO, L.S.; RODRIGUES, J.L.S. Avaliação da Tolerância ao Calor de Ovinos Mestiços ½ Dorper + ½ Santa Inês Suplementados com Diferentes Níveis de Ionóforo no Semiárido da Paraíba. Revista Cientifica de Produção Animal, v.17, n.1, p.30-36, 2015.

SAEG. SAEG: Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livestock Production Science, [S.l.], v. 67, p. 1-18, 2000.

SOUZA, B. B. D.; SILVA, J.O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P.R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. Agropecuária Científica Semi-Árido, v.6, n.2, p.59-65, 2010.

SOUZA, B.B.; BATISTA, N.L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. Agropecuária Científica no Semi-Árido, v. 8, p. xx, 2012.

EFEITO DA TEMPERATURA DE QUEIMA E ADIÇÃO DE RESÍDUOS EM MATERIAIS CERÂMICOS QUANTO ÀS PROPRIEDADES FÍSICA E MECÂNICA

Rômulo Marçal Gandia[1], Michel Coutinho de Souza[2], Gabriela Rezende de Souza[3], Marcelo Bahuti[4], Jacqueline Cardoso Ferreira[5], Michelle Pellizer de Andrade[6], Saulo Rocha Ferreira[7]

[1]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. romulo.gandia@posgrad.ufla.br
[2]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. michel_coutinho@outloock.com
[3]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. rezendesgabriela@gmail.com
[4]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. marcelo_bahuti@hotmail.com
[5]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. jacardosof@yahoo.com.br
[6]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. michelle.pillizer@gmail.com
[7]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. saulo.ferreira@deg.ufla.br

RESUMO – A construção civil movimenta os maiores setores industriais do mundo, apresentando alta demanda energética e utilização de recursos naturais. Diante da crise energética que vivenciamos, torna-se alvo de estudo a utilização de resíduos agrícolas em materiais de construção. Portanto este trabalho objetivou avaliar diferentes corpos de provas com adições de serragem de eucalipto e casca de café ambos à 10% em massa e sujeitos a somente o processo de secagem e diferentes temperaturas de queima. Os corpos de provas foram avaliados diante da densidade aparente, retração linear e resistência à compressão. Diante dos tratamentos que foram somente secos, foi possível verificar que a adição das fibras se limita à um valor abaixo de 10% diante da viabilidade mecânica e quanto as propriedades físicas, a presença de fibras torna-se desejável. Nos materiais queimados, foi observado que a presença de fibras naturais é insatisfatória devido a temperatura de queima que carbonizam as fibras e tornam o material mais poroso e instável, afetando negativamente as propriedades mecânica e física.
Palavras-chave: Resíduos na construção, resistência à compressão, adobe, retração linear e densidade aparente.

INTRODUÇÃO

A qualidade de qualquer construção está diretamente ligada à qualidade dos materiais utilizados normatizados pelas normas adotando valores mínimos aceitáveis para tornar-se uma edificação segura, seja ela rural ou urbana, portanto o conhecimento e escolha dos materiais é motivo de estudo. Diante da crise energética e busca por materiais com menores valores energéticos está sendo foco de diversas pesquisas atuais, aliando a construção com a sustentabilidade.

O café é um produto com um valor comercial elevado, apontados como *commodities* sendo uma cultura em expansão por diversões países e regiões brasileiras (ABIC, 2017). No processo de beneficiamento, um dos resíduos gerados e representando uma grande parte do volume total é a casca de café, que apresenta dimensões semelhantes a diversas fibras naturais. Outro resíduo em grande escala agrícola ou industrial é o proveniente do beneficiamento de madeiras, que geram um pó, caracterizado como serragem. A serragem além de apresentar uma massa específica relativamente baixa, relacionada a madeira, apresenta propriedades mecânicas favoráveis para construção.

O adobe é um material de construção feito com solo e água e quando necessário à adição de fibras naturais ou sintéticas (GALAN-MARIN et al., 2011). O adobe não leva o processo de cozimento e nem cimento, o que o torna um material de baixo consumo energético em comparação aos cerâmicos. Os materiais cerâmicos são definidos como substâncias inorgânicas, não metálicas constituídas de elementos metálicos e não metálicos, apresentam dureza, porém são frágeis, com pouca tenacidade e ductilidade e o aumento da resistência mecânica está diretamente relacionado com o tipo de queima (temperatura e tempo) (BAUER, 2000). As argilas, em ambos os materiais, são fundamentais para a o efeito de coesão e consequentemente interferem diretamente nas propriedades físicas e mecânicas dos materiais. As propriedades mais importantes das argilas são a plasticidade, a retração e o efeito do calor.

Gandia et al. (2018) aponta que dentre os maiores gastos energéticos em materiais de construção para alvenaria é devido ao processo de queima caracterizado pelo cozimento dos materiais cerâmicos. Comparando o valor enérgico do adobe e o tijolo maciço cerâmico, observou que o adobe apresenta oito vezes menos o gasto energético do tijolo cerâmico.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar às propriedades física e mecânica de materiais cerâmicos de acordo com a incorporação de resíduos agrícolas com somente o processo de secagem e diferentes temperaturas de queima.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras no departamento de Engenharia e no laboratório de construção. O solo utilizado foi coletado na própria universidade e é caracterizado como Latossolo vermelho muito argiloso (EMBRAPA,

2013). A serragem da madeira é proveniente de eucalipto e a casca de café é proveniente de café arábica.

O solo foi caracterizado diante da granulometria, textura, difratometria por raios X, limites de consistência, massa específica e análise química. Os materiais foram caracterizados diante da granulometria, massa específica e análise termogravimétrica.

Foram confeccionados corpos de provas cilíndricos utilizando terra, água, resíduo de café (casca de café) e resíduo de eucalipto (serragem) em diferentes temperaturas de queimas. Os corpos de provas foram conduzidos à analise de resistência à compressão, densidade aparente e retração linear. Todos os corpos de provas foram feitos com as mesmas dimensões e no mesmo período. As quantidades de solo, casca de café e serragem das misturas de cada compósito são apresentados na Tabela 1, e fazem referência aos materiais com 0% de umidade.

Tabela 1. Tratamentos e composições dos corpos de prova.

Tratamento	Solo (%)	Casca de café (%)	Serragem (%)	Água (%)	Queima (°C)
Sem queima	70,5	0,0	0,0	29,5	0
Queima 550	70,5	0,0	0,0	29,5	550
Queima 950	70,5	0,0	0,0	29,5	950
Queima 550+950	70,5	0,0	0,0	29,5	550+950
Sem queima + Café	60,2	10,0	0,0	29,8	0
Queima 550 + Café	60,2	10,0	0,0	29,8	550
Queima 950 + Café	60,2	10,0	0,0	29,8	950
Sem queima + Serragem	60,2	0,0	100	29,8	0
Queima 550 + Serragem	60,2	0,0	10,0	29,8	550
Queima 950 + Serragem	60,2	0,0	10,0	29,8	950

Os corpos de provas cilíndricos foram confeccionados com dimensões médias 48,6 mm de diâmetro e 92,4 mm de altura. Os tratamentos sem queima foram secos em local protegido e temperatura ambiente por 23 dias. Os tratamentos com queima foram secos por 21 dias e posterior cozidos em mufla com duas faixas de temperatura: 550 e 950 °C. A queima foi feita em um período de 2 horas para ambas as faixas. O tratamento Queima 550+950 foi o único que sofreu a queima de 550 °C descansou por 24 horas e sofreu a queima por 950 °C.

Após a secagem e a queima, os corpos de provas que apresentaram nitidamente grandes trincas ou rachaduras foram descartados. Cada análise contou com 3 repetições. Após o ensaio de compressão, as fraturas dos corpos de provas foram analisadas por ensaio de microscopia estereoscópica.

Para a análise da densidade aparente os corpos de provas foram medidos pela altura e diâmetro utilizando um paquímetro de 200 mm. A análise da retração linear foi feita pela diferença do diâmetro no momento da moldagem (corpo de prova com alta umidade) e após a secagem e queima, avaliando a quantidade de água perdida pela variação linear do diâmetro. O ensaio de resistência à compressão foi executado em uma Máquina Universal EMIC de análise mecânica e com carga de carregamento de 0,30 ±0,06 MPa/min nos corpos de provas, seguindo a nova norma Brasileira para adobes (ainda em processo de tramitação pelo comitê CE-02: 123.09, ABNT / CB-02), utilizando uma borracha para fazer o nivelamento nas extremidades das amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a queima dos corpos de provas, foi visualmente observado a deformação grosseira e não simétrica nas dimensões dos corpos de provas que foram adicionados casca de café e serragem. Essa deformação pode ser observada e confirmada pelas altas temperaturas de queima que decompuseram os resíduos em sua totalidade. Nos corpos de provas que continham as fibras naturais após a secagem, foi observado menor retração por conta da estruturação das fibras e pela menor variação volumetria.

Densidade aparente

A análise da densidade aparente apresentou dois grupos de variação de resultados: pela adição de fibras e pela queima, observados na Figura 1. O primeiro grupo foi referente à diminuição na densidade aparente devido à adição de fibras naturais, sendo que a serragem apresentou os menores valores seguidos pela adição da casca de café e posteriormente. Os materiais sem adição de fibras, que resultaram nos maiores valores de densidade aparente.

O segundo grupo foi representado pela diminuição da densidade aparente por conta do processo de queima, sendo que os materiais que foram queimados apresentaram as menores densidades aparentes.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

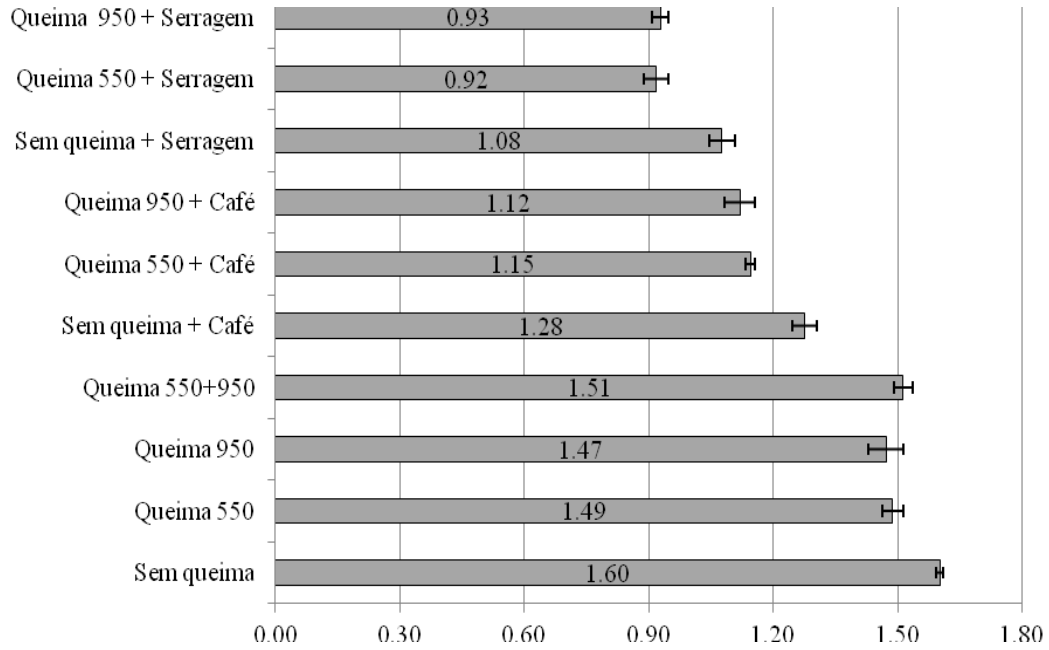


Figura 1. Valores médios da densidade aparente (g. cm^{-3}).

O motivo da diminuição da densidade aparente por conta da adição das fibras se da simplesmente pelo fato do solo apresentar uma maior massa específica do que as fibras naturais. A serragem apresenta a menor massa específica, e como foram adicionadas as mesmas quantidades de casca de café e serragem (10% em massa seca) a casca de café apresentou uma densidade aparente superior a da serragem, porém inferior à sem adição.

Já a diminuição da densidade aparente pelo efeito de queima é explicada tanto pela perda de água (até 150 °C), onde material fica completamente seco e também pela maior temperatura de queima (550 à 950 °C) as fibras naturais queimam-se, diminuindo significativamente a sua massa. Observa-se que a casca de café apresenta resultados superiores à serragem mesmo sendo queimados a uma mesma temperatura a acrescidas em mesma quantidade, esse resultado é explicado por conta do alto teor de sílica presente na casca de café que não se carboniza com temperaturas inferior à 1000 °C. Portanto o tratamento "Sem queima" apresentou a maior densidade aparente e os tratamentos "Queima 950 + Serragem" e "Queima 550 + Serragem" apresentaram as menores densidade aparentes.

Retração linear

A Figura 2 apresenta os valores de retração linear, observa-se que os valores são inversamente proporcionais aos da densidade aparente, podendo afirmar que quanto mais o material se retrai menor a densidade aparente.

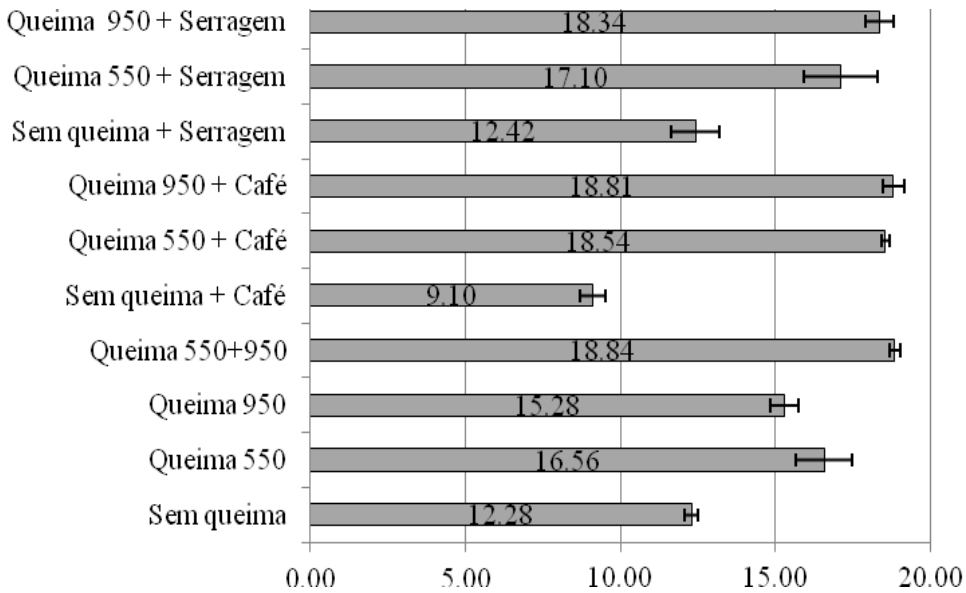


Figura 2. Valores médios da retração linear (%).

Observa-se que o tratamento "Sem queima + Café" foi o que apresentou a menor retração e deve-se ao fato que a casca de café por possuir uma maior granulométrica que a serragem conseguiu "armar" o compósito, impedindo que mesmo após a perda de água devido a secagem ele se retraísse. É possível observar também que todos os tratamentos que foram queimados em especial com fibras e o "Queima 550+950" são estatisticamente iguais e apresentaram as maiores retrações. Os tratamentos com fibras retraíram-se mais por perderem uma grande quantidade de massa durante o processo de queima, sendo assim, os compósitos retraíram-se nos espaços vazios gerados pelas fibras. Para o tratamento sem fibras que foi queimado duas vezes (Queima 550 + 950), Bauer (2000), explica que a queima em dois estágios ocorre no primeiro estágio o processo de compactação do material, aderindo as partículas do solo e no segundo estágio de queima à 950 °C ocorre o processo de vitrificação que fixa o vidrado, por conta dessa maior compactação e vitrificação o material sofre uma maior retração linear.

Resistência à compressão

Como foi obsevado, o tratamento que maior sofreu retração foi o "Queima 550 +950" decorrente de dois processos de queima, consequentemente à maior compactação e fixação do vidrado ocorreu uma maior adesão das partículas e maior estruturação do material, portanto uma maior resistência à compressão, mostrado na Figura 3.

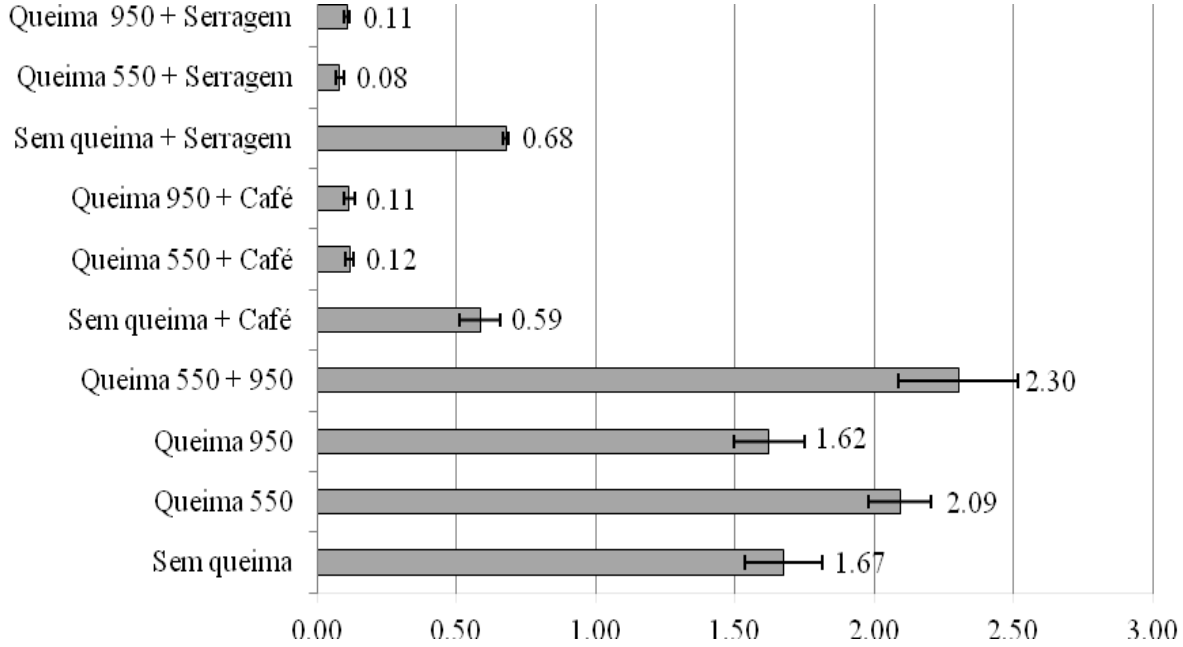


Figura 3. Valores médios da resistência à compressão (MPa).

Os compósitos que apresentaram as menores resistência à compressão foram os com adição de fibra e posteriormente queimados, explicado pelo fato de as fibras serem carbozinadas em altas temperaturas e deixando poros fazendo com que o material não apresentasse coesão nem estruturação.

Pode-se reafirmar que a queima em duas etapas de materais cerâmico é essencial para o processo de produção com maior qualidade. Observa-se que os tratamentos "Queima 550 + 950" e "Queima 950" foram elevados a mesma temperatura de queima e houve uma diferença significativa na análise da resistência à compressão. A diferença se da pela elevação da alta temperatura de uma só vez (Queima 950) que diminui a qualidade do cerâmico, como Bauer (2000) explica. Quando elevado à dois periodos sendo um resfriamento entre os dois, o material consegue passar por dois estágio distintos e compactar e fixar melhor o vidrato.

Observa-se que o processo de queima à 550 °C obteve resultado supeior que o 950 °C, afirmando mais uma vez que a elevação da temperatura à 950 °C de uma só vez interfere negativamente na qualidade final do material. Fazendo-se uma análise economica e energética, pode-se afirmar que o adobe (processo sem queima) iguala-se estatisticamente ao cerâmico elevado à 950 °C de uma só vez, afirmando a viabiliade do uso de adobes nas construção e mostrando a economia de energia e custo pelo processo de queima.

Microestrutura

A análise da microestrutura dos tratamentos mostrada na Figura 4 apresenta as características dos compósitos apôs a secagem, a queima e a interação entre solo e resíduo.

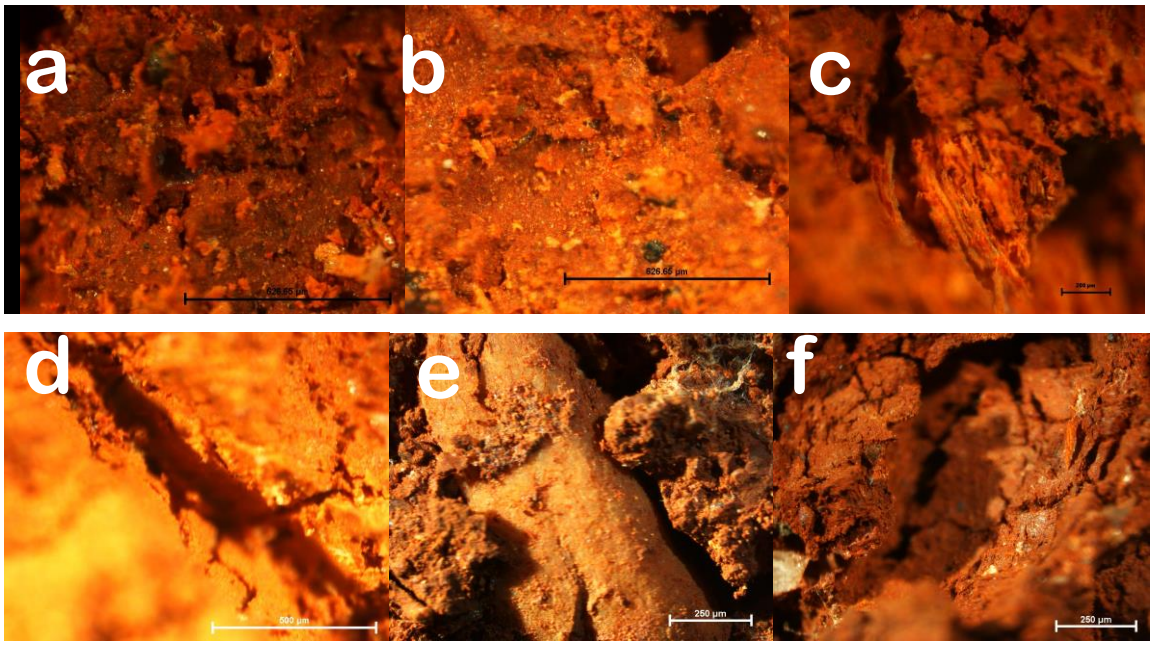


Figura 4. Microestrutura dos corpos de prova.
Adobe (a), cerâmico (b), Adobe + serragem (c), cerâmico + serragem (d), adobe + café (e), cerâmico + café (f).

É possível observar a diferença entre os poros e estrutura dos compósitos entre o processo de secagem e pelo processo de cozimento. Verifica-se na Figura 4a maior quantidade de poros por conta da não secagem em comparação a estrutura vitrificada na Figura4b pelo processo de queima. As imagens da Figura 4c e Figura 4d mostram o compósito com serragem somente seco e queimado, apresentando nitidamente poros por conta da carbonização do material. O mesmo ocorreu com a casca de café, apresentados nas imagens da Figura 4e e Figura 4f, sendo a casca de café apresentando poros de maior tamanho por conta da maior granulometria da casca de café.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a adição de fibras em materiais compósitos cerâmicos queimados interfere negativamente pela queima das fibras e surgimento de poros, aconselha-se

utilizar fibras sintéticas com maior temperatura de queima ou utilizar fibras naturais somente em adobes.

Neste trabalho observa-se que mesmo sem a queima, a presença de fibras naturais interfera também negativamente na propriedade mecânica, portanto o estudo de menores adições é indicado. Vale ressaltar que quanto às propriedades físicas, a adição de fibras naturais interfere positivamente, diminuindo a densidade aparente, e retração linear, deixando materiais mais leves, com maior trabalhabilidade e melhor logística de transporte e com dimensões mais bem definidas, ajudando no posterior assentamento na obra.

Foi possível concluir também que o processo de queima, desde que feita de maneira controlada e correta, interfere positivamente na qualidade final do material, aumentando sua resistência mecânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUER, L.A. F. Materiais de Construção, Volume 2: 5ª edição. [Reimpr.] – Rio de Janeiro: LTC, 2015.

GANDIA, R. M; CAMPOS, A. T.; CORRÊA, A. A. R.; GOMES, F. C. ENERGY COSTS COMPARISON OF MASONRY MADE FROM DIFFERENT MATERIALS. Theoretical and Applied Engineering, v. 2, n.1, p.1-8, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ – ABIC. Indicadores da indústria do café em 2017. Acesso: http://abic.com.br/estatisticas/pesquisas/pesquisa-tendencias-de-consumo/ em 20/08/2018.

GALÁN-MARÍN, C.; RIVERA-GÓMEZ, C.; PETRIC, P. Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. Construction and Building Materials v. 24, n. 8, p. 1462-1468, 2010.

SOLOS, Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de 695 Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

AVALIAÇÃO DA MORTALIDADE DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM GALPÕES AVÍCOLAS CLIMATIZADOS UTILIZANDO MODELOS DE REGRESSÃO LINEAR

Flávio Alves Damasceno[1], Carlos Eduardo Alves Oliveira[2], Jose Inocêncio Dias Balieiro[3], Eberson Silva[4], Dian Lourençoni[5], Osório Gonçalves Aguiar[6]

[1]Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, flavio.damasceno@deg.ufla.br,
[2] Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, carloseaoliveira@hotmail.com,
[3] Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, joseinocenciodbalieiro@gmail.com,
[4]Universidade do Estado de Minas Gerais/Passos, eberson.silvafespmg@yahoo.com.br,
[5] Universidade Federal do Vale do São Francisco, dian.lourenconi@univasf.edu.br, Universidade do Estado de Minas Gerais/Passos,Osorio@construtoraaguiar.eng.br.

RESUMO - Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar a mortalidade das aves, no período do 21º ao 43º dia de vida das aves, através de um estudo de modelo de regressão linear. Este trabalho foi desenvolvido a partir de dados coletados em dois galpões para criação de frangos de corte, no município de Itaberaí-Goiás. Um galpão era equipado com ventilação em modo túnel (pressão negativa) e sistema de resfriamento evaporativo do tipo material poroso umedecido e nebulização (SRPN), cujo material poroso era composto por celulose e o outro galpão era equipado com ventilação em modo túnel (pressão negativa) e com o sistema de resfriamento do tipo material umedecido, com dois painéis cobertos por sombrite (SRSN). Os resultados indicaram para ambos os galpões avaliados que a taxa de mortalidade final das aves esteve abaixo dos 4,0%, sendo que a mortalidade no galpão SRSN foi 15% maior em relação ao galpão SRPN.
Palavras-chave: avicultura, mortalidade, ventilação túnel.

INTRODUÇÃO

A produção de proteína em larga escala, como é o caso da avicultura, enfrenta nos países de clima tropical constante conflito com as condições ambientais, mais especificamente com o calor acima do nível de conforto, podendo levar às aves a morte (OLIVEIRA et al., 2000). Para esses animais, as altas temperaturas são estressantes, o que reduz a taxa de crescimento e a eficiência alimentar, aumentando o consumo de água, bem como, a taxa de mortalidade. Os galpões avícolas no Brasil são predominantemente quentes, principalmente no verão, gerando condições de desconforto térmico quase que constantes para as aves.

De acordo com Furtado et al. (2005), a avaliação do desempenho produtivo das aves em relação às condições ambientais oferecidas no interior das instalações é realizada por meio de análises dos índices zootécnicos, como por exemplo, a taxa de mortalidade.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

A mortalidade no interior das instalações zootécnicas pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles se destacam a própria característica do galpão onde as aves são alojadas, o sistema de ventilação, o tamanho do plantel, a densidade de alojamento, sistema de fornecimento de água e ração. A taxa de mortalidade é juntamente com a conversão alimentar, influenciada pelo estresse térmico nas aves devido à diminuição do peso corporal, principalmente na fase final do lote, próximo ao abate. Os frangos de corte adultos são sensíveis a altas temperaturas, tendo seu desempenho prejudicado (LIMA, 2005).

Neste contexto, o objetivo principal do trabalho foi analisar a mortalidade em dois galpões avícolas com sistema de resfriamento diferentes e ajustar modelos de regressão linear.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Itaberaí - GO (16º01’ S de latitude, 49º48’ W de longitude, 722 m de altitude e pressão atmosférica de 929 hPa), entre os dias 20 de abril a 08 de maio de 2008, em dois galpões avícolas comerciais para a criação de frangos de corte com sistema de resfriamento diferentes: a) galpão equipado com ventilação em modo túnel (pressão negativa) e sistema de resfriamento evaporativo do tipo material poroso umedecido e nebulização (SRPN), cujo o material poroso era composto por celulose em cada placa de dimensões 10,70 x 1,80 m, além de 16 linhas de nebulizadores distribuídos ao longo do galpão, totalizando 89 emissores de água, com vazão média de 1,20 ± 1,0 ml s-1 e b) galpão equipado com ventilação em modo túnel (pressão negativa) e com o sistema de resfriamento do tipo material umedecido, com dois painéis cobertos por sombrite e umedecido por 47 nebulizadores (SRSN), distribuídos na parte frontal às placas, de dimensões 10,84 x 2,00 m e associado com sistema de nebulização, composto por 17 linhas transversais, distribuídas ao longo do galpão, totalizando 94 emissores de água, com vazão média de 1,38 ± 0,8 ml s-1. Os galpões SRPN e SRSN possuíam dimensões de 12 x 125 x 2,5 m e 13,65 x 125 x 2,5 m, respectivamente. Ambos os galpões com cobertura de telhas de cimento amianto, alvenarias do tipo tijolo furado, muretas laterais (0,45 m de altura), piso de concreto, cama de palha de arroz reutilizada, tela de arame para fechamento lateral, cortinas laterais de cor azul, forro amarelo, 3 linhas de comedouros automáticos e 4 linhas de bebedouros do tipo nipple. Os galpões eram orientados na direção leste-oeste e possuíam como vegetação

circundante bananeiras e coqueiros. Foram alojados nestes galpões, frangos de corte da linhagem Cobb, fêmeas, com densidade média aproximada de 13 aves m^{-2}, totalizando 21.000 (SRPN) e 21.500 (SRSN) aves.

Para quantificar a mortalidade das aves (equação 1), os galpões foram divididos imaginariamente em seis seções ao longo de seu comprimento e subdivididos fisicamente em três regiões com duas chapas de aço galvanizado de 0,4 m de altura, para evitar a movimentação das aves ao longo do galpão. A mortalidade foi registrada diariamente e os dados analisados de forma acumulativa ao final do lote e ainda semanalmente, do 21ª à 43ª dia de produção.

$$\text{Mortalidade}(\%) = \frac{n°\text{de aves mortas}}{n°\text{ de pintos de 1 dia iniciados}} \text{x } 100 \qquad (1)$$

Para a análise da mortalidade das aves, o experimento foi instalado seguindo o delineamento inteiramente casualizados (DIC). Na parcela, foi assumido um esquema fatorial 2 x 3 x 4, isto é, 2 galpões, 3 posições de coleta e 4 semanas avaliadas. As medições foram realizadas a cada semana, sendo que cada semana foi considerada como bloco. Para a análise de variância e regressão linear, os parâmetros avaliados foram processados pelo software SAS® (2001), onde se procedeu a um estudo de identidade de modelo para avaliar os interceptos e as inclinações das retas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância envolvendo os resultados de mortalidade acumulada das aves, em função dos galpões SRPN e SRSN, para o período experimental avaliado, encontra-se relacionado no Tabela 1.

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente ao efeito dos galpões SRPN e SRSN durante o período experimental avaliado.

FV	GL	Quadrado médio
		Mortalidade
Blocos	3	158243,565*
Galpão	1	17652,247*
Resíduo	3	2,065
CV (%)	0,25	

*Significativo pelo teste F (5%); ns: não significativo pelo teste F.

Para analisar a mortalidade acumulada das aves, foram ajustadas equações lineares de regressão de dados observados (Tabela 2). É importante ressaltar, que as aves refugadas também foram consideradas na contagem da mortalidade.

Tabela 2. Equações ajustadas dos valores de mortalidade estimada em função da idade das aves (IA), para os galpões avaliados, com os respectivos coeficientes de determinação (R^2).

Galpão	Equação	R^2
SRPN	Mort = 0,066535 IA + 0,347694	0,97
SRSN	Mort = 0,063783 IA + 0,923338	0,98

Após a obtenção das equações estimadas, procedeu-se um estudo de identidade de modelo, de acordo com a metodologia apresentada por Regazzi (1996), para se comparar as equações obtidas para os galpões SRPN e SRSN. De acordo com os resultados encontrados, verificou-se que os interceptos são diferentes e as inclinações são iguais, ou seja, as retas são paralelas entre si.

De acordo com os resultados encontrados, durante o ciclo produtivo das aves, a mortalidade no galpão SRSN é 15% maior em relação ao galpão SRPN, gerando no final de cada ciclo produtivo uma mortalidade de 120 aves aproximadamente. A taxa de mortalidade final para o galpão SRPN foi aproximadamente de 3,4%, enquanto que, para o galpão SRSN aproximadamente de 3,7%.

Ao comparar estes dados com os citados pela Cobb-Vantress (2008), pode-se verificar que os valores encontrados neste experimento estão dentro da faixa aceitável, que é de aproximadamente 5%, demonstrando deste modo a eficiência dos dois sistemas de ventilação. Esta tendência de comportamento foi também verificada por Moraes (2002) e Pereira (2006).

CONCLUSÃO

A mortalidade das aves é causa preocupante na criação de frangos de corte em escala comercial, particularmente em países com climas subtropical e tropical, como é o caso do Brasil. As ações de prevenção e assistência técnica aos produtores de frangos de corte, bem como maior investigação dos valores de mortalidade acima do recomendado, devem ser priorizadas. Contudo, a taxa de mortalidade final das aves em ambos os galpões

avaliados foi inferior a 4,0%, sendo que a mortalidade no galpão SRSN foi 15% maior em relação ao galpão SPRN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COBB-VANTRESS. Ten-year success story for leading German producer. Technical Cobb Focus. Disponível em: <http://www.cobb-vantress.com>. Acesso em: 26 jun. 2008.

FURTADO, D. A.; DANTAS, R.T.; NASCIMENTO, J. W. B.; SANTOS, J. T.; COSTA, F. G. P. Efeitos de diferentes sistemas de acondicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 484–489, abr./jun. 2005.

LIMA, A. M. C. Avaliação de dois sistemas de produção de frangos de corte: uma visão multidisciplinar. 2005. 122p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MORAES, S. R. P. Caracterização de sistemas de semiclimatização de ambiente, em galpões para frangos de corte, no sudoeste de Goiás. 2002. 161p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA, J. E.; SAKOMURA, N. K.; FIGUEIREDO, A. N.; LUCAS JR., J.; SANTOS, T. M. B. Efeito do isolamento térmico de telhados sobre o desempenho de frangos de corte alojadas em diferentes densidades. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 5, p. 1427-1434, 2000.

PEREIRA, A. K. Fatores térmicos ambientais e qualidade do ar no desempenho produtivo de frangos de corte criados em alta densidade sob sistemas de ventilação positiva. 2006. 76p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

REGAZZI, A. J. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 31, n. 1, p. 1-17, 1996.

SAS INSTITUTE. Statistical Analysis: user's guide, realese 8.2. Cary, 2001.

DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA A PREDIÇÃO DAS PRESSÕES NA ESTRUTURA DE SILOS

Flávio Alves Damasceno[1], Carlos Eduardo Alves Oliveira[2], Jose Inocêncio Dias Balieiro[3], Eberson Silva[4], Dian Lourençoni[5] Manoel Reginaldo Ferreira[6]

[1]Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, flavio.damasceno@deg.ufla.br,
[2]Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, carloseaoliveira@hotmail.com,
[3]Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, joseinocenciodbalieiro@gmail.com,
[4]Universidade do Estado de Minas Gerais/Passos, eberson.silvafespmg@yahoo.com.br,
[5]Universidade Federal do Vale do São Francisco, dian.lourenconi@univasf.edu.br,
[6]Universidade do Estado de Minas Gerais/Passos, manoel.ferreira@uemg.br.

RESUMO - Objetivou-se, com o presente trabalho, desenvolver um sistema computacional, em ambiente gráfico Delphi 7.0, para predizer as pressões na estrutura de silos, em função de dados referentes ao próprio silo e ao produto a ser armazenado. O sistema computacional simula o comportamento das pressões de carregamento e descarregamento, permitindo a visualização dos resultados por meio de tabelas e gráficos. Trata-se de um sistema didático, com interface simples, amigável, composto por três telas, para a escolha da orientação do silo, entrada de dados e visualização detalhada dos resultados. As principais rotinas envolvidas incluem o cálculo das pressões de carregamento e descarregamento: vertical, horizontal e atrito do produto com a parede do silo. O sistema proporciona ainda, precisão nas determinações e rapidez de processamento, possibilitando simulações que envolvam diversas situações.
Palavras-chave: armazenagem, simulação, dimensionamento.

INTRODUÇÃO

O armazenamento constitui prática de suma importância, tanto para complementar a estrutura armazenadora quanto para minimizar as perdas em quantidade e qualidade a que estão sujeitos os produtos colhidos, tornando necessário o uso de avançadas tecnologias de construção de silos. As propriedades físicas dos produtos armazenados são bem relevantes quanto ao processamento dos sistemas de armazenagem durante o carregamento e o descarregamento (GOMES, 2004). Todo ano um número alarmante de graneleiros, silos e tremonhas entram em colapso por cálculo inadequado, construção precária ou uso impróprio (CALIL 1998). Para garantir a estabilidade dessas estruturas, é fundamental o conhecimento de qualquer um dos tipos e modos possíveis de ruínas que por ventura possam ocorrer (CALIL et al., 1997). Como exemplos de pesquisas na área de estruturas para armazenamento podem-se citar: determinação de pressões em silos de madeira (CALIL, 1978), forças verticais e de atrito em silos cilíndricos com fundo plano

(LOPES NETO et al., 2014, estudo teórico e experimental das ações em silos horizontais (GOMES, 2000) e pressões e fluxo em silos esbeltos (PALMA, 2005). Assim, objetivou-se com o presente trabalho, desenvolver um programa computacional simples e didático para ser utilizado por pesquisadores, técnicos e alunos na predição das pressões de carregamento e descarregamento nas paredes e no fundo de silos verticais e horizontais.

MATERIAL E MÉTODOS

Um programa computacional foi desenvolvido em ambiente Delphi 7.0 para predição das pressões de carregamento e descarregamento ao longo do comprimento de silos verticais e horizontais. As principais rotinas utilizam, para os cálculos, dados referentes ao sentido de desenvolvimento da estrutura, materiais de construção do silo, produto a ser armazenado, ângulo de repouso do produto, ângulo de atrito com a parede e ângulo de atrito interno do produto. Para simular as pressões internas ao longo do comprimento do silo, é necessário dividi-lo em várias seções, de acordo com suas dimensões. Os parâmetros referentes ao peso específico dos produtos armazenados foram obtidos através da norma alemã DIN-1055 (1987). Esta norma atualmente é a mais utilizada para cálculos das ações e fluxos de silos, pois sofreu várias revisões, devido ao grande número de acidentes ocorridos em silos com a utilização das versões anteriores (CALIL et al., 1997).

Para o cálculo das pressões foram utilizadas as seguintes equações de JANSSEEN (1895):

Pressões verticais:

$$P_{v(z)} = \frac{\gamma \cdot R}{\mu' \cdot K}\left(1 - e^{-\frac{\mu' K z}{R}}\right) \quad (1)$$

Pressões horizontais:

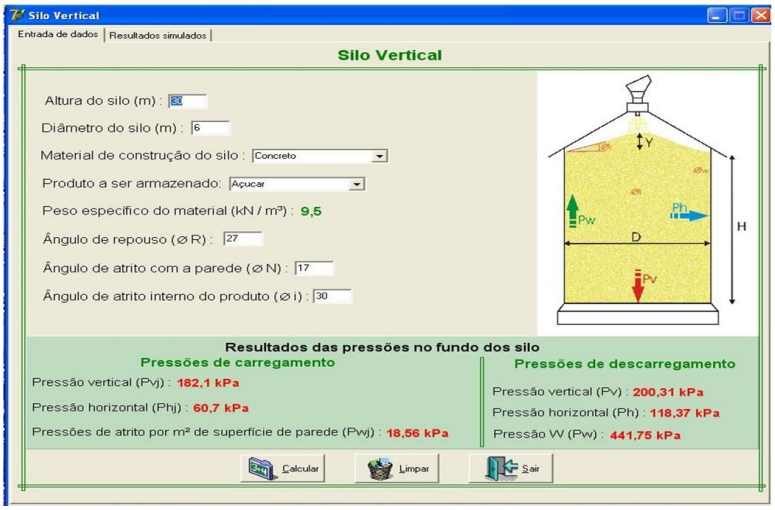
$$P_{h(z)} = \frac{\gamma \cdot R}{\mu'}\left(1 - e^{-\frac{\mu' K z}{R}}\right) \quad (2)$$

Pressões de atrito por m² de superfície de parede:

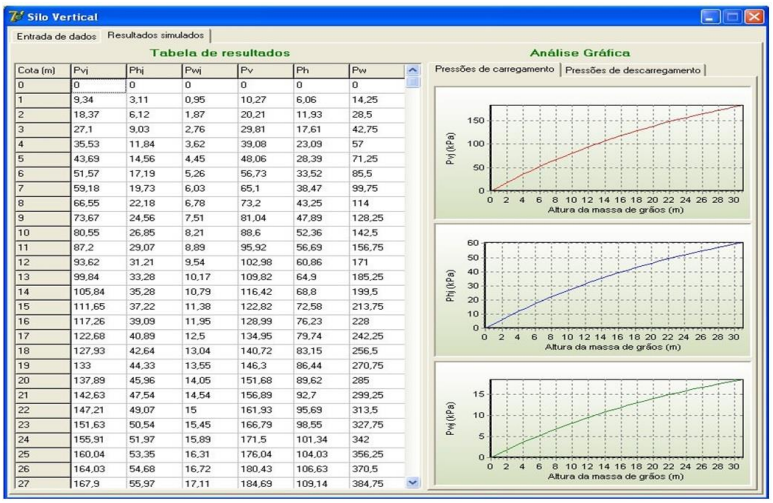
$$P_{w(z)} = \gamma \cdot R\left(1 - e^{-\frac{\mu' K z}{R}}\right) \quad (3)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O programa é constituído por telas de entrada de dados e de visualização dos resultados. A primeira tela apresenta a opção de escolha do tipo de silo (vertical ou horizontal). A segunda tela "Silo Vertical" possui duas abas intituladas "Entrada de dados" (Figura 1a) e "Resultados simulados" (Figura 1b). A primeira aba destina-se a entrada dos seguintes dados para o processamento: altura do silo (m), diâmetro do silo (m), material de construção do silo (concreto, chapa de aço liso, chapa de aço ondulado, madeira, taipa e alvenaria), produto a ser armazenado (açúcar, areia, batata, cal, calcário, carvão, cevada, cimento, clínquer, coque, escória, farinha, ferro, fosfato, milho, soja e trigo), ângulo de repouso do produto (graus), ângulo de atrito do produto com a parede do silo (graus) e ângulo de atrito interno do produto (graus). A segunda aba permite visualizar, por meio de uma tabela e de seis gráficos, os diversos valores simulados para as pressões de carregamento e descarregamento ao longo da altura de massa de produto armazenado no silo. A tabela possui seis colunas e um número de linhas variável em função da altura do produto armazenado. A primeira coluna lista de forma sequencial a cota da altura de massa de produto. A partir da segunda coluna tem-se a pressão de carregamento vertical (Pvj, kPa), pressão de carregamento horizontal (Phj, kPa), pressão de carregamento do produto com estrutura a cada metro quadrado (Pwj, kPa), pressão de descarregamento vertical (Pv, kPa), pressão de descarregamento horizontal (Ph, kPa) e pressão de descarregamento do produto com estrutura a cada metro quadrado (Pw, kPa). Ao lado da tabela os mesmos resultados são apresentados em forma de gráficos de pressões de carregamento (Pvj, Phj e Pwj, kPa) e pressões de descarregamento (Pv, Pj e Pw, kPa), em função da altura da massa de grãos dentro do silo, em metros.



(a)



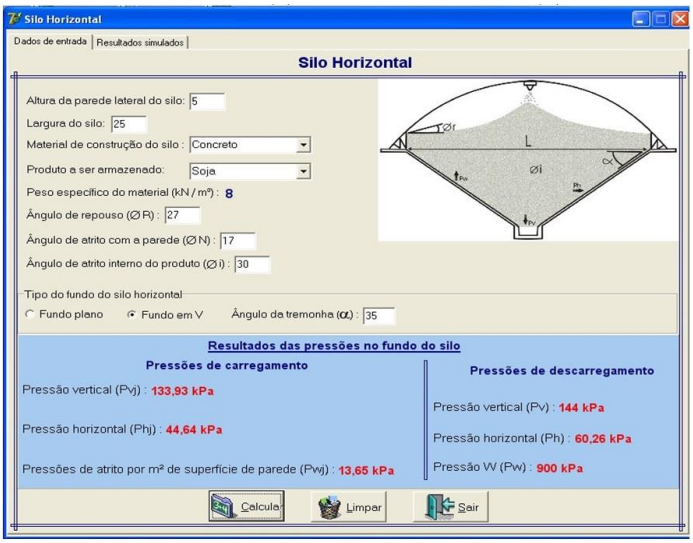
Cota (m)	Pvj	Phj	Pwj	Pv	Ph	Pw
0	0	0	0	0	0	0
1	9,34	3,11	0,95	10,27	6,06	14,25
2	18,37	6,12	1,87	20,21	11,93	28,5
3	27,1	9,03	2,76	29,81	17,61	42,75
4	35,53	11,84	3,62	39,08	23,09	57
5	43,69	14,56	4,45	48,06	28,39	71,25
6	51,57	17,19	5,26	56,73	33,52	85,5
7	59,18	19,73	6,03	65,1	38,47	99,75
8	66,55	22,18	6,78	73,2	43,25	114
9	73,67	24,56	7,51	81,04	47,89	128,25
10	80,55	26,85	8,21	88,6	52,36	142,5
11	87,2	29,07	8,89	95,92	56,69	156,75
12	93,62	31,21	9,54	102,98	60,86	171
13	99,84	33,28	10,17	109,82	64,9	185,25
14	105,84	35,28	10,79	116,42	68,8	199,5
15	111,65	37,22	11,38	122,82	72,58	213,75
16	117,26	39,09	11,95	128,99	76,23	228
17	122,68	40,89	12,5	134,95	79,74	242,25
18	127,93	42,64	13,04	140,72	83,15	256,5
19	133	44,33	13,55	146,3	86,44	270,75
20	137,89	45,96	14,05	151,68	89,62	285
21	142,63	47,54	14,54	156,89	92,7	299,25
22	147,21	49,07	15	161,93	95,69	313,5
23	151,63	50,54	15,45	166,79	98,55	327,75
24	155,91	51,97	15,89	171,5	101,34	342
25	160,04	53,35	16,31	176,04	104,03	356,25
26	164,03	54,68	16,72	180,43	106,63	370,5
27	167,9	55,97	17,11	184,69	109,14	384,75

(b)

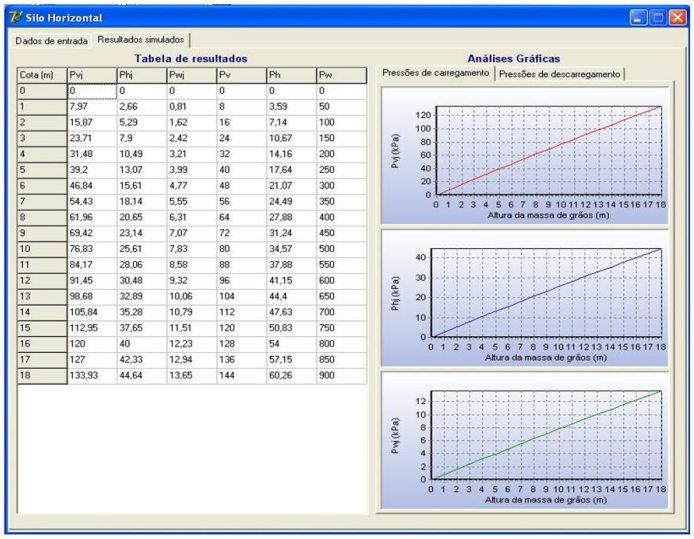
Figura 1. Telas de (a) entrada de dados e (b) resultados simulados para o silo vertical.

Também contém duas abas intituladas “Entrada de dados” (Figura 2a) e “Resultados simulados” (Figura 2b). Suas funções são semelhantes à tela “Silo Vertical”, sendo primeira aba destinada à obtenção dos seguintes dados para o processamento: altura da parede lateral do silo (m), largura do silo (m), material de construção do silo, produto a ser armazenado, ângulo de repouso do produto (graus), ângulo de atrito do produto com a parede do silo (graus) e ângulo de atrito interno do produto (graus), além da opção “Tipo do fundo do silo horizontal”, que defini o formato do fundo do silo, sendo plano ou com inclinação em V, com um determinado ângulo da tremonha. A segunda aba mostra os resultados simulados por meio de uma tabela e de seis gráficos, assim como foi descrito para o silo vertical.

 ISBN: 978-85-66836-24-0



(a)



Cota (m)	Pvj	Phj	Pwj	Pv	Ph	Pw
0	0	0	0	0	0	0
1	7,97	2,66	0,81	8	3,59	50
2	15,87	5,29	1,62	16	7,14	100
3	23,71	7,9	2,42	24	10,67	150
4	31,48	10,49	3,21	32	14,16	200
5	39,2	13,07	3,99	40	17,64	250
6	46,84	15,61	4,77	48	21,07	300
7	54,43	18,14	5,55	56	24,49	350
8	61,96	20,65	6,31	64	27,88	400
9	69,42	23,14	7,07	72	31,24	450
10	76,83	25,61	7,83	80	34,57	500
11	84,17	28,06	8,58	88	37,88	550
12	91,45	30,48	9,32	96	41,15	600
13	98,68	32,89	10,06	104	44,4	650
14	105,84	35,28	10,79	112	47,63	700
15	112,95	37,65	11,51	120	50,83	750
16	120	40	12,23	128	54	800
17	127	42,33	12,94	136	57,15	850
18	133,93	44,64	13,65	144	60,26	900

(b)

Figura 2. Telas de (a) entrada de dados e (b) resultados simulados para o silo horizontal.

CONCLUSÃO

O programa desenvolvido é uma importante ferramenta para predição das pressões internas de carregamento e descarregamento ao longo do comprimento de silos verticais e horizontais para diversos tipos de produtos armazenados. O programa pode auxiliar no desenvolvimento de projetos, pois permite, com rapidez e segurança, pois estudar as pressões em silos, informando as zonas propensas a rupturas, o que permite reduzir os custos de implantação do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALIL, C. J. Pressões em silos segundo a nova norma ISO 11697/95. In: XXVII. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1998, Poços de Caldas, MG. Pg 201 – 203, 1998.

CALIL, C. J.; ARAÚJO, E. C.; NASCIMENTO, J. W. Silos metálicos multicelulares. USP. São Carlos, SP, 1997. 178 p.

CALIL, C.J. Silos de Madeira. 1978. 106 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, SP.

DIN 1055 (1987). Lastannahmen fur Bauten, Blatt 6, Lasten in Silozellen. Alemanha. 12P.

GOMES, F. C. Estudo teórico e experimental das ações em silos horizontais. 2000. 205p. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, SP.

GOMES, F. C. Estruturas de armazenamento (Notas de aula). 2004. 70 p. Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, MG.

JANSSEN, H. A. Versuche uber Getreidedruck in silosellen. 1895. Zeischchrift des vereines Deutscher Ingenieure, v.29, 35, pp 1045-9.

LOPES NETO, J. P.; NASCIMENTO, J. W. B.; FANK, M. Z. Forças verticais e de atrito em silos cilíndricos com fundo plano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.6, p.652–657, 2014.

PALMA, G. Pressões e fluxo em silos esbeltos (h/d ≥ 1,5). 2005. 121 p. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Carlos, SP.

INSTRUMENTAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR NO INTERIOR DE INSTALAÇÕES AVÍCOLAS

Carlos Gutemberg de Souza Teles Junior[1], Richard S. Gates[2], Cecilia de Fatima Souza[1], Monique de Oliveira Vilela[1]

[1]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. carlosgutembergjr@hotmail.com cfsouzaf@yahoo.com.br moniqueoliveiravilela@gmail.com;
[2]Departamento de Agricultura e Engenharia Biológica - University of Illinois - Urbana-Champaign, Urbana – IL. rsgates@illinois.edu

RESUMO - A temperatura e a umidade relativa do ar são alguns dos principais componentes ambientais responsáveis por influenciar diretamente na produção animal. Essas variáveis devem ser monitoradas com precisão, quando se busca manter um bom controle ambiental do sistema produtivo. Diversos instrumentos que podem ser empregados com a finalidade de monitorar as variáveis térmicas no interior de uma instalação avícola, dentre os quais, destacam-se os dataloggers comerciais, que em sua grande maioria, são de alto custo, e os sistemas eletrônicos de aquisição de dados, constituídos por sensores digitais ou analógicos de temperatura e umidade, conectados a um circuito microcontrolador responsável por controlar a coleta e o armazenamento dos dados registrados pelos sensores. O objetivo da presente revisão de literatura consiste em ressaltar os principais sensores e componentes eletrônicos, utilizados na instrumentação para a avaliação das condições térmicas em instalações avícolas.
Palavras-chave: ambiência em instalações avícolas, sensores, variáveis térmicas.

INTRODUÇÃO

De acordo com Silva et al. (2007), a temperatura e a umidade relativa do ar são alguns dos principais componentes ambientais responsáveis por influenciar diretamente na produção animal. Sendo assim essas variáveis devem ser monitoradas com precisão, quando se busca manter um bom controle ambiental do sistema produtivo.

A avaliação da eficiência dos sistemas de ventilação empregados nas instalações avícolas pode ser realizada com base na análise da distribuição espacial dos dados de temperatura e umidade relativa do ar, verificados ao longo do galpão. De acordo com Gabriel Filho et al. (2011), para que a análise estatística desses dados seja representativa, uma grande quantidade de pontos distribuídos espacialmente no interior da instalação deve ser monitorada.

A instrumentação eletrônica, que consiste na ciência de medição e controle, é responsável por desenvolver e pesquisar métodos e utilizações possíveis para os instrumentos, que são utilizados para a medição de variáveis físicas, como temperatura e

umidade relativa do ar, em diversos ramos de aplicação, tais como: operações industriais, monitoramento ambiental, bem estar animal, monitoramento de sistemas climatizados, entre outros (Oliveira, 2015).

Existem diversos instrumentos que podem ser empregados com a finalidade de monitorar as variáveis térmicas no interior de uma instalação avícola. Dentre esses, destacam-se os dataloggers comerciais, que em sua grande maioria, são de alto custo, e os sistemas eletrônicos de aquisição de dados, constituídos por sensores digitais ou analógicos de temperatura e umidade, conectados a um circuito microcontrolador responsável por controlar a coleta e o armazenamento dos dados registrados pelos sensores.

Diante do exposto o objetivo da presente revisão de literatura consiste em ressaltar os principais sensores e componentes eletrônicos, utilizados na instrumentação para a avaliação das condições térmicas em instalações avícolas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dataloggers comerciais de temperatura e umidade relativa do ar

Os dataloggers para temperatura e umidade comerciais, são equipamentos portáteis (Figura 1), que fazem a medição e a documentação de forma continua dos dados de temperatura e umidade relativa do ar em um determinado ambiente a ser avaliado.



Figura 1. Modelos de dataloggers comerciais de temperatura e umidade
Fonte: http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers

Esses equipamentos são constituídos por um circuito integrado, composto por sensores de temperatura e umidade relativa, uma memória interna para o armazenamento dos dados coletados e um circuito de alimentação. Alguns modelos também dispõem de

um visor LCD, para a visualização dos dados instantâneos de temperatura e umidade registrados.

Para a programação do equipamento, onde será definida a sua rotina de funcionamento (variáveis coletadas, intervalo de coleta, entre outros), e para a descarga dos dados registrados, cada fabricante possui um software especifico, que pode variar também em função do modelo do datalogger, sendo alguns de fácil manuseio e outros um pouco mais complexos (Figura 2).

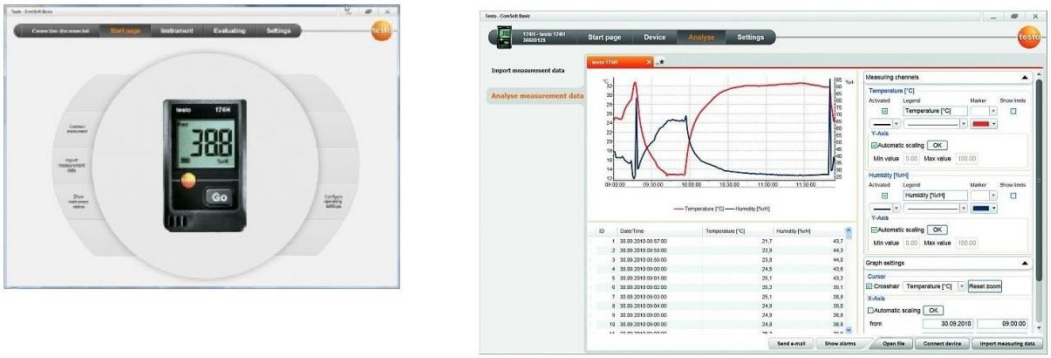


Figura 2. Software para programação do datalogger e descarga dos dados
Fonte: http://comfort-software-testo-174.software.informer.com/5.0/

Os dataloggers podem ser conectados ao microcomputador para a comunicação com o software do fabricante, através de conexão USB (Universal Serial Bus) direta, ou por conexão serial. Além disso, alguns modelos mais modernos podem fazer a comunicação sem fio com os microcomputadores, via bluetooth ou wireless.

Um datalogger comercial de temperatura e umidade, confiável para a coleta de dados, para o monitoramento das variáveis térmicas em instalações de produção animal, é um equipamento relativamente caro no mercado nacional, variando dependendo do modelo e do fabricante, entre quatrocentos e mais de mil reais.

Em virtude do alto custo desses equipamentos, muitas vezes torna-se inviável a sua utilização para uma análise mais detalhada da uniformidade do ambiente térmico no interior de uma instalação de produção animal, uma vez que para que essa análise seja representativa, faz-se necessário o registro dos dados referentes a essas variáveis climáticas em diversos pontos.

Neste caso, pode-se então propor a utilização de “dataloggers alternativos”, que são sistemas eletrônicos de baixo custo, desenvolvidos utilizando hardwares Open Source, como o arduíno, por exemplo, conectados a sensores digitais ou analógicos de

temperatura e umidade, para a aquisição e armazenamento dos dados, referentes às variáveis térmicas verificadas na instalação.

Datalogger alternativo de temperatura e umidade

Os aqui chamados "dataloggers alternativos", são dispositivos eletrônicos para coleta e armazenamento de dados de temperatura e umidade, desenvolvidos como uma alternativa aos dataloggers comerciais.

Esses dispositivos (Figura 3) são constituídos por um conjunto contendo: uma placa microcontroladora arduíno; um shield ethernet w5100, com slot para cartão de memória; um display LCD para a exibição das informações; um real time clock (RTC), que funciona como um relógio da placa microcontroladora; e uma fonte de 9 volts para a alimentação. A esse conjunto são conectados os sensores de temperatura e umidade relativa, utilizados para o monitoramento das variáveis térmicas do ambiente.

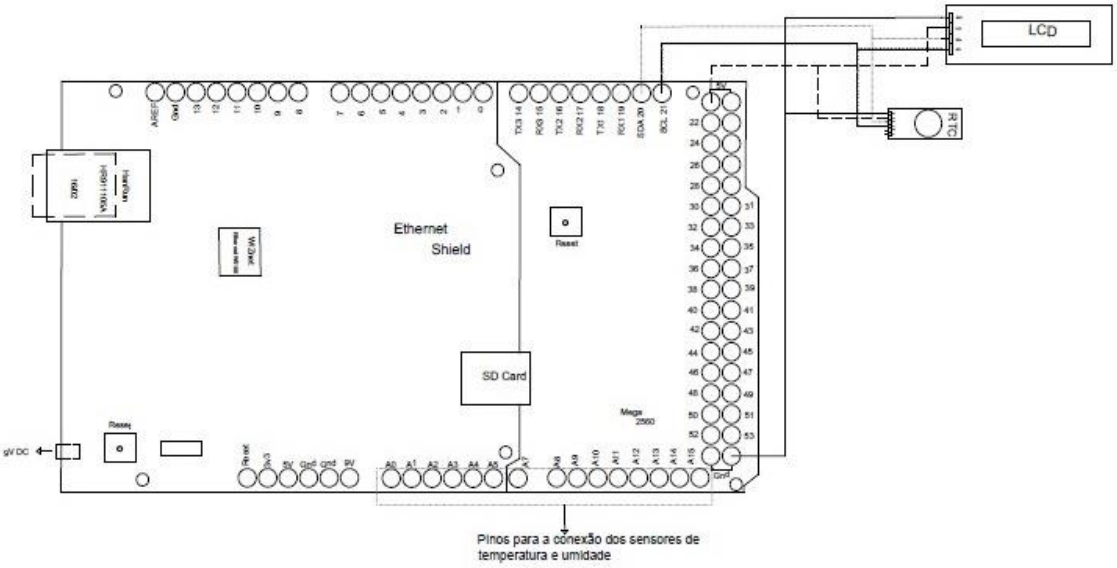


Figura 3. Representação esquemática do datalogger alternativo confeccionado com a placa microcontroladora arduíno Mega 2560

A quantidade de sensores que pode ser conectado ao "datalogger alternativo", vai depender do modelo da placa microcontroladora arduíno utilizada, uma vez que cada modelo de arduíno apresenta diferentes quantidades de pinos de entradas e saídas digitais/analógicas.

Placa microcontroladora Arduíno

O arduíno (Figura 4) consiste em uma placa microcontroladora open source, ou seja, trata-se de um hardware livre, composto por um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada/saída, podendo ser facilmente conectada a um computador e programada via IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado), utilizando uma linguagem baseada em C/C++ (Penido, 2017).

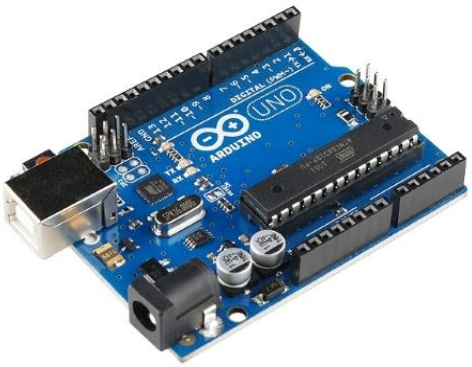


Figura 4. Placa microcontroladora arduíno uno
Fonte: https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduíno/

Existem diversos modelos de placas microcontroladoras arduíno, que diferem entre si, em relação ao número de pinos de entrada e saída digitais/analógicas, processamento, memória, tensão de operação, etc. (Robocore, 2017).

Para aumentar a funcionalidade do arduíno, foram desenvolvidos os Shields, que são placas que se encaixam ao arduíno aumentando sua funcionalidade e ao mesmo tempo mantando os demais pinos do arduíno disponíveis para a utilização. Um exemplo desses Shields é o Arduíno Ethernet Shield (Figura 5), que permite que o arduíno tenha acesso a uma rede ou a internet, mantendo os demais pinos da placa disponíveis para outras utilizações (Thomsen, 2014).



Figura 5. Arduino Ethernet Shield Wiznet w5100
Fonte: http://www.arduínoecia.com.br/2013/06/ethernet-shield-wiznet-w5100-parte-1.htm

Sensor digital de temperatura e umidade DHT11

O sensor DHT11 é um sensor digital de temperatura e umidade, que permite fazer a leitura de temperaturas variando na faixa de 0 a 50°C, e umidade relativa entre 20 e 90%, sendo muito utilizado em projetos para o monitoramento de variáveis térmicas de diferentes ambientes, utilizando o arduíno. Apresenta uma alta confiabilidade e estabilidade em longo prazo, sendo composto de um sensor resistivo para monitoramento da umidade e dispositivo de medição de temperatura do tipo termistores NTC (Negative Temperature Coeficient), conectados a um microcontrolador de 8 bits de alto desempenho. Esse conjunto sensor/microcontrolador é encapsulado, dando origem ao sensor digital de temperatura e umidade DHT11, que é constituído de três pinos, sendo um de alimentação, um de aterramento e um de transmissão de dados, apresentado na Figura 6 (AOSONG, 2017).

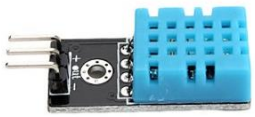


Figura 6. Sensor digital de temperatura e umidade relativa DHT11
Fonte: http://www.arduínoecia.com.br/2013/05/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11.html

Na Tabela 1, estão descritas as principais especificações técnicas do sensor DHT11 (D. Robotics, 2010).

Tabela 1. Especificações técnicas do sensor DHT11.

Umidade				
Parâmetro	**Condição**	**Mínimo**	**Típico**	**Máximo**
Resolução		1%	1%	1%
Acurácia	25°C		±4%	
	0 – 50°C			±5%
Faixa de medição	0°	30%		90%
	25°	30%		90%
	50°	20%		80%
Temperatura				
Parâmetro	Condição	Mínimo	Típico	Máximo
Resolução		1°C (8bits)	1°C (8bits)	1°C (8bits)
Acurácia		±1°C		±2°C
Faixa de medição		0°C		50°C

Sensor digital de temperatura e umidade DHT22

O sensor DHT22 (Figura 7) é um sensor digital de temperatura e umidade, da mesma família do DHT11, porém com melhor resolução e acurácia. Esse modelo de sensor permite a leitura de temperaturas variando na faixa de -40 a 80°C e de umidade relativa no intervalo de zero á 100%.



Figura 7. Sensor digital de temperatura e umidade relativa DHT22
Fonte: https://www.miniinthebox.com/pt/dht22-digital-de-temperatura-am2302

Outra vantagem do DHT22 em relação ao DHT11 consiste na sua maior capacidade de distância de transmissão, onde, enquanto o DHT11 tem uma distância máxima de transmissão sem perda de sinal de até 20 metros, o DHT22 pode trabalhar com uma distância de transmissão de até 100 metros. Assim como o sensor DHT11, o sensor DHT22 também apresenta três pinos de conexão, sendo um para alimentação, um para o aterramento e um para transmissão de dados. As principais especificações técnicas do sensor DHT22 podem ser vista na Tabela 2 (AOSONG, 2017).

Tabela 2. Especificações técnicas do sensor DHT22.

Umidade				
Parâmetro	**Condição**	**Mínimo**	**Típico**	**Máximo**
Resolução			0, 1%	
Acurácia	25°C		±2%	
Faixa de medição		0%		99,9%
Temperatura				
Parâmetro	Condição	Mínimo	Típico	Máximo
Resolução			0,1°C (16bits)	
Acurácia			±0,5°C	±1°C
Faixa de medição		-40°C		80°C

Datalogger alternativo conectado ao sensor digital de temperatura e umidade DHT11/DHT22

Os sensores de temperatura e umidade relativa da família DHT (11 ou 22), podem ser conectados ao "datalogger alternativo" confeccionado com a placa microcontroladora arduíno. A quantidade de sensores que podem ser conectados ao datalogger, vai depender do modelo da placa microcontroladora arduíno utilizada para a confecção do datalogger, uma vez que, cada sensor utilizado, requer uma entrada analógica para a conexão com o arduíno. Sendo assim, caso seja utilizado à placa microcontroladora arduíno Uno para a confecção do datalogger, será possível a conexão de até 6 sensores à placa, já no caso da utilização do arduíno Mega 2560, há a possibilidade de conexão de até 16 sensores ao dispositivo. Na Figura 8, pode ser observada a representação esquemática da montagem elétrica do "datalogger alternativo", considerando a utilização da placa microcontroladora arduíno Mega 2560 e a conexão de 15 sensores digitais da família DHT.

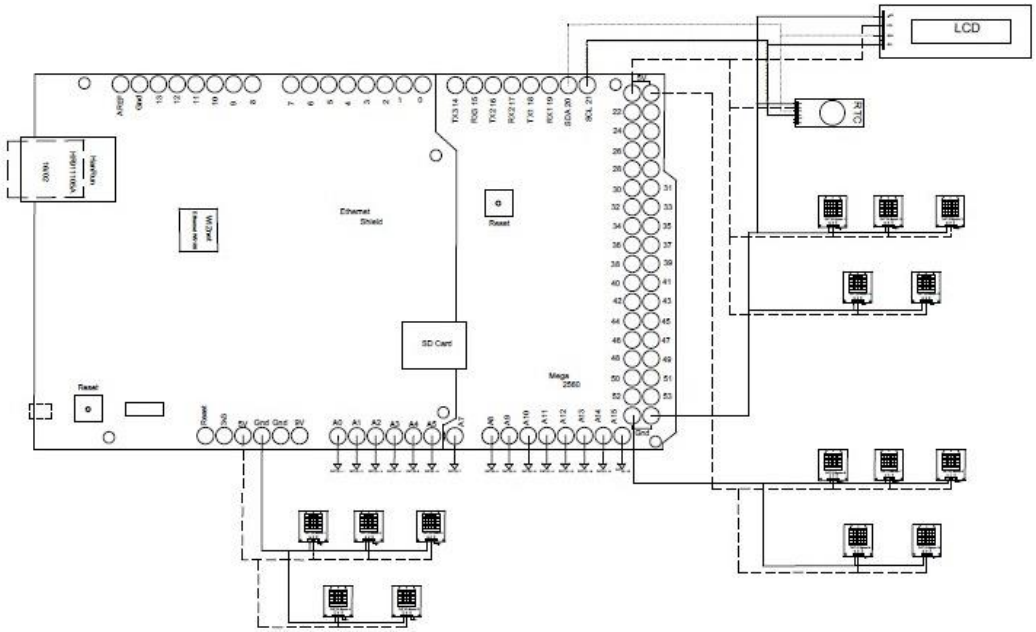


Figura 8. Datalogger alternativo, confeccionado com a placa microcontroladora arduíno Mega 2560, conectado a 15 sensores digitais de temperatura e umidade DHT11.

O datalogger deve ser programado primeiramente, para a coleta e armazenagem dos dados através da IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do arduíno. A programação do dispositivo para a coleta e armazenamento dos dados de temperatura e umidade, obedece às etapas descritas no fluxograma apresentado na Figura 9.

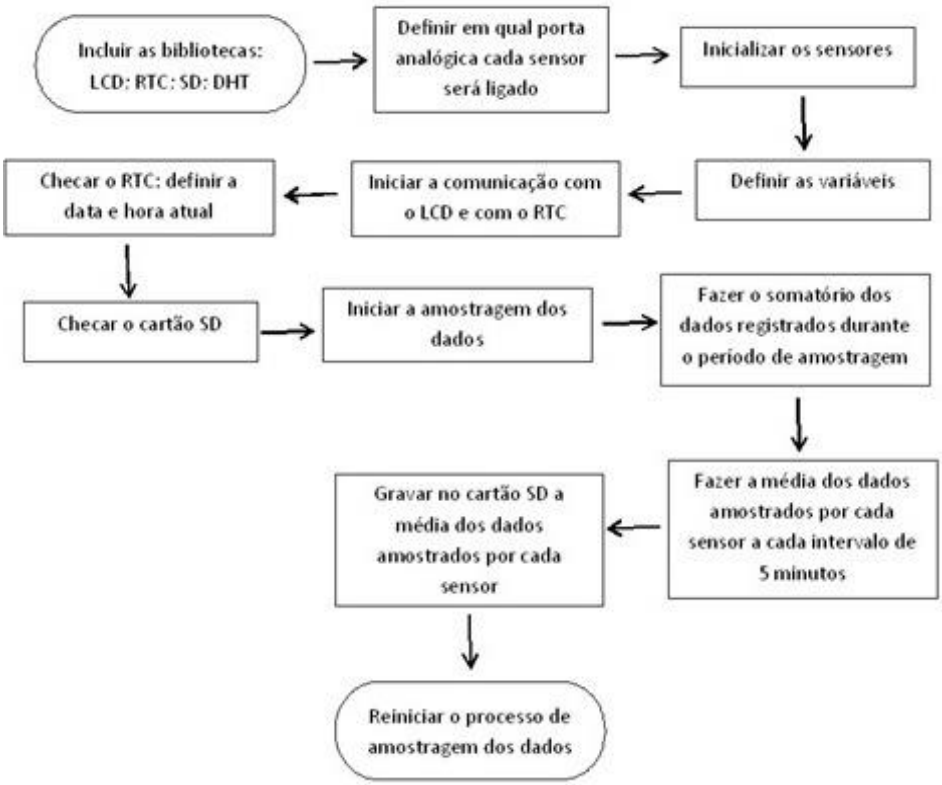


Figura 9. Fluxograma das etapas de programação do datalogger alternativo.

CONCLUSÃO

Para uma análise completa da condição térmica do interior de instalações avícolas, é necessária a coleta de informações referentes à temperatura e umidade relativa do ar em diversos pontos no interior da instalação. A utilização dos dataloggers comerciais para esse fim, muitas vezes é inviável devido ao alto preço desses equipamentos. Neste caso a confecção de sistemas de instrumentação alternativos, com sensores digitais conectados placas microcontroladoras, mostra-se uma alternativa viável em substituição aos dataloggers comerciais para a coleta de dados de temperatura e umidade relativa no interior de instalação de criação animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOSONG. Temperature and humidity module DHT11 Product Manual. 2017. Disponível em: https://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/DHT11.pdf

AOSONG. Temperature and humidity module AM2302 Product Manual. 2017. Disponível em: http://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/AM2302.pdf

D-ROBOTICS UK. DHT11 humidity & temperature sensor. 2010. Disponível em: http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf.

GABRIEL FILHO, L. R. A.; PEREIRA, D. F.; BARATO, F. F.; MAGALHÃES, M. M. Method of numerical correction of errors occasioned by delay of records during the monitoring of environmental variables of interest for animal production. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 31, n.5, p.835-846, 2011

OLIVEIRA, M. E. Desenvolvimento de um sistema automatizado de monitoramento de ambientes de produção animal, utilizando uma rede de sensores sem fio. Pirassununga: USP, 2015. Dissertação (Mestrado em Gestão e inovação na indústria animal). Universidade de São Paulo, 2015. 57p.

PENIDO, E. C. C. Projetos de automação com arduíno: guia detalhado para aplicações industriais, residenciais e agrícolas. Viçosa – MG: ed. UFV, 2017. 267p.

ROBOCORE. Comparativo arduíno. Disponível em: https://www.robocore.net/tutoriais/comparativo-arduíno.html.

SILVA, K. O.; MORAES, S. O.; MIRANDA, J. H.; PALMIERI, A. M. Sistema de automatizado para aquisição de dados de umidade relativa do ar. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p.630-638, 2007.

THOMSEN, A. O que é arduíno?. 2014. Disponível em: https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduíno/

CUSTO ENERGÉTICO DE CONSTRUÇÃO DE GALPÃO TIPOLOGIA *DARKHOUSE*

Matheus Campos Mattioli[1], Alessandro Torres Campos[2], Jacqueline Cardoso Ferreira[3], Alessandro Vieira Veloso[4], Tadayuki Yanagi Junior[5]

[1]Universidade Federal de Lavras (UFLA). Doutorando em Engenharia Agrícola pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA/UFLA). mattioli-cmatheus@hotmail.com;
[2]Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor Associado Departamento de Engenharia (DEG/UFLA), Bolsista de Produtividade em Pesquisa CNPq. campos@deg.ufla.br;
[3]Universidade Federal de Lavras (UFLA). Doutoranda em Engenharia Agrícola pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA/UFLA). jacardosof@yahoo.com.br.
[4]Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor Adjunto Departamento de Engenharia (DEG/UFLA). alessandro.veloso@deg.ufla.br;
[5]Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor Associado Departamento de Engenharia (DEG/UFLA), Bolsista de Produtividade em Pesquisa CNPq. yanagi@deg.ufla.br.

RESUMO - Os avanços tecnológicos alcançados pelo setor de construções rurais promovem ganhos em conforto e bem-estar animal, garantindo aumentos em produtividade. Neste sentido, o presente trabalho objetivou avaliar a demanda energética, de maneira detalhada, para implantação de um galpão aviário tipo *Darkhouse*, cuja atividade produtiva constitui da criação de frangos de corte, identificando as quantidades dos principais componentes e serviços necessários à construção. Foram considerados todos os materiais e serviços inerentes a cada uma das etapas de construção, onde os totais quantificados foram convertidos em unidades de energia, identificando aqueles de maior requerimento energético. Dentre os materiais de construção utilizados, destaca-se o aço, que correspondeu a 26,19% da energia investida na instalação. Neste sentido, o cimento também ocupou posição de destaque durante a quantificação dos materiais de construção, representando 8,47%. A energia depreendida durante a fase de limpeza e movimentação de solo representou 48,52% do total investido, devido, principalmente, ao grande volume de solo movimentado. A obra consumiu um total de 3.293.064,77 MJ de energia, distribuídos entre serviços e materiais. O coeficiente energético específico do aviário modelo *Darkhouse* foi de 1.219,65 MJ m-2. Poucos trabalhos foram encontrados na literatura, principalmente brasileira, abordando os gastos energéticos em estruturas destinadas à criação de animais e da energia presente em materiais e serviços. Desta forma, os resultados obtidos no presente trabalho visam fornecer dados específicos e incentivar pesquisadores no que tange às análises energéticas.
Palavras-chave: construções rurais, avicultura de corte, análise energética, coeficiente energético, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A criação de frangos para o abate no Brasil se constitui como uma das mais importantes fontes de proteína animal, principalmente para parcela da população com menor poder aquisitivo. Representando um desafio ao setor produtivo e impulsionando

 ISBN: 978-85-66836-24-0

os avanços em manejo, nutrição, genética e bem-estar das aves por meio de instalações com maior tecnologia (DAMASCENO et al., 2010).

Os sistemas de criação que dispõem dos mais avançados instrumentos de controle das condições ambientais dentro dos galpões estão sendo cada vez mais adquiridos pelos produtores de frangos de corte. Destacam-se os sistemas automatizados com galpões do tipo *Darkhouse*, como o próprio nome diz, são estruturas fechadas onde o controle de luz é feito por controladores, bem como a renovação de ar, umidade, gases e temperatura (FUNCK; FONSECA, 2008).

Como uma forma de mensurar a sustentabilidade e a eficiência dos agroecossistemas, os estudos com base nos fluxos de energia, distribuição e conversão se mostram adequados, possibilitando a determinação detalhada da energia envolvida na obtenção de materiais, equipamentos e processos, apontando os itens de maior aporte e propondo opções ambientalmente menos impactantes (CAMPOS et al., 2003).

A criação de aves de maneira intensiva importa grandes quantidades de recursos naturais, principalmente aqueles utilizados em construções. Os componentes de maior preponderância quanto ao uso de recursos não renováveis ou de lenta renovação correspondem aos sistemas de controle ambiental, representado pelos sistemas de aquecimento, resfriamento e renovação de ar. O segundo maior importador de recursos são os materiais de construção propriamente dito, porém pouco se sabe ainda do total requisitado para a aquisição de tais materiais (PULSELLI; SIMONCINI; MARCHETTINI, 2009).

Para tanto, o presente trabalho teve por objetivo estimar o total energético, embutido nos materiais de construção, equipamentos e serviços utilizados para construção de um galpão aviário com tipologia *Darkhouse*, bem como a obtenção do coeficiente energético específico para cada metro quadrado construído.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma estimativa do montante energético gasto na construção de um galpão aviário automatizado do tipo *Darkhouse*. Para tanto, foram computados todos os gastos energéticos referentes aos serviços de terraplanagem, materiais de construção, maquinário utilizado, mão-de-obra em cada etapa de construção, instalação de equipamentos e controladores que constituem o referido sistema intensivo de criação de frangos de corte.

A área onde se procedeu o estudo está situada em uma propriedade rural, cuja principal atividade é a criação de frangos para o abate, localizada na região da Zona da Mata, estado de Minas Gerais. Apresentando clima quente e temperado, Cfb, de acordo com a classificação de Köppen e Geiger, com uma pluviosidade média de 1.482 mm ano^{-1}, ocorrendo chuvas no período mais seco do ano. Altitude de 1.164 m e temperatura média de 18,8 °C.

O galpão possui capacidade para 50.000 animais, área interna de 2.700 m² sendo em média 18,52 animais por metro quadrado durante os 42 dias de criação. Dimensões de 150 m de comprimento por 18 m de largura com revestimentos em alvenaria de blocos de concreto, pé direito de 3,00 m e cobertura em telhas de fibrocimento.

Os principais materiais e insumos pertinentes aos trabalhos preliminares e execução empregados na construção do galpão aviário do tipo *Darkhouse* e suas respectivas quantidades e coeficientes energéticos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidades e coeficientes energéticos dos principais materiais de construção, insumos e equipamento utilizado nas etapas de serviços preliminares e execução da obra.

Elementos analisados	Quantidades	Coeficiente energético	Fonte
Terraplanagem com Motoniveladora			
Energia direta - Consumida			
Óleo Diesel	2.480,0 L	47,48 MJ L^{-1}	Pimentel (1980)
Lubrificantes	30,0 kg	43,38 MJ kg^{-1}	Jasper et al. (2010)
Energia indireta - Depreciação			
Motoniveladora	17.510,0 kg	80,20 MJ kg^{-1}	Sartori et al. (2005)
Construção do Aviário			
Cimento	51.500,0 kg	4,76 MJ kg^{-1}	Fernandes e Souza (1982)
Cal	2.460,0 kg	4,35 MJ kg^{-1}	Bajay e Sant'Ana (2010)
Cascalho	33.900,0 kg	0,042 MJ kg^{-1}	Fernandes e Souza (1982)
Agregados graúdos	263.024,0 kg	0,042 MJ kg^{-1}	Fernandes e Souza (1982)
Agregados miúdos	354.090,0 kg	0,045 MJ kg^{-1}	Fernandes e Souza (1982)
Blocos concreto	42,0 m^3	614,64 MJ m^{-3}	Campos et al. (2003)
Tijolos e lajotas	26.650,0 kg	3,15 MJ kg^{-1}	Campos et al. (2003)
Telhas de fibrocimento	41.097,0 kg	3,93 MJ kg^{-1}	Campos et al. (2003)
Vergalhões de diversas bitolas	4.068,6 kg	62,78 MJ kg^{-1}	Pimentel (1980)
Materiais em aço	8.005,0 kg	62,78 MJ kg^{-1}	Pimentel (1980)
Gasolina	40,0 L	56.31 MJ L^{-1}	Binning, Pathak e Panesar (1983)
Madeira	4.011,0 kg	13,81 MJ kg^{-1}	Brasil (2001)

Para o cálculo da energia consumida por máquinas e equipamentos foi utilizada metodologia empregada por diversos pesquisadores, a qual consiste na depreciação

energética. Realizou-se a depreciação das máquinas e equipamentos envolvidos nas etapas de construção com base na vida útil e massa dos mesmos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão descritos os totais energéticos referentes aos principais materiais, insumos e equipamentos utilizados nas etapas de serviços preliminares e execução da obra.

Tabela 2. Quantidades e energia embutida nos principais materiais de construção, insumos e equipamentos utilizados nas etapas de serviços preliminares e execução.

Elementos analisados	**Quantidades**	**Energia embutida (MJ)**
Terraplanagem com Motoniveladora		
Energia direta – Consumida		
Óleo Diesel	2.480,0 L	117.750,40
Lubrificantes	30,0 kg	1.301,40
Energia indireta – Depreciação		
Motoniveladora	17.510,0 kg	1.404.302,00
Construção do Aviário		
Cimento	51.500,0 kg	245.140,00
Cal	2.460,0 kg	10.701,00
Cascalho	33.900,0 kg	1.423,80
Agregados graúdos	263.024,0 kg	11.047,00
Agregados miúdos	354.090,0 kg	15.934,10
Blocos concreto	42,0 m^3	25.814,90
Tijolos e lajotas	26.650,0 kg	83.947,50
Telhas de fibrocimento	41.097,0 kg	161.511,20
Vergalhões de diversas bitolas	4.068,6 kg	255.428,60
Materiais em aço	8.005,0 kg	502.553,90
Gasolina	40,0 L	2.252,40
Madeira	4.011,0 kg	55.391,91
	Total:	**2.894.500,11**

Da energia concernente à etapa de construção do aviário, galpão tipologia *Darkhouse*, considerando-se os serviços de terraplanagem e materiais de construção, foram empregados 2.894.500,11 MJ de energia. Somando-se às contribuições energéticas referentes ao trabalho humano, representado pela energia desprendida pelo homem, durante a execução da obra (TABELA 3), obteve-se o total de 2.898.232,41 MJ. A energia referente ao homem é considerada um ponto controverso em se tratando de análises energéticas, devido a sua pequena contribuição em relação aos demais componentes.

Porém, vale ressaltar a indispensabilidade da força de trabalho do homem, neste caso, expresso em unidades de energia.

Levando em consideração somente a energia utilizada para construção do galpão em relação a sua área total, encontrou-se o índice energético de 1.073,42 MJ m^{-2}, diferindo relativamente pouco do definido por Doering III (1980), literatura clássica, de 1.711,43 MJ m^{-2} para construções não residenciais. Campos et al. (2003) encontraram um índice de 587,09 MJ m^{-2} para um galpão de armazenamento de feno.

Tabela 3. Energia referente ao trabalho humano.

Elementos analisados	Quantidades (horas)	Energia embutida (MJ)
Trabalho humano / Mão-de-obra		
Operador de motoniveladora	130	50,70
Encarregado	756	294,84
Pedreiro	1.832	714,48
Carpinteiro	600	234,00
Pintor	232	90,48
Soldador	408	159,12
Servente	5.496	2.143,44
Projetista	20	7,80
Eletricista	96	37,44
TOTAL:	**9.440**	**3.732,30**

O material de construção de maior requerimento energético foi representado pelo aço, correspondendo a 26,19% do total de energia investida em materiais. As ferramentas e materiais utilizados durante as fases de construção do aviário, que possuem o aço como elemento principal ou presente em sua constituição foram contabilizados, bem como as quantidades inerentes às estruturas de fundação, pilares, treliças, como integrante dos sistemas automatizados, tanto nos sistemas de arrefecimento, quanto nos sistemas automatizados para o fornecimento de ração e água.

Segundo Camioto e Rebelatto (2014), a energia direta utilizada na forma de combustível para o processamento do aço representa um risco ao meio ambiente devido às altas emissões de gases de efeito estufa e, também, como um considerável importador de recursos não renováveis ou de lenta renovação, como o carvão mineral e o petróleo. Os autores salientam que para o ano de 2011, os combustíveis sólidos foram os que mais contribuíram ao aporte energético do preparo do aço, sendo o coque de carvão mineral, carvão vegetal e o carvão mineral os mais consumidos, totalizando 328.918,88; 162.749,29 e 82.651,63 TJ, respectivamente. A energia elétrica correspondeu com 82.651,63 TJ e o gás natural com 39.903,37 TJ. Os combustíveis líquidos desempenharam papel de pouca importância na composição da matriz energética das indústrias. Estes

valores são representativos de somente uma etapa do processo de obtenção dos componentes que possuem aço em sua constituição, devendo se acrescentar a energia referente à extração de matérias-primas, transportes, moldagem, fabricação, estamparia, dentre outros, o que justifica o elevado coeficiente energético conferido ao aço.

O segundo material de construção que apresentou maior aporte energético foi o cimento, correspondendo a 8,47% do total de energia. Este material, de acordo com Zhang e Wang (2016), possui posição de destaque no setor de construção, devido ao alto investimento energético na sua confecção, somado ao alto volume de carbono emitido para a atmosfera durante o processamento. Os autores reforçam, ainda, que com os avanços da tecnologia de produção do aço e do cimento, proporcionalmente, menores quantidades vêm sendo fabricadas, em vista da otimização no uso dos materiais de construção, técnicas em peças pré-fabricadas e materiais alternativos. A energia agregada nos principais materiais de construção como o cimento, cal, gesso, ferro, aço e seus subprodutos correspondem, em sua maioria, à extração e ao processamento, a manufatura corresponde em média por 71,1% a 88,1% do total (ZHANG; WANG, 2016).

O item madeira, composto por madeira roliça e tábuas, principalmente, contribuiu com 55.391,91 MJ ou 1,91%, tendo a possibilidade, ainda, de ser utilizada no sistema de criação de frangos de corte como fonte de energia para o aquecimento de animais jovens. Funck e Fonseca (2008) apontam que o consumo energético correspondente à madeira não possui correlação com seu valor monetário, devido a seu alto poder calorífico tem-se a impressão de constituir um componente que onera a atividade.

Com relação aos trabalhos de limpeza e nivelamento do terreno, o equipamento motonivelador representou 48,52% da energia empregada na construção do galpão, valor encontrado mediante depreciação do equipamento em relação a sua vida útil e massa, contabilizando apenas as horas de utilização. Veloso (2014), trabalhando com custo energético de construção de biodigestores modelo canadense, onde foram realizadas operações com movimentação de solo, o maquinário correspondeu com 6.324,64 MJ ou 1,29% do custo total de construção dos dois biodigestores. Este gasto exacerbado com movimentação de terra, assim como no presente trabalho, se torna um entrave ao produtor, onde as condições topográficas, em sua grande maioria, não são ideais à construção dos galpões aviários sob a orientação correta, podendo até, tornar inviável a implantação do sistema.

No que se refere à energia consumida na forma de combustíveis e lubrificantes, foram necessários 119.051,80 MJ ou 4,11% do total energético, praticamente o dobro do

valor observado por Veloso (2014), 67.348,70 MJ ou 13,73% do total de energia requerida para a construção de dois biodigestores.

Para obter um valor mais próximo ao realmente investido em energia dentro do galpão, foram considerados também, todos os equipamentos, tubulações, controladores, dentre outros instrumentos de climatização que equipam o sistema (TABELA 4).

Tabela 4. Quantidades e contribuições energéticas dos principais componentes automatizados e de climatização do galpão.

Elementos analisados	**Quantidades (kg)**	**Energia embutida (MJ)**
Material Hidráulico		
PVC*	180,0	21.598,20
Tubulação metálica	20,0	1.255,60
Ferramentas e Serralheria		
Materiais em aço	340,2	21.360,27
Plásticos	1,2	156,05
Instalação Elétrica		
Plásticos	120,0	15.604,80
Fios elétricos	400,0	18.008,00
Comedouros		
Tubulação metálica	967,5	60.739,65
PVC*	800,0	95.992,00
Bebedouros		
Tubulação metálica	450,0	28.251,00
PVC*	85,0	10.199,15
Exaustores	1.260,0	105.436,80
Conjunto de Nebulização		
Motobomba 0,75 cv	13,0	1.087,84
Tubulação de PVC*, juntas e nebulizadores de PVC*	110,0	13.198,90
Sistema Pad Cooling		
Motobomba 0,75 cv	13,0	1.087,84
Tubulação de PVC*	12,0	1.439,88
Painéis evaporativos	228,0	3.148,68
*Policloreto de vinila.	**Total:**	**398.564,66**

A construção do galpão, somada à mão-de-obra utilizada, sistemas automatizados e de climatização contabilizaram um total de 3.293.064,77 MJ ou 1.219,65 MJ m^{-2}, valor este análogo ao encontrado por Santos e Lucas Júnior (2004), para um galpão convencional de criação de frangos de corte, onde foram necessários 1.212.780,52 MJ ou 1.031,27 MJ m^{-2} de área construída. Angonese et al. (2006), trabalhando com galpão suinícola, estimaram um índice energético de 956,03 MJ m^{-2} ou 835.880 MJ em um galpão de 874,32 m^2, o que pode ser justificado pela maior simplicidade construtiva conferida às referidas instalações.

Veloso (2014), trabalhando com um sistema de criação de suínos com um plantel de 5.955 animais, obteve o gasto em instalações na ordem de 5.711.323,22 MJ, distribuídos em uma área de 5.974 m^2, comprovando que os galpões com tipologia *Darkhouse* demandam grandes quantidades de energia, porém, promovem condições ambientais locais próximas à zona de neutralidade térmica, onde os animais poderão expressar todo seu potencial produtivo.

CONCLUSÕES

O índice energético estimado por área interna do galpão foi de 1.073,42 MJ m^{-2}, somente para a construção, e 1.219,65 MJ m^{-2} ao se considerar o galpão tipologia *Darkhouse* somando-se os sistemas automatizados.

As operações de limpeza do terreno e movimentação de solo totalizaram 48,52% do total energético requisitado, de forma a posicionar o galpão no sentido leste-oeste.

Os materiais que mais demandaram energia na construção do galpão foram o aço e o cimento, representando 26,19% e 8,47% respectivamente do total energético investido, concernente à importante função estrutural destes componentes, estando presentes nos pilares, fechamentos e estrutura treliçada que suporta o telhado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGONESE, A.; CAMPOS, A.T.; ZACARKIM, C.E.; MATSUO, M. S.; CUNHA, F. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 745-750, jul./set. 2006.

BAJAY, S. V.; SANT'ANA, P. H. M. Oportunidades de eficiência energética para a indústria: relatório setorial: cal e gesso. Brasília, DF: CNI, 2010. 42 p.

BINNING, A. S.; PATHAK, B. S.; PANESAR, B. S. The energy audit of crop production system: research report, school of energy studies for agriculture. Ludhiana: Punjab Agricultural University, 1983.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Balanço energético nacional. Brasília, DF, 2001. 154 p.

CAMIOTO, F. C.; REBELATTO, D. A. N. Análise da contribuição ambiental por meio da alteração da matriz energética do setor brasileiro de ferro-gusa e aço. Gestão & Produção, São Carlos, v. 21, n. 4, p. 732-744, 2014.

CAMPOS, A. T.; SAGLIETTI, J. R. C.; CAMPOS, A. T.; BUENO, O. C. Análise energética na produção de feno de Cynodon dactylon (L.) pers. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 349-358, maio/ago. 2005.

CAMPOS, A. T.; SAGLIETTI, J. R. C.; CAMPOS, A. T.; BUENO, O. C.; RESENDE, H.; GASPARINO, E.; KLOSOWSKI, E. S. Custo energético de construção de uma instalação para armazenagem de feno. Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 667-672, 2003.

DAMASCENO, F. A.; JUNIOR, T. Y.; LIMA, R. R.; GOMES, R. C. C.; MORAES, S. R. P. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 34, n. 4, p. 1031-1038, jul./ago. 2010.

DOERING III, O. C. Accouting for energy in farm machinery and buildings. In: PIMENTEL, D. (Ed.). Handbook of energy utilization in agriculture. Boca Raton: CRC, 1980. p. 9-14.

FERNANDES, M. P.; SOUZA, A. M. T. Balanço energético: o consumo de energia na construção civil. Revista Brasileira de Tecnologia, Brasília, DF, v. 13, n. 3, p. 22-36, 1982.

FUNCK, S. R.; FONSECA, R. A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 91-97, 2008.

JASPER, S. P.; BIAGGIONI, M. A. M.; SILVA, P. R. A.; SEKI, A. S.; BUENO, O. C. Análise energética da cultura do crambe (Crambe abyssinica Hochst) produzida em plantio direto. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 395-403, 2010.

PELLIZZI, G. Use of energy and labour in Italian agriculture. Journal of Agricultural Engineering Research, Silcoe, v. 52, p. 111-119, 1992.

PIMENTEL, D. Handbook of energy utilization in agriculture. Boca Raton: CRC, 1980. 475 p.

PULSELLI, R. M.; SIMONCINI, E.; MARCHETTINI, N. Energy and emergy based cost-benefit evaluation of building envelopes relative to geographical location and climate. Building and Environment, Oxford, v. 44, p. 920-928, 2009.

SANTOS, T. M. B.; LUCAS JÚNIOR, J. Balanço energético em galpão de frangos de corte. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 25-36, jan./abr. 2004.

SARTORI, L.; BASSO, B.; BERTOCCO, M.; OLIVIERO, G. Energy use and economic evaluation of a three year crop rotation for conservation and organic farming in NE Italy. Biosystems Engineering, Oxford, v. 91, p. 245-256, 2005.

VELOSO, A. V. Análise ambiental e energética de sistema de produção de suínos com tratamento de dejetos em biodigestor. 2014. 192 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

ZHANG, Z. Y.; WANG, B. Hybrid input-output analysis for life-cycle energy consumption and carbon emissions of China's building sector. Building and Environment, Oxford, v. 104, p. 188-197, May 2016.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

BALANÇO ENERGÉTICO DE SISTEMA DE PRODUÇÃO DE FRANGOS EM GALPÕES TIPO *DARKHOUSE*

Matheus Campos Mattioli[1], Alessandro Torres Campos[2], Jacqueline Cardoso Ferreira[3], Alessandro Vieira Veloso[4], Tadayuki Yanagi Junior[5]

[1]Universidade Federal de Lavras (UFLA). Doutorando em Engenharia Agrícola pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA/UFLA). mattioli-cmatheus@hotmail.com;
[2]Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor Associado Departamento de Engenharia (DEG/UFLA), Bolsista de Produtividade em Pesquisa CNPq. campos@deg.ufla.br;
[3]Universidade Federal de Lavras (UFLA). Doutoranda em Engenharia Agrícola pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA/UFLA). jacardosof@yahoo.com.br.
[4]Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor Adjunto Departamento de Engenharia (DEG/UFLA). alessandro.veloso@deg.ufla.br;
[5]Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor Associado Departamento de Engenharia (DEG/UFLA), Bolsista de Produtividade em Pesquisa CNPq. yanagi@deg.ufla.br.

RESUMO: O balanço energético pode ser utilizado como uma importante ferramenta no que diz respeito a avaliação da sustentabilidade de biossistemas, tanto no aspecto produtivo quanto ambiental. Desta forma o presente trabalho teve por objetivo caracterizar e analisar energeticamente um sistema comercial de produção de frangos de corte confinados em galpões tipologia *Darkhouse*. Para tanto considerou-se as fronteiras do sistema em estudo coincidentes com as da propriedade. Foram computados os quantitativos em energia envolvidos no processo e obteve-se a eficiência de conversão de energia das matérias primas em produtos finais. Os totais de energia foram divididos entre energia de entrada de forma direta, consumidas a cada ciclo produtivo, e indireta, energia presente em equipamentos, estruturas e outras fontes que contribuem com mais de um ciclo de produção. O total em energia convertida pelo sistema foi de 3.411.464,92 MJ, de um consumo de 7.420.351,92 MJ, obtendo um coeficiente energético de 0,46, considerado adequado a sistemas de produção intensivo e tecnificado como é o caso do presente estudo. Foram consumidos em média 37,55 MJ para cada quilograma de frango. A ração se mostrou como o insumo que mais demandou energia no processo produtivo.
Palavras-chave: Sustentabilidade, análise energética, construções rurais, avicultura, instalações para aves de corte.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de frangos estão cada vez mais dependentes de tecnologia, importando práticas científicas modernas e de automação com o intuito de obter maior eficiência energética e máximo benefício econômico (Heidari et al., 2011), como é o caso dos sistemas de criação de frangos em *Darkhouse*, que se mostram altamente eficientes em conversão alimentar quando comparados a um sistema de criação convencional, obtendo produção significativamente maior (Carvalho et al., 2015).

Um mecanismo utilizado para a avaliação da eficiência de sistemas produtivos é o balanço de energia, estabelecendo os fluxos de energia inerentes à produção,

identificando sua eficiência em conversão da energia através da relação energia convertida por energia consumida e também a energia necessária para se produzir 1 kg de produto (Veloso et al., 2012). Segundo Ebrahimi et al. (2016), se produtores ineficientes se atentassem aos insumos que mais consomem energia dentro de seus processos, conseguiriam melhorar consideravelmente aspectos econômicos e energéticos.

Neste sentido, existe uma escassez de análises e coeficientes energéticos específicos para determinados componentes estudados, que incluam a energia fóssil consumida durante a extração, fabricação e transporte das matérias-primas e demais produtos, adaptado às condições atuais e locais da área estudada (Vigne et al., 2012).

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho, realizar a análise energética de um sistema de criação de frangos de corte, em sistema tipo *Darkhouse,* determinando a eficiência energética, a demanda energética total e mensurar as condições referentes à sustentabilidade energética do biossistema estudado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma granja comercial de frangos de corte, pertencente ao grupo Frangos Atalaia, situada no município de Coronel Xavier Chaves, estado de Minas Gerais. A região apresenta altitude média de 970 m, latitude 21° 02' 42" sul e longitude 44° 10' 10" oeste, com clima subtropical úmido (Cwa), segundo classificação climática de Köppen-Geiger.

O período de estudo compreendeu um ciclo completo de produção de frangos, ou seja, 56 dias. Dentre eles, 11 foram de vazio sanitário, onde foram realizadas as operações para retirada da cama-de-frango do ciclo anterior, higienização do galpão, descanso e distribuição de novo material de cama destinado ao novo lote, e 45 dias, aproximadamente, para entrada dos pintinhos de 1 dia, crescimento, engorda e saída dos animais para o abate.

A delimitação da fronteira do sistema se fez coincidente com a área total referente às atividades produtivas, com aproximadamente 40.000 m², possuindo dois galpões do tipo *Darkhouse*, casa do caseiro, composteira para descarte de animais mortos, casa de gerador, dois silos de fundo cônico para armazenamento de ração e um conjunto de caixas de água.

Na metodologia do balanço de energia é necessário levar em consideração todas as entradas e saídas da energia nas delimitações da fronteira do sistema, onde as entradas

são classificadas em diretas e indiretas (Angonese et al., 2006; Souza et al., 2009; Jasper et al., 2010; Veloso et al., 2012; Veloso, 2014). As energias diretas são aquelas consumidas ou incorporadas totalmente no período em estudo, enquanto que a energia indireta contribui em mais de um ciclo produtivo, sendo diluído seu custo energético ao longo da vida útil do componente.

De acordo com informações históricas da empresa, o consumo diário de ração é de 7.100 kg e a necessidade média de água é de 16.000 L, para os dois aviários. Os tratores que foram utilizados para transporte, deposição e revolvimento da cama consumiram um total de 320 L de combustível. Foram depositadas 30 toneladas de serragem por aviário como material de cama.

A quantificação energética das instalações, máquinas e equipamentos foi baseada na depreciação energética, durante a sua vida útil. Neste caso foram considerados 56 dias de uso de toda a infraestrutura da propriedade, depreciados energeticamente de acordo com a vida útil inerente a cada e com auxílio de seus respectivos manuais, de maneira análoga ao que foi realizado por Pimentel (1980), Campos et al. (2003), Santos & Lucas Júnior (2004), Heidari et al. (2011), Veloso et al. (2012) e Veloso (2014).

Após o período de vazio sanitário, foram dispostas nos galpões 78.000 aves em 4.959 m², cada ave com, aproximadamente, 46,5 g. Ao final do ciclo, os animais apresentaram peso médio de 2,6 kg, totalizando 197.600 kg de peso vivo e com uma deposição média de 220 toneladas de resíduos sobre a cama, que foi comercializada com produtores de vegetais da região.

Para o cálculo do balanço energético foram computadas todas as entradas de energia no sistema, divididas entre energia direta e energia indireta. Em seguida, efetuou-se a conversão das quantidades em unidades de energia, onde obteve-se o total de energia que sai do sistema, finalizando assim o balanço de energia.

Para o cálculo da eficiência energética do sistema (η) empregou-se a equação:

$$\eta = (\Sigma \text{ E Convertida})/(\Sigma \text{ E Consumida})$$

Em que:

a) Σ Energia Consumida = Σ (ED consumida + EI consumida);

b) Energia Convertida – estimativa de energia que sai do processo de produção;

c) Energia Consumida – estimativa de energia de entrada envolvida no processo de produção;

d) ED – estimativa de energia direta;

e) EI – estimativa de energia indireta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a obtenção do total de energia envolvida no processo foram realizados os cálculos de conversão das quantidades de insumos utilizados em um único ciclo de produção, representados pelas entradas de energia na forma direta e também os gastos inerentes à depreciação com base energética, energia indireta, referente a 56 dias de utilização dos componentes contribuintes em mais de um ciclo produtivo.

Na Tabela 1 estão caracterizados os principais componentes utilizados no sistema e suas respectivas contribuições energéticas, representando as entradas de energia na forma direta e indireta deste estudo de balanço de energia.

Tabela 1. Entradas de energia direta e indireta no sistema de produção de frangos de corte expressos em MJ.

Entradas de energia (Inputs)	Energia de entrada (MJ)
Energia Direta	
Pintinhos de 1 dia	19.870,22
Ração	5.587.200,00
Água	453,60
Energia elétrica	50.688,41
Diesel	15.193,60
Lubrificantes	867,60
Serragem para cama-de-frango	1.152.000,00
Lenha para fornalha	552.960,00
Trabalho humano	729,52
Insumos veterinários	15.540,00
Parcial 1:	7.395.502,95
Energia Indireta	
Galpões Darkhouse	7.222,44
Composteira	273,37
Casa do gerador	233,52
Caixas d'água de fibra	92,04
Silos de ração em aço	231,17
Sistemas automatizados	442,98
Trator Bobcat	4.229,94
Trator monociclo Husqvarna TR430	151,56
Gerador	754,22
Fornalhas	692,94
Caminhão truck caçamba	10.524,80
Parcial 2:	24.848,97
TOTAL:	7.420.351,92

A maior quantidade de energia direta que entra no sistema foi proveniente da ração com 75%, fato este também observado por diversos autores, assim como Santos & Lucas Júnior (2004) que realizaram o balanço energético de um sistema de criação convencional de frangos de corte onde o item ração foi o insumo que mais demandou energia, representando 86,50% do total de energia direta. Este insumo, assim como verificado na literatura, representa o principal ponto estrangulador dos sistemas de produção agropecuários modernos.

Trabalhando com análise energética de um sistema de produção de suínos sobre cama-sobreposta, Veloso et al. (2012) também identificaram a ração como o item que mais requereu energia na forma direta com 80,57%, valor este próximo ao observado por Souza et al. (2009) com 80,26% e Lammers et al. (2012) com 81,02% das entradas em energia direta advindas da ração. Entretanto, o valor encontrado por Veloso (2014) é representativo de quase toda a energia gasta de forma direta, contribuindo com 98,18% do total de entrada direta em um sistema de produção de suínos em ciclo completo com instalações convencionais.

Neste sentido, em estudo similar, Angonese et al. (2006) apontaram o gasto de 95,28% da energia direta com ração, demonstrando que assim como no presente trabalho, a ração é o insumo de maior demanda energética em sistemas de produção de carne, caracterizando assim o principal ponto estrangulador de energia dos sistemas estudados. Há a necessidade de desenvolvimento de dietas ou tecnologias para uma maior conversão alimentar ou menores gastos com ração, garantindo maiores acréscimos em produção.

O segundo maior consumidor de energia foi correspondente à madeira, utilizada tanto como material de cama para os frangos quanto como fonte energética para o aquecimento de animais jovens, contribuindo com 23,05% do total de energia direta que entra no sistema. Segundo Funck & Fonseca (2008), o gasto energético com aquecimento de frangos por meio da lenha foi de 173,21 GJ lote^{-1}, enquanto que o encontrado neste estudo foi de 276,48 GJ lote^{-1}, possivelmente devido ao maior tamanho da área que foi aquecida nos galpões estudados, sendo 4.950 m² aproximadamente para os dos dois galpões, contra 1.200 m² de área interna referente ao estudo dos autores retromencionados.

Ainda sobre o gasto de energia com madeira, mais especificamente com material de cama-de-frango, observou-se o dispêndio de 15,52% do total das entradas diretas. Neste mesmo sentido, Santos & Lucas Júnior (2004) computaram um gasto total de 121,77 MJ ou 4,96% do total de energia que entra no sistema advindo da maravalha

utilizada como material de cama-de-frango. No balanço de energia feito por Veloso et al. (2012), o gasto referente à cama-sobreposta de serragem, mesmo material utilizado no sistema em estudo, foi da ordem de 11,90% dos inputs de energia.

Quanto ao uso de energia elétrica foi encontrado um gasto por ciclo de produção de 50.688,41 MJ ou 0,7% do total empregado no sistema, valor superior ao encontrado por Santos & Lucas Júnior (2004) com 0,4%, o que pode ser explicado pela alta exigência em energia elétrica dos sistemas automatizados de criação, em especial os sistemas tipo *Darkhouse*, que são extremamente dependentes de energia para o funcionamento dos equipamentos e controladores.

Para obtenção dos valores das entradas de energia na forma indireta foram realizados os cálculos de depreciação energética, ou seja, depreciação em termos energéticos dos componentes envolvidos em um ciclo período de produção, com base na quantidade de horas em utilização no tocante à vida útil e massa dos mesmos. Nota-se a maior contribuição em energia proveniente das máquinas, que são utilizadas para o transporte e manejo da cama-de-frango, sendo 42,35 e 17,63% correspondentes ao caminhão e aos tratores, respectivamente.

O segundo componente de maior contribuição foram as instalações, com 29,06% do total de entradas de energia na forma indireta. O percentual total de energia empregada na forma indireta foi de 0,33%, enquanto que os 99,67% restantes corresponderam à energia direta, não foram encontradas semelhantes proporções em trabalhos de balanço de energia em criação de frangos de corte, porém Souza et al. (2009) encontraram a proporção de 98,25 para 1,75% de consumo de energia indireta e direta, respectivamente. Valor mais próximo ainda ao obtido no presente trabalho remete também ao sistema de criação de suínos, onde 99,70% da energia utilizada se deu de forma direta (Veloso et al., 2012). Em trabalho de criação de frangos para o abate, Santos & Lucas Júnior (2004) descreveram uma proporção de 51,2% da energia que entra no sistema provém da energia de máquinas e equipamentos, enquanto que 48,8% correspondem à energia direta.

Conforme a Tabela 2, as principais saídas de energia do sistema se deram por frangos (carne) e material de compostagem (adubo orgânico), sendo desconsideradas as perdas representadas por vapor de água e gases (gás carbônico, amônia, dentre outros) que escapam da fronteira do sistema.

Tabela 2. Saídas de energia do sistema de produção de frangos de corte em MJ.

Saídas de energia (Outputs)	Quantidade	Coeficiente energético	Referência	Energia de saída (MJ)
Cama-de-frango e compostagem de animais	98.956 kg MS	15,23 MJ kg^{-1} MS^{-1}	Santos & Lucas Júnior (2004)	1.507.099,88
Frangos vivos para o abate	73.784 kg MS	25,81 MJ kg^{-1} MS^{-1}		1.904.365,04
			Total:	3.411.464,92

No estudo da energia envolvida neste sistema de produção, foram necessários 7.420.351,91 MJ de energia (energia consumida) para se produzir 3.411.461,00 MJ de energia em produtos (energia convertida), ao passo que a eficiência energética ou eficiência de conversão da energia do sistema foi de 0,46 ou 46%. Os resultados se aproximam aos encontrados por diversos autores, com valores de conversão variando de 25,29 a 41,73% (Santos & Lucas Júnior, 2004; Souza et al., 2009; Veloso et al., 2012; Veloso, 2014).

A quantidade de energia necessária para se produzir 1 kg de frango vivo para o abate foi de 37,55 MJ, valor este inferior ao encontrado por Santos & Lucas Júnior (2004), trabalhando com frangos de corte criados em sistema convencional com instalações em madeira, de 69,04 MJ kg^{-1} de frango vivo. Valores mais próximos ao encontrado neste estudo foram observados por Souza et al. (2009) e Veloso et al. (2012), trabalhando em estudo de análise energética de suinocultura, onde encontraram os valores de 41,73 e 53,35 MJ kg^{-1} de suíno vivo para o abate.

Segundo Heidari et al. (2011), o uso de energia na produção de frangos de corte não é eficiente e acaba sendo prejudicial ao meio ambiente devido ao uso excessivo de recursos naturais. Os autores apontam ainda que a redução no uso de combustíveis fósseis e ração seriam úteis não só na redução dos efeitos negativos para o ambiente e saúde humana, mas mantendo a sustentabilidade e diminuindo custos de produção.

Poucos são os estudos envolvendo análise energética de biossostemas, representado na carência de dados na literatura, expressando a necessidade de mais trabalhos e coeficientes específicos para as condições brasileiras.

CONCLUSÕES

O sistema estudado apresentou um coeficiente energético de 0,95.

O consumo de ração foi considerado o principal ponto estrangulador de energia do sistema.

Obteve se o coeficiente de conversão de 37,55 MJ kg^{-1} de frango vivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGONESE, A. R.; CAMPOS, A. T.; ZACARKIM, C. E.; MATSUO, M. S.; Cunha, F. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, p.745-750, 2006.

CAMPOS, A. T.; SAGLIETTI, J. R. C.; CAMPOS, A. T. DE; BUENO, O. DE C.; RESENDE, H.; GASPARINO, E.; KLOSOWSKI, E. S. Custo energético de construção de uma instalação para armazenagem de feno. Ciência Rural, v.33, p.667-672, 2003.

CARVALHO, R. H.; SOARES, A. L.; GRESPAN, M.; SPURIO, R. S.; CORÓ, F. A.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M. The effects of the dark house system on growth, performance and meat quality of broiler chicken. Animal Science Journal, v.86, p.189-193, 2015.

COSTA, F. G. P.; SILVA, J. H. V. DA; LIMA, R. C. DE; OLIVEIRA, C. F. S. DE; RODRIGUES, V. P.; PINHEIRO, S. G. Scientific progress in the production of monogastric in the first decade of the twenty-first century. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, p.288-302, 2010.

DOERING III, O. C.; CONSIDINE, T. J.; HARLING, C. E. Accouting for tillage equipment and other machinery in agricultural energy analysis. Indiana: Purdue University, 1977. 4p. Agricultural Experiment Station NSF/RA, 770128.

EBRAHIMI, S.; GUNDOSHMIAN, T. M.; ABDI, R.; JADIDI, M. R. Energy efficiency improvement for broiler production using non-parametric techniques. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, v.18, p.121-132, 2016.

FERNANDES, M. P.; SOUZA, A. M. T. Balanço energético: O consumo de energia na construção civil. Revista Brasileira de Tecnologia, v.13, p.22-36, 1982.

FUNCK, S. R.; FONSECA, R. A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, p.91-97, 2008.

HEIDARI, M. D.; OMID, M.; AKRAM, A. Energy efficiency and econometric analysis of broiler production farms. Energy, v.36, p.6536-6541, 2011.

JASPER, S. P.; BIAGGIONI, M. A. M.; SILVA, P. R. A.; SEKI, A. S.; BUENO, O. C. Análise energética da cultura do crambe (Crambe abyssinica Hochst) produzida em plantio direto. Engenharia Agrícola, v.30, p.395-403, 2010.

LAMMERS, P. J.; KENEALY, M. D.; KLIEBENSTEIN, J. B.; HARMON, J. D.; HELMERS, M. J.; HONEYMAN, M. S. Energy use in pig production: An examination of current Iowa systems. Journal of Animal Science, v.90, p.1056-1068, 2012.

MEUL, M.; NEVENS, F.; REHEUL, D.; HOFMAN, G. Energy use efficiency of specialized dairy, arable and pigfarms in Flanders. Agriculture, Ecosystems & Environment, v.119, p.135-144, 2007.

MUDAHAR, M. S.; HIGNETT, T. P. Energy requirements, technology, and resources in the fertilizer sector. In: Helsel, Z. R. (ed.). Energy in plant nutrition and pest control. Oxford: Elsevier, 1987. v. 2, p.25-62.

PIMENTEL, D. Handbook of energy utilization in agriculture. Boca Raton: CRC, 1980. 475p.

Santos, T. M. B.; Lucas Júnior, J. de. Balanço energético em galpão de frangos de corte. Engenharia Agrícola, v.24, p.25-36, 2004.

SOUZA, C. DE V.; CAMPOS, A. T.; BUENO, O. DE C.; SILVA, E. Análise energética em sistema de produção de suínos com aproveitamento dos dejetos como biofertilizante em pastagem. Engenharia Agrícola, v.29, p.547-557, 2009.

VELOSO, A. V. Análise ambiental e energética de sistema de produção de suínos com tratamento de dejetos em biodigestor. Lavras: UFLA, 2014. 192 p. Tese Doutorado

VELOSO, A. V.; CAMPOS, A. T.; PAULA, V. R. DE; DOURADO, D. C.; YANAGI JÚNIOR, T.; SILVA, E. B. Energetic efficiency of a deep bed swine production system. Engenharia Agrícola, v.32, p.1068-1079, 2012.

VIGNE, M.; MARTIN, O.; FAVERDIN, A. P.; PEYRAUD, J. L. Comparative uncertainty analysis of energy coefficients in energy analysis of dairy farms from two French territories. Journal of Cleaner Production, v.37, p.185-191, 2012.

YILMAZ, I.; AKCAOZ, H.; OZKAN, B. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.30, p.145-155, 2005.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

AMBIÊNCIA NA BOVINOCULTURA

Giane Lima Nepomuceno[1], Daiane Cecchin[2], Flávio Alves Damasceno[3], Pedro Ivo Sodré Amaral[4], Francine Aparecida Sousa[5], Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz[3], Jaqueline de Oliveira Castro[3], Afonso Rangel Garcez de Azevedo[2], Vasco Manuel Fitas da Cruz[6]

[1]Mestranda em Engenharia de Biossistemas – PGEB, Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói-RJ. gianelnepomuceno@gmail.com;
[2]Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente, Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói-RJ. daianececchin@id.uff.br, afonso.garcez91@gmail.com,
[3]Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG, flavio.damasceno@ufla.br, patricia.ponciano@ufla.br, jaqueline.castro@ufla.br
[4] Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, Alfenas–MG, pedroivosodre@gmail.com [5]Gerente na SEMAG/ARACRUZ – ES francine.sousa@ymail.com,
[6]Universidade de Évora – UE, Évora-Portugal, vfc@uevora.pt

RESUMO - São muitos os fatores que contribuem para o aumento dos efeitos do estresse térmico como, produtividade, raça e sistema de criação. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho realizar uma revisão bibliográfica com o intuito de destacar a importância da ambiência no desempenho produtivo de vacas leiteiras. A combinação da alta temperatura e a elevada umidade relativa do ar pode prejudicar a dissipação de calor corporal. Animais em estresse térmico podem apresentar alterações comportamentais e fisiológicas. A mensuração da frequência respiratória, frequência cardíaca, temperatura superficial e temperatura retal (temperatura interna) são ferramentas que podem ser utilizadas para diagnosticar o estresse térmico em bovinos. Sendo assim, a climatização pode ser utilizada proporcionando aos animais um ambiente com temperaturas mais amenas, evitando situações de estresse térmico e possibilitando que os animais expressem seu potencial produtivo.
Palavras-chave: conforto térmico; bovinocultura leiteira; bem-estar; construções rurais.

INTRODUÇÃO

Os bovinos da raça Holandesa destacam-se por serem animais de grande porte, peso elevado, com alta taxa de ingestão de matéria seca, elevada produção leiteira, possuem boa habilidade materna, úbere grande, e ligamentos fortes para sustentação do grande volume de leite, porém são dependentes de temperatura amena (PASSETTI et al., 2016).

Pesquisadores vêm dedicando suas atenções para produção de leite, buscando solucionar os mais diversos problemas da produção, relacionando ambiência com a nutrição. Chandler (1987) e West (2002) obtiveram respostas, que variam em função de

 ISBN: 978-85-66836-24-0

fatores como nível e estágio de produção, proporção de volumoso na dieta, quantidade e qualidade da ração fornecida e amplitude das variáveis ambientais.

As condições ambientais inadequadas na produção animal resultam na diminuição do nível de bem-estar animal, consequentemente traz reflexos negativos na produtividade, como a redução da produção de leite (RIBEIRO et al., 2018).

Dessa forma objetivou-se com presente trabalho realizar uma revisão bibliográfica com o intuito de destacar a importância da ambiência no desempenho produtivo de vacas leiteiras.

RELAÇÃO ANIMAL-AMBIENTE

Em bovinos a temperatura corporal em condições normais varia entre 38,8 e 39,5º para animais adultos, podendo variar de acordo com a idade, raça e o estado fisiológico (BACCARI Jr., 1990). Vacas leiterias são mais sensíveis a temperaturas elevadas, necessitando de temperatura ambiente entre 5 e 18 ºC, porém no Brasil na maioria das regiões, (na maior parte do ano) é possível encontrar valores acima desta faixa (MORAIS et al., 2008). Segundo Perissonoto & Moura (2007) a zona de conforto térmico situa-se entre 4 e 26ºC, já para Tapki & Sahin (2006) essa faixa é de 5 a 25 ºC. A temperatura corporal do animal pode sofrer pequenas variações durante o dia, sendo mais alta no final das tardes e no início da noite, variando também durante o ciclo estral e entre as estações do ano (HEAD,1996).

Os bovinos são animais homeotérmicos e em altas temperaturas os mecanismos de termólise (perda de calor) são acionados com o intuito dos animais manterem a temperatura corporal constante (SILVA, 2000). O maior desafio de animais de alta produção criados em ambiente quentes é conseguir dissipar o calor produzido pelo próprio metabolismo. A produção de calor metabólico do animal aumenta à medida que aumenta a sua produção de leite (WEST, 2003).

Quando os mecanismos de termólise são ineficientes, o somatório da produção de calor metabólico com uma parcela de calor absorvida do meio passa a ser maior que a quantidade de calor eliminada pelas vias latente e sensível, resultando, em estocagem de calor pelos animais, elevando sua temperatura retal, a frequência respiratória, e a taxa de sudação apresenta um importante papel na termorregulação dos animais (NÓBREGA et al., 2011).

Nessas situações, a termólise evaporativa é o único meio efetivo de dissipação do excesso de calor corporal, sendo que a evaporação cutânea representa aproximadamente 85% da perda total de calor latente, enquanto o restante é perdido por meio da evaporação respiratória (MAIA et al., 2005). Sendo assim, quando há o aumento da temperatura corporal, uma das primeiras alterações fisiológicas dos animais é a elevação da sudação e a frequência respiratória, com finalidade de eliminar excesso de calor endógeno (calor interno) (RANDAL et al., 1997).

A combinação da alta temperatura e a elevada umidade relativa do ar pode prejudicar a dissipação de calor por trocas latentes (AZEVÊDO & ALVES, 2009). Os animais quando em estresse térmico podem apresentar alterações comportamentais e fisiológicas (CASTRO, 2005).

A avaliação da frequência respiratória é uma ferramenta prática que facilita o diagnóstico de estresse térmico em bovinos, sendo apresentado pelo aumento da quantidade de movimentos dos flancos do animal (HAHN, 1999), frequência respiratória acima de 60 movimentos por minuto (mov.min^{-1}) já indica estresse por calor (AZEVEDO et al., 2005), valores acima de 120 mov.min^{-1} o animal está sofrendo com a carga excessiva de calor e, acima de 160 mov.min^{-1}, medidas emergenciais devem ser realizadas para diminuir o estresse (HAHN et al., 1997). Para Cunningham (1993) a frequência respiratória considerada normal situa-se entre 36,1 a 43,9 mov.min^{-1}.

De acordo com Head (1996) e Rodrigues et al. (2010) a frequência cardíaca de bovinos, considerada normal (conforto térmico) é de 60 a 80 pulsações por minuto.

Outra forma de mensurar o nível de desconforto térmico é por meio da análise da temperatura retal (TR) dos animais. A TR é utilizada com maior frequência como índice de adaptabilidade fisiológica em ambientes quentes, uma vez que seu aumento mostra que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (MOTA, 1997). Entretanto, a TR normal de vacas deve ser entre 37,5 ºC a 39 ºC, seu aumento pode provocar a redução da capacidade produtiva e reprodutiva, sendo seu valor mínimo de manhã e máximo à tarde (SILVA et al., 2009). Já Turner et al. (1992), observaram a diminuição na TR de animais submetidos ao sistema de resfriamento adiabático evaporativo.

Segundo Ferreira et al. (2006) a temperatura de superfície normal para bovinos deve permanecer entre 31,6 a 34,7ºC, podendo ter alteração quanto a influência da composição genética e do clima.

As variáveis do ambiente térmico têm influência direta no equilíbrio térmico dos animais (SILVA et al., 2007), e com base nos dados ambientais podem ser calculados os índices de conforto térmico para analisar os efeitos prejudiciais do estresse térmico (BERMAN et al., 2016).

Um dos indicies de avaliação do ambiente térmico em animais de produção é o índice de temperatura e umidade (ITU), desenvolvido por Thom (1959). Os valores citados como ideais para vacas em lactação situam-se entre 72 e 74 (RAVAGNOLO et al., 2000; MARTELLO et al., 2004, BROWN-BRANDL et al., 2005). Porém, outros autores indicam que vacas podem apresentar alterações comportamentais e já estão sofrendo estresse calórico, com valores de ITU próximos a 70 (KADZERE et al., 2002) e 68 (ZIMBELMAN et al., 2009).

Buffngton et al. (1981), propôs o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), que se mostra mais eficiente para análise de ambientes de criação de animais, já que leva em consideração o ganho por radiação e a movimentação do ar. Segundo Baêta & Souza (2010) valores de ITGU de até 74 indicam condição não estressante para os animais, valores até 78 são considerados situação de alerta, enquanto ITGU superior a 84 apresenta estresse severo e, acima de 84 indica situação de emergência.

Vários fatores devem ser atendidos para a melhora do ambiente que os animais estão inseridos, entre eles podemos citar o correto dimensionamento das instalações, presença de ventilação (natural ou forçada), aspersão, presença de lanternins, cortinas, entre outros. (RADAVELLI, 2018)

A ventilação do ambiente pode melhorar as condições termo-higrométricas, ao enriquecer as trocas de calor por convecção e evaporação. Portanto, a ventilação forçada deve ser utilizada sempre que os meios naturais não proporcionarem os índices de renovação de ar necessária (STOWELL et al., 2003).

Em alguns casos, apenas a utilização de ventiladores não é suficiente para alcançar as condições ideais mínimas de conforto, ocorrendo a necessidade da utilização do resfriamento adiabático evaporativo a aspersão (NÄÄS, et al., 1998). No sistema de aspersão, a água deve penetrar e umedecer completamente a pele e o pelo dos animais, de forma que as vacas sejam resfriadas e troquem calor por condução e por evaporação da água, a partir dos pelos e da pele (BACCARI JR, 2001).

Nääs et al. (2001) estudando a produção leiteira associada ventilação natural, ventilação forçada, sombreamento com utilização de aspersores ou não, observaram diferenças entre os tratamentos, sendo que o tratamento associando sombra, ventilação e

aspersão apresentou a melhor média para produção de leite (20,53 kg), seguido dos tratamentos sombra com ventilação (19,19 kg) e somente sombra (18,20 kg). Segundo Rhoads et al. (2009) cerca de 36% da queda de produção leiteira acontece devido à redução na ingestão de alimentos, enquanto o restante corresponde a ambiência, ou seja, mudanças fisiológicas para dissipação de calor, devido as altas temperaturas.

Em estudo de Igono et al. (1985) realizado no verão, no Estado de Colúmbia (EUA), utilizou aspersão de água em vacas holandesas e encontraram aumento de 0,7 kg de leite quando as vacas foram comparadas com as sem aspersão, foi observado que valores de ITU mais elevados resultaram no decréscimo da produção.

Segundo Almeida (2013) a utilização de aspersores no curral de espera por 30 minutos, apresentou maior frequência de acesso ao comedouro, bebedouro e tempo de ruminação, indicando baixo nível de estresse e melhoria no bem-estar animal, com maior produção de leite pelos animais.

Em estudo realizado por Amaral et al. (2009) na Florida, observaram aumento de 3,5 kg/d na lactação de animais que foram resfriados durante o período seco. Uma possível explicação seria o aumento na proliferação de células da glândula mamária, de animais resfriados em relação ao hipertérmicos, o que indica aumento na síntese de prolactina. Wolfeson et al. (1988) relataram que vacas resfriadas com a utilização de aspersores e ventiladores durante o período seco mantiveram temperaturas corporais mais baixas, que as vacas não resfriadas, observaram também que os bezerros nasceram 2,6 kg mais pesados e média de 3,5 kg a mais de leite diariamente nos primeiros 150 dias de lactação, quando comparado as vacas de tratamento controle, apenas com sombreamento. De acordo com Collier et al. (1981) ao providenciarem sombra para vacas no período seco, houve menor temperatura retal e frequência cardíaca e respiratória diminuídas, fatores esses que foram associados a gestação mais longa, bezerro mais pesados ao nascimento e aumento na produtividade leiteira.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As vacas leiteiras são mais sensíveis a temperaturas elevadas, com isso sofrem mais em altas temperaturas, como consequência reduzem a produção de leite. A avaliação da frequência respiratória, mensuração da temperatura corporal e temperatura retal são ferramentas que podem ser utilizadas para diagnosticar o estresse térmico em bovinos. Em condições ambientais desfavoráveis, os animais têm seu consumo alimentar e

produção leiteira reduzidos, além de alterações fisiológicas. Sendo assim, a utilização de climatização pode ser utilizada proporcionando aos animais um ambiente com temperaturas mais amenas, evitando situações de estresse térmico e possibilitando que os animais expressem todo o seu potencial produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. L.P., PANDORFI, H., BARBOSA, S. B., PEREIRA, D. F., GUISELINI, C.,ALMEIDA, G. A.P. Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.17, n.8, p.892–899, 2013.

AMARAL, B. C; CONNOR E. E; TAO, S; HAYEN, J; BUBOLZ J; DAHL, G. E. Heat-stress abatement during the dry period: does cooling improve transition into lactation? Journal of Dairy Science, v. 92, n. 12, p. 5988–5999, 2009.

AZEVÊDO, A. M. M. R.; ALVES, A. A. Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos. Teresina: Embrapa Meio-Norte, (Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico, 188.). 2009. p83.

AZEVEDO. M., PIRES, M. F. A., SATURNINO, H. M., LANA, A. M. Q., SAMPAIO, I. B. M., MONTEIRO, J. B. N., MORATO, L. E., Estimativa de Níveis Críticos Superiores do Índice de Temperatura e Umidade para Vacas Leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação. Revista Bras. Zootec., v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

BACCARI JR., F. A temperatura corporal dos bovinos. Revista do Gado Holandês, n.152, p.15-19, 1990.

BACCARI JR. F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL, 2001. 142p.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. 2 ed.Viçosa: Ed. UFV, 269p, 2010.

BERMAN, A.; HOROVITZ, T.; KAIM, M.; GACITUA, H. A comparison of THI indices leads to a sensible heat-based heat stress index for shaded cattle that aligns temperature and humidity stress. International Journal of Biometeorology, v. 60, n. 10, p. 1453-1462, 2016.

BROWN-BRANDL T.M.; EIGENBERG, R.A; NIENABER, J.A.; HAHN, G.L. Dynamic Response Indicators of Heat Stress in Shaded and Nonshaded Feedlot Cattle, Part 1: Analyses of Indicators. Biosystems Engineering, v.90, p.451–462, 2005.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-14, 1981.

CASTRO, A. C. Avaliação de sistema silvipastoril através do desempenho produtivo de búfalos manejados nas condições climáticas de Belém, Pará. 2005.91f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

CHANDLER, P. T. Problems of heat stress in dairy cattle examined. Feedstuffs.v.59, n.25, p.15-16, 1987.

COLLIER, R. J; ELEY R. M; SHARMA A. K; PEREIRA R. M; BUFFINGTON D. E.. Shade Management in Subtropical Environment for Milk Yield and Composition in Holstein and Jersey Cows. Journal of Dairy Science, v. 64, n. 5, p. 844–849, 1981.

CUNNINGHAM, J.B. AND EBERLE, T. "Characteristics of the Mentoring Experience: A Qualitative Study", Personnel Review (forthcoming). v. 22 n. 4 p.54 – 56. 1993.

FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; COELHO, S.G.; CARVALHO, A.U.; FERREIRA, P.M.; FACURY FILHO, E.J.; CAMPOS, W.E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.58, n.5, p.732-738, 2006.

HAHN, N.S., LOUREIRO, V.E. & DELARIVA, R.L. Atividade alimentar da curvina Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) no Rio Paraná. Acta Sci. v.21, n.2, p.309-314, 1999.

HAHN, N.S., ANDRIAN, I.F., FUGI, R. & ALMEIDA, V.L.L. Ecologia trófica. In.: VAZZOLER, A.E.A.M., AGOSTINHO, A.A. & HAHN, N.S. (Ed.). A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócio-econômicos. EDUEM, Maringá. 460p. 1997.

HEAD, H. H. Manejo de animais em sistema de estabulação livre visando maximizar conforto e produção. In: Moura, A. C. (ed.) Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro - Conceitos Modernos de Exploração Leiteira. FEALQ, Piracicaba. 1996.

IGONO, M.O.; STEEVENS, B.J.; SHANKLIN, M.D.; JOHSON, H.D. Spray cooling effects on milk production, milk and rectal temperature of cows during a moderate temperature summer season. Journal of Dairy Science, Wisconsin, v.68, p.979-985. 1985.

KADZERE, C. T. MURPHY, M. R.; SILANIKOVE, N. MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. Livestock Production Science, v.77, n.1, p.59-91, 2002.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. International Journal of Biometeorology, v.50, p.17-22, 2005.

MARTELLO, L.S.; SAVASTANO Jr.; H.; SILVA, S.L.; TITTO, E.A.L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.1, p.3- 11, 2004.

MORAIS, D. A. E. F., MAIA, A. S. C., SILVA, R. G. S., VASCONCELOS, A. M. V., LIMA, P. O., GUILHERMINO, M. M. G., Variação anual de hormônios tireoideanos e características termorreguladoras de vacas leiteiras em ambiente quente. Revista Brasileira de Zootecnia., v.37, n.3, p.538-545, 2008.

MOTA, L.S. Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras. Tese (Doutorado em genética) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. 1997. 69f.

NÄÄS, I.; ARCARO JR., I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 5, n. 1, p. 139-142, 2001.

NÄÄS, I.A. Tipologia de instalações em clima quente. Piracicaba, SP, 1998. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1998, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba : FEALQ, 1998. p.146- 155.

NÓBREGA, G. H., SILVA, E. M. N., SOUZA, B. B., MANGUEIRA, J. M. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v. 6, n. 1, p. 67-73, 2011.

PASSETTI, R. A. C., EIRAS, C. E., GOMES, L. C., SANTOS, J. F. D. & PRADO, I. N.. Intensive dairy farming systems from Holland and Brazil: SWOT analyse comparison. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.38, p. 439-446, 2016

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J. Determinação do conforto térmico de vacas leiteiras utilizando a mineração de dados. Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas, v.1, n.2, p.117-126, 2007.

RANDAL, D.; BURGREEN, W.; FRENCH, K. Animal physiology: mechanisms and adaptations. 4.ed. New York: H. W. Freeman and Company, 1997. 727p.

RADAVELLI, W. M.,Caracterização do Sistema Compost Barn em Regiões Subtropicais Brasileiras. Dissertação de Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração Ciência e Produção Animal Universidade Do Estado De Santa Catarina – UDESC p.90, 2018.

RAVAGNOLO, O., I. MISZTAL, AND G. HOOGENBOOM. Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. Journal of Dairy Science, v.83, p.2120–2125, 2000.

RIBEIRO, V. S., ANDRADE, J. P. N., GRACIOSA, M. G. Importância da ambiência para o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas leiteiras. Saber Digital, v. 11, n. 1, p. 67-76, 2018.

RODRIGUES, A. L., SOUZA, B. B. & PEREIRA FILHO, J. M. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. Agropecuária Científica no Semiárido, 6, 14-22, 2010.

RHOADS, M. L; KIM, J W; COLLIER, R J; CROOKER, B A; BOISCLAIR, Y R; BAUMGARD, L H; RHOADS, R P. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows : I . Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin 1. Journal of Dairy Science, v. 92, n. 5, p. 1986–1997, 2009.

STOWELL, R.R. et al. Design parameters for hotweather ventilation of dairy housing: a critical review. Forth Worth, Tx, 2003. In: INTERNATIONAL DAIRY HOUSING, 5., 2003, Forth Worth, Tx. Proceedings… St. Joseph : ASAE, 2003.

SILVA, E. C. L.; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M. et al. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 31, n. 3, p. 295-302, 2009.

SILVA, R. G.; MORAIS, D. A. E. F.; GUILHERMINO, M. M. Evaluation of thermal stress indexes for dairy ows in tropical regions. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 4, p. 1192- 1198, 2007.

SILVA, R.G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 450p.

TAPKI, I; SAHIN, A. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. Applied Animal Behaviour Science, v. 99, p. 1-11, 2006.

TURNER, L.W. et al. Reducing heat stress in dairy cows through sprinkler and fan cooling. Applied Engineering in Agriculture. v.8, n.3, p.375-379, 1992.

THOM, E. C. The discomfort index. Weatherwise, v. 12, n. 2, p. 57-61, 1959.

ZIMBELMAN, R. B., R. P. RHOADS, M. L. RHOADS, G. C. DUFF, L. H. BAUMGARD, and R. J. COLLIER. A reevaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. Pages 158–169. In. Proceedings of Southwest Nutrition and Management Conference. University of Arizona, Tucson, 2009.

WEST, J. W. Effects of Heat-stress on production in dairy cattle. Jounal of Dairy Science, Champaign, v. 86, n. 6, p.2131-2144, 2003.

WETS, T. W. Physiological effects of heat stress on production and resproduction. In: tri-state dairy nutrition conference, Fort Wayne, Indiana, p.1-10, 2002.

WOLFENSON, D.; FLAMENBAUM, I.; BERMAN, A. Hyperthermia and Body Energy Store Effects on Estrous Behavior, Conception Rate, and Corpus Luteum Function in Dairy Cows. Journal of Dairy Science, v. 71, n. 12, p. 3497–3504, 1988.

DIAGNÓSTICO DO AMBIENTE TÉRMICO DO INTERIOR E EXTERIOR DE PROTÓTIPOS DE GALPÕES AVÍCOLAS COM VENTILAÇÃO NATURAL LOCALIZADOS EM REGIÕES DE CLIMA QUENTE

Fernanda Campos de Sousa[1], Alex Lopes da Silva[2], Carlos Gutemberg de Souza Teles Junior[3], Karen Pereira da Silva[4], Natália Andrea Ramirez Alzate[5], Karen Ananias de Macedo[6]

[1]Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. fernanda.sousa@ufv.br,
[2]Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, alexlopes@zootecnista.com.br,
[3]Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. carlosgutembergjr@hotmail.com,
[4]Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. karen.pereira@ufv.br,
[5]Universidad de Caldas, Colômbia, natalia.alzate@ufv.br,
[6]Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. karen.macedo@ufv.br

RESUMO - Conhecer o ambiente térmico das instalações de produção animal é extremamente importante tanto para proporcionar bem-estar animal quanto para garantir o desempenho e a produtividade, principalmente nas regiões de clima quente como o Brasil. Assim objetivou-se com esse trabalho realizar um diagnóstico das condições ambientais, de temperatura e umidade relativa do ar, de ambientes internos e externos de protótipos de aviários, além da avaliação dos efeitos desses fatores no conforto animal, por meio da avaliação de um índice de conforto térmico. O experimento foi conduzido em protótipos de galpões avícolas, com aberturas laterais para ventilação natural, orientados na direção leste-oeste. Foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar no interior e no exterior dos protótipos às 6:00, 9:00, 12:00, 15:00 e 18:00 horas. Foram utilizados data-loggers de temperatura e umidade relativa tipo Hobo da marca Onset, modelo U14, e globos negros para determinar o índice de temperatura e umidade de globo (ITGU). Os valores de temperatura do ar, tanto no ambiente externo quanto interno dos protótipos, variaram entre cerca de 10 e 30°C ao longo do dia, os valores máximos ocorreram por volta das 15:00 horas e os valores mínimos por volta das 6:00 horas. Nos horários de menores temperaturas, às 6:00 horas, ocorreram valores de umidade relativa do ar acima de 96 e 98%, para o interior e exterior dos protótipos, respectivamente, e, no horário mais quente do dia, por volta das 15:00 horas, ocorreram os menores valores de umidade relativa do ar, cerca de 35% para ambos os ambientes. O ITGU no ambiente interno variou entre 56 e 79, e no ambiente externo entre 56 e 85, ambos no horário mais frio e no horário mais quente do dia, respectivamente. Diante dos resultados encontrados pode-se dizer que a instalação promove melhor condição ambiental quando comparada ao ambiente externo.
Palavras-chave: ambiência animal, conforto térmico, instalações.

INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte no Brasil representa cerca de 1,5% do PIB nacional, gera 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos. Do total produzido, cerca de 30% é

embarcado para mais de 150 países (ABPA, 2018). A avicultura brasileira é destaque mundial como uma das mais desenvolvidas atualmente, graças às pesquisas e aos investimentos, nas diversas áreas relacionadas à produtividade associada aos programas de bem-estar animal (ABPA, 2018).

Grande parte do sucesso no desenvolvimento da produção avícola está relacionada à implantação de técnicas e materiais de construções que proporcionem maior conforto térmico no interior das instalações (Llobet, 1993). Essa preocupação com a condição térmica das instalações, é fundamental principalmente nas regiões com condição de clima quente, como no Brasil, país de clima tropical com ocorrência de elevadas temperaturas e intensa radiação solar no verão.

Nessas regiões, deve-se estar atento principalmente a escolha dos materiais utilizados na cobertura dos galpões destinados a produção de animais (Abreu et al., 2001), uma vez que o calor é transferido por radiação térmica aos animais e praticamente a totalidade das instalações para produção animal, no Brasil e em países de clima quente, são predominantemente abertas com sistemas de ventilação natural (Tinôco, 2001).

O cuidado com a temperatura e a umidade relativa do ar nos galpões, é imprescindível na busca do bem-estar animal, pois elevados valores de temperatura e umidade relativa do ar nas instalações, principalmente no verão e nos horários mais quentes do dia, podem prejudicar a produtividade e o bem-estar animal afetando o seu desempenho final e comprometendo os aspectos econômicos da atividade (Coelho et al., 2015).

Através do índice de temperatura e umidade de globo (ITGU) proposto por Buffington et al. (l981) pode-se quantificar o ambiente térmico representado em um só índice todos os efeitos da temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e radiação solar, uma vez que o efeito combinado desses fatores, afeta os animais podendo comprometer sua função vital que é a homeotermia (Baêta e Souza, 2010).

Aves expostas a ambientes considerados quentes, com elevados valores de ITGU, podem ter reduções significativas no ganho de peso diário e no consumo de alimentos (Medeiros et al., 2005). Segundo Lima (2005) elevados valores de ITGU prejudicam o desempenho das aves, sendo assim indesejáveis para os ambientes de produção.

Com isso torna-se importante conhecer o ambiente térmico das instalações para produção animal principalmente nas regiões de clima quente. Assim objetivou-se com esse trabalho realizar um diagnóstico das condições ambientais, de temperatura e umidade

relativa do ar de protótipos de aviários, além da avaliação dos efeitos desses fatores ao conforto animal de aves de corte em condições de verão nas regiões de clima quente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em protótipos de galpões avícolas localizados na área experimental do AMBIAGRO – Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais, na Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais (Figura 1A). Os protótipos estavam alocados distantes de 6 metros entre si, com dimensões de 2,5 m de comprimento e 3,0 m de largura. A cobertura dos telhados era composta por telhas onduladas de fibrocimento, posicionadas a 1,5 metros de altura. Os protótipos possuíam aberturas laterais para ventilação natural. Todos estavam orientados na direção leste-oeste.

As coletas de dados foram realizadas, nos horários de 6:00, 9:00, 12:00, 15:00 e 18:00 horas. Foram utilizados data-loggers de temperatura e umidade relativa tipo Hobo da marca Onset, modelo U14, posicionados no interior dos protótipos e também globos negros para determinar o ITGU (Figura 1B) com os mesmos sensores. Para avaliar o ambiente externo também foi utilizado abrigo meteorológico localizado na área externa aos protótipos. Foram utilizados globos negros de PVC, com diâmetro de 0,15 metros, revestidos com uma camada de spray na cor preto fosco, por apresentar a mesma eficiência do globo de cobre, considerado padrão, mas com custo relativamente inferior, segundo diversos trabalhos (Souza et al., 2002; Camerini et al, 2011; Moraes et al, 2011; Coelho et al., 2013).

A **B**



Figura 1. Protótipos de aviários e sensores utilizados no experimento, (A) vista externa dos protótipos e (B) vista interna dos protótipos com o posicionamento dos sensores.

Os dados de temperatura de ponto de orvalho foram obtidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a estação meteorológica de Viçosa-MG. Para determinar o ITGU foi utilizada a equação 1 proposta por Buffington et al. (1981).

$$ITGU = Tg + 0{,}36\ To + 41{,}5 \qquad \text{(Equação 1)}$$

Onde: Tg: Temperatura de globo negro (ºC) e To: temperatura do ponto de orvalho (ºC).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições para os valores de temperatura, umidade relativa do ar e ITGU no ambiente interno e externo dos protótipos. A fim de testar a equivalência entre os valores obtidos, os dados do ambiente interno e externo, foram submetidos à análise pelo procedimento *UNIVARIATE* do SAS e testados através do teste "t de Student" para a hipótese de nulidade (h_0=0), considerando-se diferença estatística quando $P < 0{,}05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ambiente térmico no interior e exterior dos protótipos foi caracterizado pelos valores de temperatura e umidade relativa do ar determinados ao longo do dia (Tabela 1).

Tabela 1. Temperatura e umidade relativa do ar no interior e exterior dos protótipos

Horário	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)		
	Interno	Externo	*P-valor*	Interno	Externo	*P-valor*
6:00	10,33 a	10,76 a	< 0,01	96,16 a	98,30 a	0,170
9:00	21,33 a	21,89 a	< 0,01	66,33 a	63,20 a	0,148
12:00	29,00 a	26,87 a	< 0,01	47,00 a	46,10 a	0,359
15:00	31,00 a	29,92 a	< 0,01	35,66 a	34,30 a	0,177
18:00	21,00 a	22,30 a	< 0,01	68,16 a	63,70 b	0,001

Médias seguidas por letras iguais nas linhas indicam que não houve diferença estatística significativa ($P > 0{,}05$) entre as médias.

Tanto para o ambiente interno quanto para o ambiente externo não foi observada diferença estatística significativa entre os valores de temperatura nos diferentes horários. Os valores de temperatura, no ambiente externo, variaram entre cerca de 10 e 30°C ao

longo do dia. Sendo que os valores máximos ocorreram por volta das 15:00 horas e os valores mínimos por volta das 6:00 horas. No interior dos protótipos observou-se o mesmo comportamento dos valores de temperatura sendo observado menor valor no interior no horário mais frio (10,33°C) e maior valor no horário mais quente do dia (31°C).

Cassuce et al. (2013) ao avaliar as faixas de conforto térmico para frangos de corte, concluiu que os valores ideais de temperatura do ar são: 31,3°C durante a primeira semana de criação, 26,3 a 27,1°C na segunda semana e 22,5 a 23,9°C para as demais semanas. Associando os valores de temperatura encontrados no presente estudo aos valores ideais de temperatura de conforto térmico observa-se que as faixas de conforto estabelecidas pela literatura podem ser atendidas em determinados horários e que na média geral ao longo dia o ambiente poderia ser mais adequado ao animais na últimas semanas de criação.

Para os valores de umidade relativa do ar foi observada diferença estatística significativa somente no ambiente externo às 18:00 horas. Tanto no interior quanto no exterior dos protótipos observa-se o mesmo comportamento dos valores de umidade relativa do ar, sendo contrária ao comportamento dos valores de temperatura do ar, muito elevada no horário mais frio do dia e a medida que a temperatura do ar aumenta, a umidade relativa do ar diminui, apresentando o valor mínimo no horário mais quente do dia e quando a temperatura do ar volta a diminuir a umidade relativa volta a aumentar.

Nos horários de menores temperaturas, às 6:00 horas, ocorreram valores acima de 96 e 98%, para o interior e exterior dos protótipos, respectivamente, e, no horário mais quente do dia, por volta das 15:00 horas, ocorreram os menores valores de umidade relativa do ar, cerca de 35% para ambos os ambientes. Segundo Tinôco (2001) a umidade relativa do ar considerada ideal para se obter melhor desempenho produtivo em aves encontra-se na faixa entre 50 e 70%. No presente estudo somente os horários das 9:00 e 18:00 horas atenderiam essa faixa ideal de umidade relativa do ar.

Os valores de ITGU no interior dos protótipos não apresentaram diferença estatística significativa (Tabela 2). A variação do ITGU no ambiente interno ocorreu de acordo com a variação dos valores de temperatura do ar, entre cerca de 56 e 79, do horário mais frio ao horário mais quente do dia. Já no ambiente externo o ITGU variou entre cerca de 56 e 85, sendo observada diferença estatística significativa entre o horário das 6:00 horas e os demais.

Tabela 2. ITGU no interior dos protótipos e no ambiente externo

Horário	ITGU		
	Interno	Externo	*P-valor*
6:00	56,53 a	56,14 a	0,119
9:00	69,92 a	76,62 b	0,013
12:00	78,15 a	81,00 b	0,008
15:00	78,97 a	85,18 b	0,002
18:00	68,24 a	67,30 b	0,026

Médias seguidas por letras iguais nas linhas indicam que não houve diferença estatística significativa ($P > 0,05$) entre as médias.

Segundo Furtado et al. (2003) e Sarmento et al. (2005) os valores de ITGU considerados confortáveis para aves de corte com uma semana de vida, encontram-se na faixa 81; para a segunda semana de vida é cerca de 77 e da terceira semana em diante cerca de 75. No presente estudo observa-se que em todos os horários, no ambiente interno aos protótipos, os valores de ITGU ficaram dentro da faixa ideal para a primeira semana de vida das aves e somente às 12:00 e 15:00 horas os valores de ITGU ultrapassaram os limites recomendados para a segunda e terceira semana em diante.

De acordo com Medeiros et al. (2005) aves expostas a ambientes considerados quentes, com ITGU entre 78 e 88, podem ter reduções significativas no ganho de peso diário e no consumo de alimentos e segundo Lima (2005) elevados valores de ITGU prejudicam o desempenho das aves, sendo assim indesejáveis para os ambientes de produção. No presente estudo observa-se que no interior dos protótipos, apenas às 12:00 e às 15:00 horas, os valores de ITGU atingem cerca de 78 enquanto no ambiente externo, a partir das 9:00 horas já observa-se valores em torno de 77, passando de 85 as 15:00 horas.

O comportamento dos valores de ITGU no interior e no exterior dos protótipos nos diferentes horários ao longo do dia é apresentado na Figura 2. Praticamente em todos os horários o ITGU no ambiente externo é maior que no interior dos protótipos.

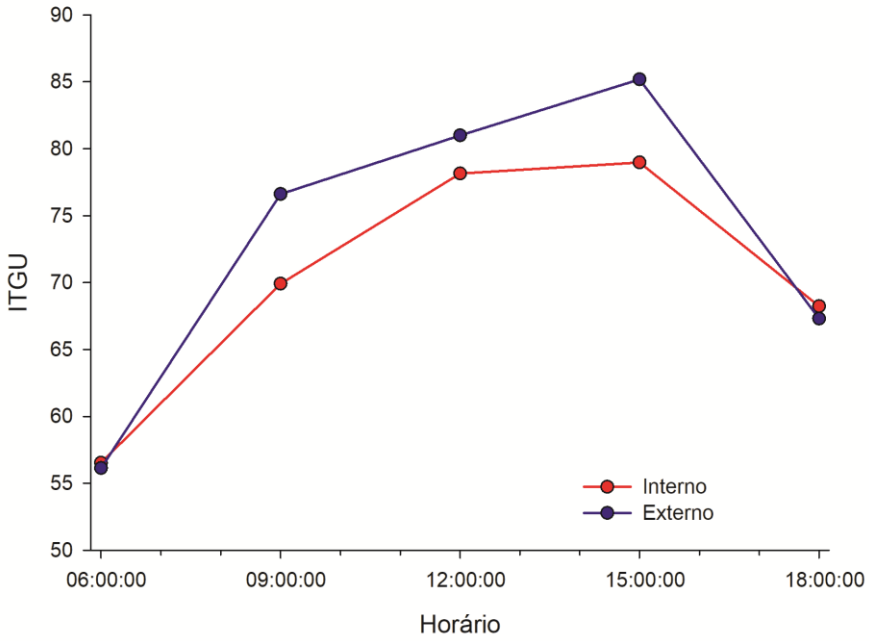


Figura 2. Comportamento dos valores de ITGU no interior e no exterior dos protótipos nos diferentes horários.

Observa-se pela Figura 2 que o ambiente interno proporcionou melhores condições ambientais em relação ao ambiente externo, evidenciando assim a importância das instalações na produção animal. Os protótipos das instalações avaliadas nesse estudo, comprova que as instalações mesmo abertas, sistemas de ventilação natural, cumpre seu papel de proteger os animais principalmente nos horários mais quentes do dia, proporcionando melhores condições ambientais, favorecendo o bem-estar animal e contribuindo com melhores índices de produtividade.

CONCLUSÃO

Tanto no interior quanto no exterior dos protótipos os valores de temperatura do ar variaram entre cerca de 10 e 30°C e os valores de umidade relativa do ar variaram entre cerca de 34 e 98%. Os valores de ITGU variaram entre 56 e 79 no interior dos protótipos e entre 56 e 85 no exterior dos protótipos.

Para regiões de clima quente mesmo instalações predominantemente abertas com sistemas de ventilação natural podem proporcionar melhores condições ambientais aos animais, pois contribuem com menores valores de ITGU no interior das instalações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M.; COLDEBELLA, A.; LOPES, L. S.; CONCEIÇÃO, V.; TOMAZELLI, I. Análise termográfica da temperatura superficial de telhas. Revista Brasileira de **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, 2011.

ABPA – Associação Brasileira de Produção Animal. **Relatório Anual 2018**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/>.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 269p.

BUFFINGTON, C. S.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W.; COLLIER, R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, n.3, p711-714, 1981.

CAMERINI, N.L.; MENDES L.B.; MOTA, J.K.M.; NASCIMENTO, J.W.B.; FURTADO, D.A. Avaliação de instrumentos agrometeorológicos alternativos para o monitoramento da ambiência em galpões avícolas. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, v.19, n.2, p.125-131, 2011.

CASSUCE, D. C.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; ZOLNIER, S.; CECON, P. R.; VIEIRA, M. F. A. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 1, p. 28-36, 2013.

COELHO, R. B.; PAULA, M. O.; RAMIREZ, M. A.; CAETANO, S. P.; VIEIRA, D. F. D. Estudo de materiais alternativos empregados na confecção do termômetro de globo negro utilizado para o cálculo de ITGU e ITC. **Engenharia na agricultura**, Viçosa - MG, v.21, n.6, p.597-604, 2013.

COELHO, D. J. R.; TINOCO, I. F. F., VIEIRA, M. F. A.; MENDES, M. A. S. A.; SOUSA, F. C.; FRANÇA, L. G. F. Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p. 996-1004, 2015.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.559-564, 2003.

LIMA, A. M. C. **Avaliação de dois sistemas de produção de frango de corte: uma visão multidisciplinar**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambiência)). Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2005.

LLOBET, J. A. C. **Construções e equipamentos avícolas**. Barcelona, Real Escuela de Avicultura, 1993.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v.13, n.4, p. 277-286, 2005.

MORAES, S.R.P.; OLIVEIRA A.L.R; SIMÃO, P.S.; RODRIGUES, J.S. Eficiência bioclimatológica dos termômetros construídos com luminária plástica e bola de pingue-pongue, em comparação ao globo negro padrão - outono e primavera. Enciclopédia biosfera, centro científico conhecer - Goiânia, v.7, n.12. 2011.

SARMENTO, L. G. V.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B. DO; SILVA, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 2, p. 117-122, 2005.

SOUZA, C.F., TINÔCO, I.F.F., BAÊTA, F.C., FERREIRA, W.P.M., SILVA, R.S. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.157-164, 2002.

TINÔCO, I..F.F. Avicultura industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

ZONEAMENTO ESPACIAL DA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NO BRASIL E ESTIMATIVA DAS EMISSÕES DE AMÔNIA

Fernanda Campos de Sousa[1], Ilda de Fátima Ferreira Tinôco[2], Fátima Baptista[3], Marcos Oliveira de Paula[4], Matteo Barbari[5], Vasco Manuel Fitas da Cruz[6], Diogo José de Rezende Coelho[7]

[1]Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. fernanda.sousa@ufv.br,
[2]Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. ilda.tinoco@ufv.br,
[3]Universidade de Évora, Évora, Portugal. fb@uevora.pt,
[4]Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. modep@ufv.br,
[5]Università degli Studi di Firenze, Firenze, Itália. matteo.barbari@unifi.it,
[6]Universidade de Évora, Évora, Portugal. vfc@uevora.pt,
[7]Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. diogo.coelho@ufv.br

RESUMO - Como um dos maiores produtores mundiais de carne de frango, o Brasil possui destaque mundial em produção e exportação. Ademais, a avicultura tem importância social e econômica, sendo líder em qualidade e sustentabilidade. Contudo, um dos principais problemas ambientais enfrentados pela avicultura é a emissão de gases poluentes, principalmente amônia, que além de causar problemas e gerar prejuízos na produção, de forma global, contribui com o efeito estufa. Assim, objetivou-se com esse trabalho realizar o zoneamento espacial da produção de frangos de corte no Brasil e estimar a emissão de amônia nessas principais regiões produtoras bem como no país. Diante dos resultados obtidos, pode-se dizer que a produção de frangos de corte está presente ao longo de toda a extensão do país, mas concentra-se principalmente, e, respectivamente, nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Para o alojamento total de 1.032.038.992 cabeças, segundo dados obtidos do último censo nacional realizado e disponibilizado, foi estimada uma emissão de 464,41 toneladas de amônia por dia, ou seja, cerca de 170 kt por ano, devido à produção de frangos de corte no Brasil.
Palavras-chave: avicultura, qualidade do ar, produção animal.

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de carne de frango, possuindo um plantel com mais de um bilhão de cabeças de frangos de corte (ABPA, 2018) e mantendo, por mais de uma década, a posição de maior exportador do mundo, embarcando para mais de 150 países. O setor emprega mais de 3,6 milhões de pessoas, direta e indiretamente, sendo responsável por quase 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional.

A avicultura brasileira é líder em qualidade e em sustentabilidade, com sua indústria concentrada nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país (ABPA, 2018), mantém-se

em regiões distantes do bioma mais rico e importante, que é o bioma amazônico, além de possuir programas de controle ambiental para diminuir o impacto de suas atividades ao meio ambiente, reduzir o consumo de energia e as emissões de gases de efeito estufa (UBABEF, 2014).

A amônia é um dos poluentes aéreos mais frequentemente encontrado em altas concentrações nos aviários (Owada et al., 2007). No caso de galpões para frangos de corte, por exemplo, a geração de amônia é causada por aumento de pH e, principalmente, pelo excesso de umidade oriundo de fezes e decomposição do substrato usado para as camas (Marín et al., 2015), quando o íon amônio (NH_4^+) presente no mencionado composto é convertido em amônia (NH_3), forma volátil que difunde-se deste para o ambiente (Oliveira & Monteiro, 2013). Além de que, o íon amônio (NH_4^+) através de nitrificação e desnitrificação pode ser convertido a óxido nitroso (N_2O), um importante gás de efeito estufa (Felix & Cardoso, 2004; Marques, 1992).

Considerando seu impacto ao ambiente, por mais de uma década as emissões de amônia têm sido foco de estudos de pesquisadores em diversos países da Europa e América do Norte (Faulkner & Shaw, 2008; Mosquera et al., 2005; Scholtens, 2004) onde já se procedeu a realização de inventários sobre emissões de gases, estabelecendo seus protocolos.

O conhecimento dos níveis de emissão constitui um dos fatores norteadores principais para que os órgãos nacionais e internacionais possam exercer o controle ambiental e eliminar barreiras na comercialização de produtos da cadeia avícola (Osorio-Saraz et al., 2014). Contudo, para as regiões de climas tropicais e subtropicais, em países subdesenvolvidos, como é o caso do Brasil são ainda escassos estudos e métodos para determinação das emissões de amônia (Mendes et al., 2014). Portanto para manter a posição de maior exportador de carne de frango, o Brasil deve adequar-se as normas e exigências internacionais atendendo aos padrões de qualidade exigidos, aos requisitos de bem estar animal e às questões ambientais relacionadas principalmente à qualidade do ar e amônia.

Para determinar o potencial de emissão de amônia proveniente da produção de frangos de corte no Brasil é necessário primeiramente ter conhecimento da localização e da quantidade de frangos produzidos no país, o que possibilitará definir as principais regiões produtoras que serão as regiões com maior potencial de emissão de amônia. Assim, com esse trabalho objetivou-se identificar as regiões do Brasil com maior alojamento de frangos de corte e estimar a emissão de amônia dessas regiões e do país.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento espacial e produtivo (zoneamento) de frangos de corte registrados no Brasil foi realizado junto ao banco de dados disponibilizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A produção de frangos de corte no Brasil foi quantificada com base no efetivo do rebanho em cabeças de pintos de corte alojados nos municípios, registrados na base de dados disponibilizada pelo IBGE, durante o último levantamento realizado, no ano de 2012. Os dados foram adquiridos junto ao banco de dados agregados do SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática.

A partir dos dados obtidos foram gerados mapas no programa MapInfo Professional versão 10.0 gratuita para testes, para determinar a localização da produção de frangos de corte no Brasil, onde foram considerados os municípios com efetivo de rebanho igual ou superior a 10.000 cabeças de frangos de corte registrados na data da aquisição dos dados para a pesquisa do IBGE, dia 31 de dezembro de 2012, como forma de representar efetivamente as instalações com produção e alojamento representativos.

Com a utilização do programa CIAS - Central de Inteligência de Aves e Suínos, disponibilizado e desenvolvido pela EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Suínos e Aves de Concórdia, vinculada ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, foi possível desenvolver mapas para definir as principais regiões produtoras de frangos de corte no Brasil a partir da representação da quantificação do rebanho em cabeças de frangos de corte alojados nas regiões do Brasil.

A estimativa da emissão de amônia nas principais regiões produtoras de frangos de corte do Brasil e do país como um todo, foi determinada por meio da associação do alojamento com a utilização de valores já estabelecidos por diversos autores (Tabela 1) para determinar a emissão de amônia por frangos de corte, trabalhando com aviários com sistema de criação em cama, conforme utilizado em praticamente a totalidade das instalações avícolas no país.

Tabela 1. Valores estimados para emissão de amônia na produção de frangos de corte

Autor	Emissão de amônia ($g.ave^{-1}.dia^{-1}$)
Gates et al. (2008)	0,40
Wheeler et al. (2008)	0,47
Calvet et al. (2011)	0,43
Eugene et al. (2015)	0,48
Média	0,45

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O alojamento de frangos de corte total no Brasil, em 2012, foi composto pela soma total de cabeças de frangos de corte alojados em todos os municípios registrados no banco de dados do IBGE, correspondendo a um total de 1.032.038.992 cabeças. Segundo dados da ABPA – Associação Brasileira de Produção Animal e USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, em 2015 a produção brasileira de carne de frango totalizou 13,146 milhões de toneladas, com esse resultado o Brasil se consolidou como o segundo maior produtor de carne de frango do mundo, superando a China, ficando atrás apenas dos Estados Unidos.

Para o zoneamento espacial da produção de frangos de corte no Brasil, foram inseridos no MapInfo Professional versão 10.0, as coordenadas geográficas das microrregiões com registro de mais de 10 mil cabeças de frangos alojados, assim a representação gráfica da distribuição produtiva de frangos de corte no Brasil, pode ser observada na Figura 1, destacada na cor cinza.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

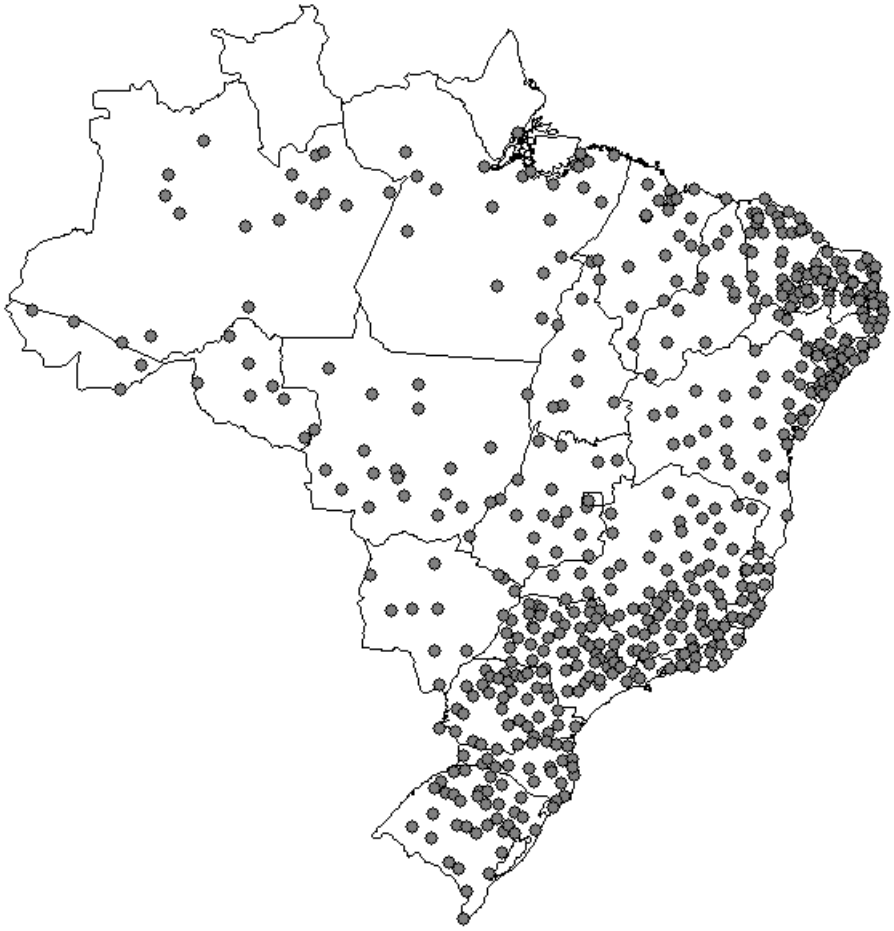


Figura 1. Microrregiões com produção de frangos de corte no Brasil.

Pelo mapa da Figura 1, observa-se que a produção de frangos de corte está presente ao longo de toda a extensão do país, ou seja, praticamente todos os estados possuem rebanho efetivo de frangos de corte com pelo menos 10.000 cabeças alojadas. Observa-se que o alojamento de frangos de corte no Brasil, apesar de estar distribuído ao longo de toda a extensão do país, concentra-se principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, que detém tanto a maior quantidade de núcleos com alojamento quanto as maiores quantidades de cabeças alojadas.

Na Figura 2, encontra-se o mapa elaborado com a utilização do sistema CIAS, a partir do banco de dados do IBGE (2012), com a distribuição espacial do alojamento de frangos de corte, separada por regiões do Brasil.

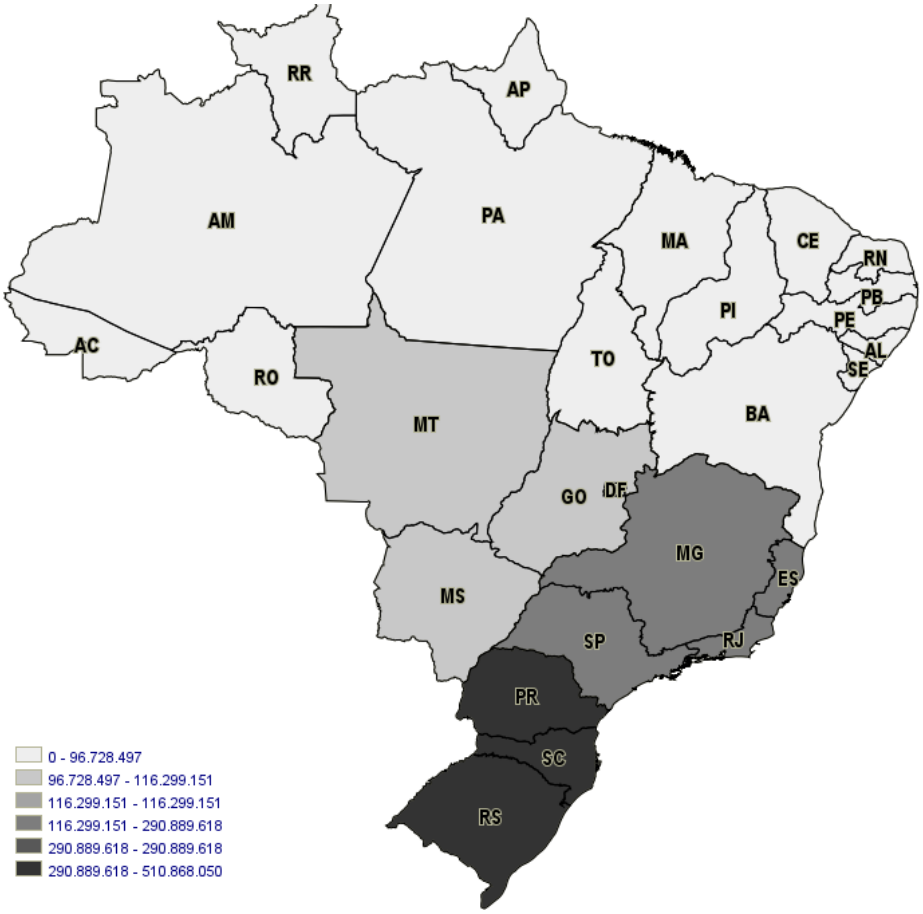


Figura 2. Distribuição espacial da produção de frangos de corte no Brasil, em cabeças, por regiões do Brasil. Fonte: IBGE e CIAS.

Pode-se dizer, pelo que foi observado nos mapas apresentados, que a produção de frangos de corte concentra-se principalmente na parte mais inferior do Brasil, nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, respectivamente. Essa distribuição corrobora com as informações de que a avicultura brasileira cumpre seu papel sustentável ao manter sua produção concentrada nas regiões fora do bioma amazônico (UBABEF, 2014).

Outro fato que pode explicar a concentração da produção de frangos de corte principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, pode estar diretamente associada à localização da produção de grãos no país, principalmente milho e soja, que são os principais insumos para as rações utilizadas na alimentação dos frangos de corte e que estão concentradas especificamente nessas mesmas regiões. Segundo dados da CONAB entre as grandes regiões do Brasil, o volume da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas apresenta a seguinte distribuição: Centro-Oeste, 89,9 milhões de toneladas; Sul, 76,0 milhões de toneladas; Sudeste, 19,3 milhões de toneladas; Nordeste, 16,6 milhões de toneladas e Norte, 7,7 milhões de toneladas. A partir desses dados pode-se confirmar o foi detectado anteriormente, que as regiões do Brasil com os

maiores alojamentos de frangos de corte (Sul, Sudeste e Centro-Oeste) são exatamente as regiões com maior produção de grãos.

A partir da associação dos dados referentes ao alojamento de frangos de corte nas regiões e no Brasil, com a estimativa média de emissão de amônia por frango de corte, em instalações com utilização de cama aviária, considerando o valor de 0,45 $g.ave^{-1}.dia^{-1}$ foram estimadas as emissões de amônia para cada região e para o Brasil (Tabela 2).

Tabela 2. Rebanho efetivo de cabeças de frangos de corte e estimativas da emissão de amônia.

Região	Rebanho (cabeças)	Rebanho (%)	Emissão de amônia ($t.dia^{-1}$)
Sul	510.868.050	49,50	229,89
Sudeste	290.889.618	28,19	130,90
Centro-Oeste	116.299.151	11,27	52,33
Nordeste	96.728.497	9,37	43,52
Norte	17.242.993	1,67	7,75
Brasil	1.032.038.992	100,00	464,41

Para o alojamento total de 1.032.038.992 cabeças, foi estimada uma emissão de 464,41 toneladas de amônia por dia (Tabela 2), considerando a estimativa anual, têm-se cerca de 170 kt de amônia por ano, pela produção de frangos de corte no Brasil. Enquanto nos Estados Unidos, considerando uma média de 0,4 $g.ave^{-1}.dia^{-1}$ foi estimada uma emissão de amônia pela produção de frangos de corte, em cerca de 300 kt por ano (Gates et al., 2008). Pelas estimativas anuais do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), no Brasil, a agricultura e a pecuária são responsáveis por cerca de 37% das emissões nacionais de gases de efeito estufa.

CONCLUSÃO

Pelo zoneamento espacial do alojamento dos frangos de corte no Brasil conclui-se que a produção de frangos de corte está presente ao longo de toda a extensão do país. O rebanho efetivo total é de 1.032.038.992 cabeças de frangos de corte sendo que esse total concentra-se principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país.

A emissão de amônia pela produção de frangos de corte no país foi estimada em 464,41 toneladas de amônia por dia, ou cerca de 170kt por ano, sendo quase 78% desse total somente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual de Atividades 2017**. Associação Brasileira de Proteína Animal, 176p., 2018. Disponível em: <http://abpa-br.org/>.

CALVET, S., CAMBRA-LÓPEZ, M., ESTELLÉS, F., TORRES, A. Characterization of gas emissions from a Mediterranean broiler farm. **Poultry Science**, v. 90, n. 3, p. 534-542, 2011.

CIAS - Central de Inteligência de Aves e Suínos. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias>.

EUGENE, B., MOORE, P.A., LI, H., MILES, D., TRABUE, S., BURNS, R., BUSER, M., 2015. Effect of alum additions to poultry litter on in-house ammonia and greenhouse gas concentrations and emissions. **Journal of Environmental Quality**, v. 44, n. 5, p. 1530-1540, 2015.

FAULKNER, W.B.; SHAW, B.W. Review of ammonia emission factors for United States animal agriculture. **Atmospheric Environment.**, v. 42, n. 27, p. 6567-6574, 2008.

FELIX, E.P.; CARDOSO, A.A. Amônia (NH_3) atmosférica: fontes, transformação, sorvedouros e métodos de análise. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 123–130, 2004.

GATES, R.S., CASEY, K.D., WHEELER, E.F., XIN, H., PESCATORE, A.J. US broiler housing ammonia emissions inventory. **Atmospheric Environment**, v. 42, n. 14, p. 3342-3350, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE: Estatística da Produção Pecuária 2012**. Inst. Bras. Geogr. e Estatística, 47p., 2012.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portal Brasileiro de Dados Abertos**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/acesso-a-informacao/dadosabertos>.

MARÍN, O. L. Z.; TINÔCO, I. F. F.; OSORIO SARAZ, J. A.; SOUZA, C. F.; ARAUJO VIEIRA, M. F. Evaluation of the fertilizer and contamination potential of different broiler litter types subjected to various use cycles. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 68, n. 2, p. 7637-7646, 2015.

MARQUES, V.S. O Efeito Estufa e o Aquecimento Global. **Anuario IGEO**, v. 15, p 93–106, 1992.

MENDES, L.B.; TINOCO, I.F.F.; OGINK, N.W.M.; ROCHA, K.S.O.; SARAZ, J.A.O.; SANTOS, M.S. Ammonia emissions from a naturally and a mechanically ventilated broiler house in Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 11, p.1179–1185, 2014.

MOSQUERA, J.; MONTENY, G.J; ERISMAN, J.W. Overview and assessment of techniques to measure ammonia emissions from animal houses: the case of the Netherlands. **Environmental Pollution**, v.135, n. 3, p. 381–8, 2005.

OLIVEIRA, P.A.V. DE & MONTEIRO, A.N.T.R. **Emissão de amônia na produção de frangos de corte** (FACTA, Ed.)CONFERÊNCIA FACTA. **Anais**...Campinas: CONFERÊNCIA FACTA, 2013.

OSORIO-SARAZ, J.A.; FERREIRA-TINOCO, I. DE FATIMA; GATES, R.S.; OLIVEIRA-ROCHA, K.S.; COMBATT-CABALLERO, E.M. & CAMPOS-DE-SOUSA, F. Adaptation and validation of a methdology for determing ammonia flux generated by litter in naturally ventilated poultry houses. **Dyna**, v.81, n. 187, p.137–143, 2014.

OWADA, A.N.; NÄÄS, I. A.; MOURA, D.J.; BARACHO, M.D.S. Estimativa de bem-estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no galpão de produção. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 611-618, 2007.

SCHOLTENS, R. Measuring ammonia emission rates from livestock buildings and manure stores-part 1: development and validation of external tracer ratio, internal tracer ratio and passive flux sampling methods. **Atmospheric Environment**., v. 38, n. 19, p. 3003–3015, 2004.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Banco de Tabelas Estatísticas**. Disponível em: < https://sidra.ibge.gov.br>.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual UBABEF** 2014, 106p, 2014.

USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Disponível em: <https://www.usda.gov/>.

WHEELER, E.F., CASEY, K.D., GATES, R.S., XIN, H., ZAJACZKOWSKI, J.L., TOPPER, P.A., LIANG, Y., PESCATORE, A.J. Ammonia emissions from twelve U.S. broiler chicken houses. **Transactions of the ASABE**, v. 49, n. 5, p. 1495-1512, 2008.

DIAGNÓSTICO BIOCLIMÁTICO PARA CRIAÇÃO DE SUÍNOS NO MUNICÍPIO DE PATOS – PB

Nágela Maria Henrique Mascarenhas[1], Bonifácio Benicio de Sousa[2], Dermeval Araújo Furtado[3], Bruna Marques Felipe[4], Maycon Rodrigues da Silva[5], Luanna Figueirêdo Batista[6], Fábio Santos do Nascimento[7]

[1]UFCG/CTRN, Campina Grande-PB. eng.nagelamaria@gmail.com
[2]UFCG/CSTR, Patos-PB. bonif@cstr.ufcg.edu.br
[3]UFCG/CTRN, Campina Grande-PB. araujodermeval@gmail.com
[4]UFCG/CTRN, Campina Grande-PB. brunnamarques40@hotmail.com
[5]UFCG/CSTR, Patos-PB. mayconrvet@gmail.com
[6]UFCG/CSTR, Patos-PB. luanna_151@hotmail.com
[7]UFCG/CSTR, Patos-PB. fabiosantos.br@hotmail.com

RESUMO – O presente estudo foi conduzido na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – Campus Campina Grande com a finalidade de avaliar as condições climatológicas do município de Patos – PB para a criação de suínos em diferentes categorias, estabelecendo assim estratégias de manejo para melhorar os índices zootécnicos e como consequência a produtividade da suinocultura em Patos. Para isso foram utilizados dados climatológicos fornecidos pela Estação meteorológica do município de Patos. Foram utilizadas medidas de temperatura máxima ($T_{máx}$), média (T_{med}) e mínima ($T_{mín}$), umidade relativa (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) com as médias dos últimos 23 anos (1994 - 2017). No estudo as temperaturas máximas apresentaram-se superiores a exigida pelos suínos em todas as fases, durante todo o ano. Apenas para os leitões/nascimento, durante os meses de março a agosto, que as temperaturas máximas se apresentaram confortáveis aos animais. Com relação as temperaturas médias, durante todo o ano, apenas para os leitões/nascimento, apresentaram-se inferiores ao exigido. Para as demais categorias, as temperaturas médias assim como as máximas, apresentaram-se superiores a exigida. A mesorregião analisada não apresentou condições para um ótimo desenvolvimento dos suínos, necessitando de investimentos em equipamentos que promova a correção do microclima estabelecer níveis ideais de conforto térmico. É necessária a realização de um estudo da viabilidade econômica, considerando as condições de conforto térmico para criação de suínos.
Palavras-chave: aclimatação, bem-estar, suinocultura

INTRODUÇÃO

A atuação brasileira no mercado internacional de produção de carnes, aumenta crescentemente, e de acordo com o MAPA (2017), a perspectiva é que a produção de carnes supra 44,5% do mercado mundial até o ano de 2020, sendo que a participação da carne suína nas exportações mundiais será de 14,2%.

Apesar da participação da suinocultura no mercado mundial, em algumas regiões do pais, a atividade é geralmente desempenhada por pequenos produtores, e esses altos índices de produção, são alcançados por uma pequena parcela de grandes produtores, localizados em sua maior parte na região sul e sudeste (Silva, 2008).

O rebanho suíno da região nordeste é bastante pequeno, 5.833.845 cabeças, quando comparado com o rebanho nacional, 39.950.320 cabeças (IBGE, 2018). Esse número baixo, pode ser explicado por diversos fatores, entre eles, a baixa incidência de chuvas durante boa parte do ano, diminuindo a produção de alimentos de qualidade fornecidas aos animais.

Para a concepção de instalações que atendam às exigências de confortos dos suínos, é necessário observar os dados climáticos da região onde será implantada a criação, fazendo uma comparação com as exigências dos suínos, definindo-se quais as medidas são necessárias para promover conforto térmico, com menor custo (Sartor, Souza & Tinoco, 2003).

Diante disso, foi realizado o diagnóstico bioclimático para a criação de suínos na mesorregião do Sertão Paraibano, como orientação aos suinocultores na implantação de sistemas de controle ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Patos – PB, localizado na região do semiárido brasileiro, com latitude 07° 05’ 28’’ S, longitude 37° 16’ 48’’ W, altitude de 250 m, caracteriza-se por apresentar um clima BSh, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8ºC e umidade relativa do ar de 61% (BRASIL, 1992).

A suinocultura é uma atividade pouco desenvolvida no município de Patos, sendo detentora de um rebanho com pouco mais de 1.141 cabeças, segundo dados do último Censo Agropecuário realizado no ano de 2017 (IBGE, 2018).

Para o diagnóstico bioclimático, foi selecionada a estação agrometeorológica do município de Patos, correspondente a mesorregião do Sertão paraibano. O diagnóstico bioclimático foi realizado com os dados climáticos obtidos dos anos de 1994 a 2017.

Para o estudo, foram utilizadas as seguintes variáveis:

 ISBN: 978-85-66836-24-0

- Temperatura do ar compensada (temperatura média), da temperatura máxima e mínima;
- Umidade relativa do ar (UR);
- Índice de temperatura e Umidade (ITU);

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi determinado pela equação (01), desenvolvida por Thom (1959):

$$ITU = (0{,}8xT + (UR/100)x(T - 14{,}4) + 46{,}4) \quad (1)$$

Onde:

T = temperatura ambiente (°C);

UR = umidade relativa do ar (%).

Estes valores (Tabela 1) foram utilizados para comparar com as condições de conforto térmico ideais para suínos, em diferentes fases de produção (Tabela 02 e 03). Para comparar as exigências dos suínos com os valores climáticos das microrregiões, foi adotada a seguinte simbologia:

I – Inferiores aos exigidos pelos suínos;

C – confortáveis aos exigidos pelos suínos e;

S – superiores aos exigidos pelos suínos.

Tabela 1. Valores de temperatura (máxima, média e mínima), umidade relativa do ar e ITU para o município de Patos (1994 a 2007).

MÊS	Temperatura (°C)			UR (%)	ITU
	Máxima	Média	Mínima		
Janeiro	35,48	28,82	22,94	57,19	77,70
Fevereiro	34,34	27,78	22,41	61,33	76,83
Março	33,70	27,13	22,43	66,40	76,55
Abril	33,61	26,30	22,60	67,22	75,43
Maio	32,77	27,00	21,92	61,73	75,78
Junho	32,55	26,05	21,31	61,55	74,40
Julho	32,61	26,17	20,74	58,95	74,28
Agosto	33,69	26,88	20,78	51,77	74,36
Setembro	34,84	27,72	21,85	49,94	75,23
Outubro	35,99	28,64	22,49	46,48	75,93
Novembro	36,36	28,55	22,97	47,74	75,99
Dezembro	36,21	29,26	23,04	50,72	77,35
CV (%)	0,0414	0,0403	0,0363	0,1240	0,0155

CV (%): Coeficiente de variação.

Tabela 2. Zona de termoneutralidade dos suínos nas diversas fases de produção.

Fase	Temperatura (°C)	UR (%)
Reprodutor/Matrizes	18 a 25	50 – 70
Leitão/nascimento	34 a 30	70
1 semana	28 a 27	70
2 semanas	26 a 25	70
3 semanas	24 a 22	70
4 semanas	22 a 21	70
5 a 8 semanas	22 a 20	50 – 70
20 a 30 kg	20 a 18	50 – 70
30 a 60 kg	18 a 16	50 – 70
60 a 100 kg	18 a 12	50 – 70

Adaptado: Silva (1999).

Tabela 3. Valor do ITU para suínos.

	ITU
Conforto	61 – 65
Estresse moderado	66 – 69
Estresse severo	70 – 73

Adaptado: Roll, Zanusso & Correa (2010).

Com isso, foi estabelecido em que épocas do ano a microrregião é ideal para criação de suínos e em que épocas do ano e idade dos suínos, existe a necessidade de adoção de meios artificiais de condicionamento térmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico ambiental para a criação de suínos no município de Patos está descrito na tabela 4 e na tabela 5, para cada fase de produção.

Tabela 4. Diagnóstico bioclimático para o município de Patos, para leitões/ nascimento até a oitava semana de vida.

Mês	Leitão/nascimento	Semanas				
		1	2	3	4	5 a 8
Janeiro	Si*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*I*S*	SssI*S*	Sss*C*S
Fevereiro	Si*i*I*S*	Sc*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*I*S*	SssI*S*	Sss*C*S
Março	Ci*i*I*S*	Sc*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*I*S*	SssI*S*	Sss*C*S
Abril	Ci*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*I*S*	SssI*S*	Sss*C*S
Maio	Ci*i*I*S*	Sc*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*I*S*	Ss*c*C*S*
Junho	Ci*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Sc*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*I*S*	Ss*c*C*S*
Julho	Ci*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*C*S*
Agosto	Ci*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*C*S*
Setembro	Si*i*I*S*	Sc*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*I*S*	Ss*c*I*S*
Outubro	Si*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*I*S*	SssI*S*	SssI*S*
Novembro	Si*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*I*S*	SssI*S*	SssI*S*
Dezembro	Si*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*i*I*S*	Ss*c*I*S*	SssI*S*	Sss*C*S

A letra maiúscula refere-se à situação térmica para T_{max}; a letra minúscula refere-se à situação térmica para T_{med}; a letra minúscula itálica refere-se à situação térmica para T_{min}; a letra maiúscula após, refere-se a UR; a maiúscula itálica refere-se ao ITU.

Tabela 5. Diagnóstico bioclimático para o município de Patos, para reprodutor/matrizes e terminação com diferentes pesos (20 a 30 kg; 30 a 60 kg; 60 a 100 kg).

Mês	Reprodutor/Matrizes	Terminação		
		20 a 30 kg	30 a 60 kg	60 a 100 kg
Janeiro	Ss*c*C*S*	Sss*C*S	Sss*C*S	Sss*C*S
Fevereiro	Ss*c*C*S*	Sss*C*S	Sss*C*S	Sss*C*S
Março	Ss*c*C*S*	Sss*C*S	Sss*C*S	Sss*C*S
Abril	Ss*c*C*S*	Sss*C*S	Sss*C*S	Sss*C*S
Maio	Ss*c*C*S*	Sss*C*S	Sss*C*S	Sss*C*S
Junho	Ss*c*C*S*	Sss*C*S	Sss*C*S	Sss*C*S
Julho	Ss*c*C*S*	Ss*c*C*S*	Sss*C*S	Sss*C*S
Agosto	Ss*c*C*S*	Ss*c*C*S*	Sss*C*S	Sss*C*S
Setembro	Ss*c*I*S*	Sss*I*S	Sss*I*S	Sss*I*S
Outubro	Ss*c*I*S*	Sss*I*S	Sss*I*S	Sss*I*S
Novembro	Ss*c*I*S*	Sss*I*S	Sss*I*S	Sss*I*S
Dezembro	Ss*c*C*S*	Sss*C*S	Sss*C*S	Sss*C*S

A letra maiúscula refere-se à situação térmica para T_{max}; a letra minúscula refere-se à situação térmica para T_{med}; a letra minúscula itálica refere-se à situação térmica para T_{min}; a letra maiúscula após, refere-se a UR; a maiúscula itálica refere-se ao ITU.

Os suínos são animais extremamente susceptíveis as mudanças de temperatura, essa sensibilidade ao calor se dá por alguns fatores, em razão de seu elevado metabolismo, a presença da camada de tecido adiposo, ao seu sistema termorregulador porco desenvolvido e as suas glândulas sudoríparas queratinizadas (Wolp, 2010).

No estudo as temperaturas máximas apresentaram-se superiores a exigida pelos suínos em todas as fases, durante todo o ano. Apenas para os leitões/nascimento, durante os meses de março a agosto, que as temperaturas máximas apresentaram-se confortáveis aos animais.

No que diz respeito as temperaturas médias, durante todo o ano, apenas para os leitões/nascimento, apresentaram-se inferiores ao exigido. Para as demais categorias, as temperaturas médias assim como as máximas, apresentaram-se superiores a exigida.

Assim como ocorreu na temperatura média, as temperaturas mínimas também apresentaram-se inferiores ao exigido para os leitões/nascimento e para a primeira e segunda semana em todos os meses. Durante os meses de maio a setembro e de julho e agosto, apresentaram-se inferiores ao exigido na terceira e na quarta semana, respectivamente.

Considerando os resultados para temperatura média e mínima, o suinocultor necessitará acionar o sistema de aquecimento durante o período noturno, para os leitões/nascimento até a quarta semana.

Para os animais da reprodutores e matrizes as temperaturas mínimas apresentaram-se confortáveis ao exigido durante todo os meses, assim como para os leitões na terceira semana, durante os meses de novembro a abril.

Na fase de terminação (20 a 30 kg; 30 a 60 kg; 60 a 100kg), as temperaturas mínimas apresentaram-se superiores ao exigido, em todos os meses. Essa fase é uma das mais complexas da produção de suínos, pois nesta fase os animais apresentam altas taxas de desenvolvimento, com o metabolismo acelerado, havendo necessidade de resfriamento para essas fases (Maia et al, 2013).

Diferente dos outros animais, o suíno não conta com a sudorese como mecanismo de proteção às altas temperaturas, utilizando exclusivamente, a frequência respiratória e mudanças comportamentais (Verussa & Corassa, 2013).

A umidade relativa do ar mostrou-se confortável ao exigidos pelos suínos, para as fases de terminação (20 a 30 kg; 30 a 60 kg; 60 a 100kg), reprodutor e matrizes, e para os

leitões da 5 a 8 semana durante os meses de dezembro a agosto. Nos meses de setembro, outubro e novembro apresentaram-se inferior ao exigido para todas as fases de produção.

Para os leitões, desde o nascimento até a quarta semana, a umidade relativa mostrou-se inferior ao exigido. Já o ITU foi superior ao exigido para todas as fases de produção, o que demostra que a região possui um clima altamente estressante para a criação de suínos, sendo necessário o uso de modificações ambientais primárias e secundárias.

Pelo o estudo das condições climáticas do município de Patos, há necessidade de resfriamento na maior parte do ano para todas as fases. Conhecer as necessidades ambientais dos animais e as condições climáticas da região onde será implantada a criação, é fundamental, para que se defina instalações adequadas que maximizem o conforto dos animais.

CONCLUSÃO

A mesorregião analisada não apresentou condições para um ótimo desenvolvimento dos suínos, necessitando de investimentos em equipamentos que promova a correção do microclima estabelecer níveis ideais de conforto térmico.

Atenção especial deve ser dada à escolha do tipo de material de cobertura (telhas), pois essas podem piorar as condições de desconforto dos suínos durantes os meses mais quentes do ano, principalmente para as fases de leitões e terminação.

É necessária a realização de um estudo da viabilidade econômica, considerando as condições de conforto térmico para criação de suínos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas: 1961-1990. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1992. 84 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário de 2017. Sistema IBGE de recuperação de dados – SIDRA. 2018. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado. Acessado em: 16/09/2018.

MAIA, A. P. A.; SARUBBI, J; MEDEIROS, B. B. L.; MOURA, D. J. Enriquecimento ambiental como medida para o bem-estar positivo de suínos (Revisão). Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, v.14, p.2862-2877, 2013.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil, projeções do agronegócio 2014/2015 a 2024/2025. 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PROJECOES_DO_AGRONEGOCIO_2025_WEB.pdf.>. Acessado em: 16/09/2018.

ROLL, V. B.; ZANUSSO, J. T.; CORREA, E. K. Comportamento de suínos. In: XAVIER, E.G.; LOPES, D.C.N.; VALENTE, B.S.; ROLL, V.B. Suínos: manejo. Pelotas: GEASPEL, 2010, Cap.4, p. 180-194.

SARTOR, V.; SOUZA, C. F.; TINOCO, I. F. F. Informações básicas para projetos de construções rurais: Instalações para suínos. 2.ed. Viçosa: UFV, 2003. 19p.

SILVA, I. J.O. Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. In: Simpósio Internacional de Suinocultura, 4, 1999, São Paulo. Anais... São Paulo:Gessuli,1999. p.108-121.

SILVA, R. B. T. R. Normas de produção de animais submetidos a sistema intensivo: cenário da legislação nacional sobre bem-estar animal. Campinas: UNICAMP, 2008. 117f. Dissertação de Mestrado.

THOM, E.C. The discomfort index. Weatherwise, v.12, p.57-59, 1959.

VERUSSA, G. H.; CORASSA, A. Aspectos bioclimáticos de porcas em lactação na região de transição cerrado-amazônia. Revista Eletrônica Nutritime, v. 10, p.2895-2908. 2013.

WOLP, R, C. Suínos em crescimento mantidos em ambientes de alta temperaturas e alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo e proteína bruta. Lavras: UFLA, 2010. 55p. Dissertação de Mestrado.

VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS DE OVINOS SUBMETIDOS A CONDIÇÕES DISTINTAS DE ESTRESSE TÉRMICO NO SEMIÁRIDO

Nágela Maria Henrique Mascarenhas[1], Bonifácio Benicio de Sousa[2], Dermeval Araújo Furtado[3], José Pinheiro Lopes Neto[4], Maycon Rodrigues da Silva[5], Luanna Figueirêdo Batista[6], Luiz Henrique de Souza Rodrigues[7], Ribamar Veríssimo Macedo[8], Leonardo Flor da Silva[9]

[1]UFCG/CTRN, Campina Grande-PB. eng.nagelamaria@gmail.com
[2]UFCG/CSTR, Patos-PB. bonif@cstr.ufcg.edu.br
[3]UFCG/CTRN, Campina Grande-PB. araujodermeval@gmail.com
[4]UFCG/CTRN, Campina Grande-PB. lopesneto@gmail.com
[5]UFCG/CSTR, Patos-PB. mayconrvet@gmail.com
[6]UFCG/CSTR, Patos-PB. luanna_151@hotmail.com
[7]UFCG/CSTR, Patos-PB. luiz.veterinaria@gmail.com
[8]UFCG/CSTR, Patos-PB. ribamar_macedo@hotmail.com
[9]UFCG/CSTR, Patos-PB. leonardeus_silva@hotmail.com

RESUMO – Objetivou-se avaliar a adaptabilidade de ovinos em ambientes exposto ao sol e a sombra, por meio das variáveis fisiológicas. O experimento foi realizado em duas épocas (menos quente e quente) em Patos/PB e foram avaliadas as variáveis fisiológicas, temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) de 12 ovinos, sendo 6 machos (não castrados) e 6 fêmeas da raça Santa Inês. Os parâmetros fisiológicos avaliados foram temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), aferidos durante o turno da tarde em horários diferentes, caracterizando três condições de estresse (antes do estresse, logo após o estresse e uma hora depois do estresse), os quais foram mensurados usando um termômetro veterinário digital e um estetoscópio flexível ao nível da região torácica, respectivamente. A análise de variância revelou efeito significativo ($P<0,05$) do fêmea em relação ao macho sobre à FR, contudo não se verificou efeito significativo ($P>0,05$) para a TR. Mesmo com a utilização os mecanismos fisiológicos para manutenção da temperatura interna na tentativa de mantê-la dentro da normalidade estabelecida para a espécie, os ovinos tiveram sua homeotermia comprometida, quando foram submetidos a uma situação de estresse.
Palavras-chave: adaptabilidade, condições ambientais, homeotermia

INTRODUÇÃO

A atividade pecuária possui grande relevância para região semiárida do nordeste brasileiro, principalmente a criação de ruminantes de pequeno porte (GOMES et al., 2008). Na intenção de reconhecer corretamente a ação do estresse térmico nos animais de interesse zootécnico, torna-se importante o conhecimento sobre o índice de tolerância ao calor desses animais frente às condições ambientais enfrentadas. Já que o estresse calórico tem sido reconhecido como fator limitador relevante da produção animal nas regiões quentes.

O rebanho ovino do Brasil é de aproximadamente 17,7 milhões, das quais 57,0; 28,0; 7,0; 4,5 e 3,5% encontram-se respectivamente nas regiões Nordeste, Sul, Centro-oeste, Sudeste e Norte (ANUALPEC, 2016), sua grande maioria criada para a produção de carne. A ovinocultura é uma atividade pecuária promissora para as regiões áridas e semiáridas do planeta, devido à alta capacidade destes animais em se adaptarem a estas condições (MARTINS et al., 2012).

A maioria desses animais são criados em sistemas extensivos, cujo não há um controle específico das condições climáticas. Consequentemente, além de considerar o nível de produção desses animais, o grau de adaptação a condições climáticas específicas, também deve ser considerado (MENGISTU et al., 2017).

Para Santos et al. (2005) os parâmetros fisiológicos, tanto a temperatura retal como a frequência respiratória são mais afetados durante o período diurno, onde, ainda é possível observar valores menores para os respectivos parâmetros durante o turno da manhã quando comparados com o turno da tarde. Salles et al. (2009), em seus estudos com base em dados climáticos e respostas fisiológicas, afirmam que independente da época do ano, é durante o turno da tarde que ocorre um maior desconforto térmico para os animais.

Em concordância com tudo que foi explanado anteriormente, o estudo objetivou avaliar a variação das respostas fisiológicas de ovinos expostos a três condições distintas de estresse durante o turno da tarde em duas épocas no semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa para o Desenvolvimento do Semiárido (NUPEÁRIDO) do Centro de Saúde e Tecnologia Rural, da Universidade Federal de Campina Grande, no município de Patos – PB, localizada na região do semiárido brasileiro, com latitude 07° 05’ 28’’ S, longitude 37° 16’ 48’’ W, altitude de 250 m, que se caracteriza por apresentar um clima BSh, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8ºC e umidade relativa do ar de 61% (BRASIL, 1992).

Utilizou-se 12 ovinos Santa Inês, 6 machos (não castrados) e 6 fêmeas, com peso vivo médio inicial de ±26 kg, com idade entre 06±12 meses. Os animais foram mantidos em sistema extensivo, e avaliados durante duas épocas do ano de 2016: menos quente (julho a agosto) e quente (setembro e outubro). Totalizando 8 coletas de dados, durante 4

meses. Durante a realização do teste e aferições das variáveis fisiológicas, os animais permaneceram em jejum e sem acesso à água. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) num esquema fatorial 2x2 (2 sexos e 2 épocas) com 6 repetições, totalizando 24 parcelas experimentais.

As variáveis ambientais durante o período experimental foram registrados através de dois datalogger, do tipo HOBO®, com um canal externo e um interno, cada, instalados em local de sol e sombra no ambiente experimental, a uma altura semelhante à dos animais. Foram coletadas a temperatura do ar (TA), a umidade relativa (UR), a temperatura de globo negro (TGN) e de ponto de orvalho (Tpo), e com esses dados calculou-se o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) utilizando-se da fórmula: ITGU = TGN + 0,36 Tpo + 41,5, descrita por Buffington et al. (1981). As leituras das variáveis ambientais foram realizadas durante os oitos dias de coletas, realizadas no horário de aferição das variáveis fisiológicas.

As variáveis fisiológicas avaliados foram: temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial (TS), seguindo metodologia descrita por Silva et al. (2010). Foram aferidos no turno da tarde em três horários diferentes, durante as duas épocas, caracterizando três condições de estresse distintas: antes do estresse (antes dos animais serem expostos ao sol, encontrando-se na sombra por duas horas), logo após o estresse (logo após os animais serem expostos a radiação solar direta por uma hora) e uma hora depois do estresse (na sombra). A temperatura superficial também foi aferida nas mesmas condições da temperatura retal e da frequência respiratória, apenas acrescentando mais uma avaliação com vinte minutos após o retorno do estresse.

Para obtenção da temperatura retal e da frequência respiratória foram utilizados um termômetro veterinário digital e um estetoscópio flexível ao nível da região torácica, respectivamente. A temperatura superficial de cada animal foi obtida através de uma câmera termográfica de infravermelho (Fluke Ti 25). Posteriormente os termogramas foram analisados pelo software Smartview versão 4.1, através do qual foi obtida a temperatura média superfície corporéa dos animais, considerando-se a emissividade de 0,98.

Os dados obtidos foram analisados por meio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1993) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias registradas para as variáveis ambientais: temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura do globo negro (TGN) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Valores médios das variáveis ambientais: temperatura ambiente (TA, °C), umidade relativa (UR, %), temperatura do globo negro (TGN, °C) e índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), para os ambientes (sombra e sol), para os horários de aferição dos parâmetros (13h, 14h, 14h20min e 15h) e para as épocas do ano (menos quente e quente).

Fatores	Variáveis ambientais			
	TA (°C)	UR (%)	TGN (°C)	ITGU
Ambiente				
Sombra	34,63 B	30,06 A	36,75 B	83,55 B
Sol	36,61 A	26,67 B	38,29 A	84,97 A
Horários do dia				
13h	35,10 A	30,24 A	37,31 A	84,26 A
14h	35,65 A	28,28 B	37,48 A	84,20 A
14h20min	35,96 A	27,44 B	37,95 A	84,60 A
15h	35,76 A	27,51 B	37,34 A	83,97 A
Época do ano				
Menos quente	34,56 B	29,51 A	36,11 B	82,77 B
Quente	36,67 A	27,23 B	38,93 A	85,75 A
CV (%)	2,82	10,71	3,63	1,60

*Médias seguidas de letras não semelhantes diferem (P<0,05) pelo teste F. CV (%): Coeficiente de variação.

Houve efeito significativo (P<0,05) para as variáveis ambientais. Os valores registrados para ITGU foram de 83,55 e 84,97 para ambiente (sombra e sol, respectivamente) e de 82,77 e 85,75 para época (menos quente e quente, respectivamente).

Durante os horários de aferição dos parâmetros, os valores do ITGU também foram maiores que 83, reafirmando que é durante o período do turno da tarde que os animais mais sofrem com as condições ambientais.

Estudando a adaptabilidade de caprinos no semiárido, Santos et al. (2005) registraram médias para o ITGU de: 77,5 e 85,5 na sombra, para os turnos manhã e tarde respectivamente, e de 98, no sol durante a tarde. Silva et al. (2006) estudando o efeito das épocas do ano sobre as respostas fisiologicas de caprinos, registraram médias de ITGU elevadas no período da tarde 81,55 e 85,16, na época 1 e na época 2, respectivamente.

Baêta & Souza (1997) recomendam os valores entre 20 e 30°C como a zona de termoneutralidade, tanto para ovinos quanto para caprinos, na tabela 5 os valores da TA

em ambos os fatores (ambiente, horários do dia e época do ano), apresentou-se acima da recomendação dos autores. Segundo os mesmos autores, o limite de temperatura crítica de tolerância ao calor é de 35°C, assim, a TA no ambiente de sol (36,61°C) e na época quente (36,67°C), apresentaram-se ainda mais elevadas, ficando acima da temperatura crítica.

Em relação aos horários avaliados, não houve efeito significativo (P>0,05), porém, as médias da TA ficaram acima da temperatura crítica recomendada. Rocha et al. (2009) em estudos com caprinos em horário semelhante ao do presentem estudo, registrou médias de TA e UR similares.

A UR, foi influenciada por todos os fatores, diferindo (P<0,05) entre eles. Dentro dos ambientes, UR foi superior no ambiente de sombra (30,06 %), quanto aos horários, as 13h, onde os animais encontravam-se na sombra a média da UR foi de 30,24%, enquanto que as 15h a UR já estava em 27,51 %. Sousa Junior et al. (2008) trabalhando com caprinos, ovinos e bovinos, também registraram médias semelhantes a do presente estudo, para o turno da tarde.

As médias referentes à TR e FR encontram-se na tabela 2, onde a análise de variância revelou efeito significativo (P<0,05) do fêmea em relação ao macho sobre a FR, contudo não se verificou efeito significativo (P>0,05) da TR em nenhum dos fatores avaliados.

Tabela 2. Médias* da temperatura retal (TR1, TR2 e TR3 – °C) e da frequência repirátoria (FR1, FR2 e FR3 – mov.min) nas três condições de estresse, para o sexo e para as épocas (menos quente e quente).

	Condições de estresse / variáveis fisiológicas (TR - °C e FR - mov.min)					
	Antes do estresse		Logo após o estresse		1h depois do estresse	
Fatores	TR1	FR1	TR2	FR2	TR3	FR3
Sexo						
Macho	38,88A	67,16B	39,80A	93,50B	39,37A	67,50B
Fêmea	38,95A	89,33A	39,81A	117,33A	39,42A	78,16A
Época do ano						
Menos quente	38,92A	73,50B	39,75A	102B	39,38A	71,00A
Quente	38,91A	83,00A	39,86A	108,83A	39,41A	74,66A
CV (%)	0,64	18,74	0,75	22,18	0,58	16,75

*Médias seguidas de letras não semelhantes diferem (P<0,05) pelo teste F. CV (%): Coeficiente de variação.

Embora não tenha sido verificado efeito significativo (P>0,05) sobre a TR, os ovinos machos avaliados antes do estresse, apresentaram menores valores de TR (38,88 °C), e logo após, alcançou o valor de 39,80 °C, e mesmo 1h depois do estresse os animais não conseguiram retornar a temperatura de antes do estresse. A mesma situação foi

observada para as fêmeas, que também não conseguiram retornar a temperatura de antes do estresse.

Segundo Cunninghan (2008), valores considerados normais para espécie ovina variam de 38,5°C a 39,5°C, pelos resultados observados no estudo é possível observar que os animais encontravam-se sob estresse térmico em ambiente exposto ao sol, onde as fêmeas apresentaram os maiores médias.

As fêmeas apresentaram temperatura retal mais elevada que os machos, em ambos ambientes e em ambas as épocas do ano. Fatores como, os níveis hormonais, estruturas do pelame (tamanho dos pelos, número de pelos), taxa de sudação, podem influenciar na dissipação do calor dentro das espécies, raças e entre os sexos.

Esses resultados também podem ser relacionados com as características do pelame dessa raça, uma vez que os ovinos Santa Inês apresentam pelame escuro, e animais com pelames escuros tornam-se mais vulneráveis aos efeitos do estresse térmico, por absorverem uma maior radiação. Assim, animais que permanecem muito tempo expostos ao sol, requerem mais esforços, e utilizam mais mecanismos para manutenção na homeotermia, como por exemplo o aumento da frequência respiratória.

Para FR os valores médios, considerados normais para os ovinos variam entre 16 a 34 movimentos por minutos (Eustáquio Filho et al., 2011). Os valores encontrados no estudo foram superiores aos considerados normais, demonstrando que, mesmo à sombra a condição térmica é estressante para esses animais, uma vez que eles tiveram que utilizar a FR para perder calor. E mais uma vez as fêmeas apresentaram médias superiores aos dos machos.

Freitas (2014) estudando o comportamento de machos e fêmeas da espécie ovina (Santa Inês e Morada Nova), encontrou resultados semelhantes ao deste estudo, também utilizando animais da raça Santa Inês, onde as fêmeas apresentaram médias de TR e FR superiores aos dos machos. O autor explica esse resultado, pelo fato dos animais do sexo feminino terem sido mais ativos que os animais do sexo masculino, afirmando que os esforços físicos também influencia nos valores dos variáveis fisiológicos.

CONCLUSÃO

Diante os resultados obtidos é possível concluir que apesar de serem espécies consideradas adaptadas às condições climáticas da região semiárida, também sofrem com o estresse térmico nas condições ambientais que lhe foram ofertadas nesse estudo.

Mesmo com a utilização os mecanismos fisiológicos para manutenção da temperatura interna na tentativa de mantê-la dentro da normalidade estabelecida para a espécie, os ovinos tiveram sua homeotermia comprometida, quando foram submetidos a uma situação de estresse.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC. 2016. Anuário da Pecuária Brasileira, 20 ed. Instituto FNP, São Paulo, Brasil.

Baêta, F. C.; Souza, C. F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. 1.ed. Viçosa: UFV, 1997. 246p.

BRASIL. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. Normas climatológicas: 19611990. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1992. 84p.

Buffington, D. E.; Collazo-Arocho, A.; Canton, G. H.; Pitt, D. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. Transaction of the ASAE, v.24, p.711-714, 1981.

Cunningham, J. G. Tratado de fisiologia veterinária. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 596p.

Eustáquio Filho, A.; Teodoro, S. M.; Chaves, M.A.; Santos, P.E.F. dos; Silva, M.W.R. da; Murta, R.M.; Carvalho, G.G.P. de; Souza, L.E.B de. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, p.1807-1814, 2011.

Freitas, A.C.B. Avaliação do temperamento de ovinos com treinamento de estímulo tátil e deslocamento com auxílio de cabresto. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, 2014. 73f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável). 2012.

Martins, E.C.; Albuquerque, F.H.M.R. de; Oliveira, L.S. Sistemas e custos de produção de ovinos de corte na agricultura familiar no Ceará. In: Guiducci, R.C.N.; Lima Filho, J.R.; Mota, M.M. Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários: metodologia e estudos de casos. Brasília. Embrapa, 2012. Cap. 5, p.117-149.

Mengistu, U.L.; Puchalaa, R.; Sahlua, T.; Gipsona, T.A.; Dawsona, L.J.; Goetscha, A.L. Conditions to evaluate differences among individual sheep and goats in resilience to high heat load index. Journal Small Ruminant Research, v.147, p. 89-95, 2017.

Gomes, C. A. V.; Furtado, D. A.; Medeiros, A. N.; Silva, D. S.; Pimenta Filho, E. C.; Lima Júnior, V. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. Revista Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12. p.213–219, 2008.

Rocha, R. R. C.; Costa, A. P. R.; Azevedo, D. M. M. R.; Nascimento, H. T. S.; Cardoso, F. S.; Muratori, M. C. S.; Lopes, J. B. Adaptabilidade climática de caprinos Saanen e Azul no meio-norte do Brasil. Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.61, p.1165-1172, 2009.

Salles, M. G. F.; Souza, C. E. A.; Rondina, D.; Moura, A. A. A.; Araújo, A. A. Respostas fisiológicas ao estresse térmico de bodes Saanen em clima tropical. Revista Ciência Animal, v. 19, p. 19-28, 2009.

Santos, F. C. B.; Souza, B. B.; Alfaro, C. E. P.; César, M. F.; Pimenta Filho, E. C.; Acosta, A. A. A.; Santos, J. R. S. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semi-árido do nordeste brasileiro. Ciência e Agrotecnologia, v.29, p.142-149, 2005.

Santos, F. C. B.; Souza, B. B.; Alfaro, C. E. P. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima Semi-Árido do Nordeste brasileiro. Revista Ciência e Agrotecnologia, v.29. p.142-149, 2005.

Silva, E. M. N.; Souza, B. B.; Souza, O. B. de; Silva, G. A.; Freitas, M. M. S. de. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. Revista Caatinga, v.23, p.142-148, 2010.

Silva, G. de A.; Souza, B. B. de; Alfaro, C. E. P.; Silva, E. M. N da; Azevedo, S. A.; Azevedo Neto, J.; Silva, R. M. N. da. Efeito da época do ano e período do dia sobre os parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semiárido paraibano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, p.903-909, 2006.

Sousa Júnior, S. C. de; Morais, D. A. E. F.; Vasconcelos, A. M. de; Nery, K. M.; Morais, J. H. G.; Guilhermino, M. M. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos na região semiárida. Revista Científica de Produção animal, v.10, p.127-137, 2008.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE FRANGOS CAIPIRAS CRIADOS EM AVIÁRIOS MÓVEIS COM DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA

Max Nei Braz Souza[1], Graciene Conceição dos Santos[2], Natanael Costa dos Santos[1], Rosimar Farias[1], Alanna do Socorro Lima da Silva[2], Suellen Pena de Oliveira[1], Felipe Takis Cunha[1], Mateus Levi Avelino Moura[1]

[1]Estudante de graduação em Zootecnia, Instituto de Biodiversidade e Floresta; Universidade Federal do Oeste do Pará, rua vera paz s/n°, Santarém-Pá; CEP 68035110, Brasil; Endereço eletrônico: suellempena@gmail.com;
[2]Professora Adjunta; Instituto de Biodiversidade e Florestas; Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA.

RESUMO - O objetivo foi avaliar o efeito de diferentes materiais para a cobertura de aviários móveis sobre o ambiente térmico e o desempenho produtivo de frangos caipiras. Foram utilizados três aviários móveis, os materiais usados como cobertura foram: papelão revestido com embalagem longa vida (Tetra Pak®), com face metálica voltada para o exterior; cobertura do telhado com telha fibrocimento; e cobertura do telhado com palha. Em cada aviário, foram alojados 10 frangos caipira com 21 dias de idade. A evolução do peso vivo do plantel ocorreu de forma crescente em todos os aviários. O ganho de peso médio ocorreu de forma variada para os três lotes. O consumo médio de ração foi de 8.345 Kg no decorrer do experimento. A conversão alimentar dos lotes variou em função do consumo de ração em cada aviário. Conclui-se a partir da avaliação das variáveis ambientais, que não se obteve condições ideais de conforto térmico para frangos caipira, mas, mesmo assim, apresentaram bom desempenho zootécnico por serem mais resistentes e adaptadas ao clima quente e úmido da região amazônica.
Palavras-chave: Avicultura alternativa, ambiência, trator de galinhas.

INTRODUÇÃO

Os fatores climáticos são os que mais afetam o bom desempenho das aves na avicultura (BAÊTA & SOUZA, 2010). O estresse térmico sofrido pelas aves influencia no seu desempenho, afetando diretamente suas funções fisiológicas e metabólicas que por sua vez diminuem drasticamente seu desempenho produtivo (TINÔCO, 2001; CORDEIRO et al., 2011).

Em regiões de clima quente, a escolha de linhagens adaptadas e resistentes ao estresse térmico se faz necessária para melhor atender o consumidor com carne de qualidade, desonerar o produtor com menores custos de produção e maior eficiência produtiva e promover bem-estar aos animais. Assim, torna-se necessário o amplo estudo e aprofundamento de pesquisas que visem à sustentabilidade econômica e produtiva da cadeia avícola na região amazônica (CORDEIRO, 2014).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes materiais para a cobertura de aviários móveis sobre o desempenho produtivo de frangos caipiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante o período de 15 de Agosto a 01 de Outubro de 2017, com aves de 21 a 68 dias de idade, nas dependências da Universidade Federal do Oeste do Pará.

Foram utilizados três aviários móveis, com madeira para a base com 2 m de comprimento x 1,5 m de largura x 1 m de altura. Os materiais usados como cobertura foram: 1) papelão revestido com embalagem longa vida (Tetra Pak®), com face metálica voltada para o exterior; 2) cobertura do telhado com telha fibrocimento; e 3) cobertura do telhado com palha. Em cada aviário móvel, foram alojados 10 frangos caipira adquiridos em casa agropecuária da cidade de Santarém, com 8 dias de idade. As aves foram criadas juntas e com fonte de energia em viveiros até atingir 21 dias, quando foram transferidos para os aviários móveis.

As variáveis analisadas foram: evolução do peso vivo, ganho de peso médio, consumo médio de ração e conversão alimentar. Para obtenção do peso corporal, as aves de cada aviário foram pesadas no momento do alojamento, e posteriormente pesadas semanalmente até 68 dias de idade. A evolução do peso vivo foi analisada a partir dos valores correspondentes a todas as aves por aviários nas pesagens semanais a partir de 21 dias de idade. O ganho de peso foi obtido pela diferença entre peso final e peso inicial das aves. O consumo de ração foi calculado pela diferença entre o total de ração consumida e as sobras de ração no final de cada período. A conversão alimentar foi o resultado da razão entre o total de ração consumida e o ganho de peso no período.

As variáveis de conforto térmico avaliada foi o índice de temperatura e umidade.

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITU) foram calculados, segundo Buffington *et al.* (1981), por meio da seguinte equação:

$$ITU = Tbs + 0,36*Tpo + 41,2$$

Onde:

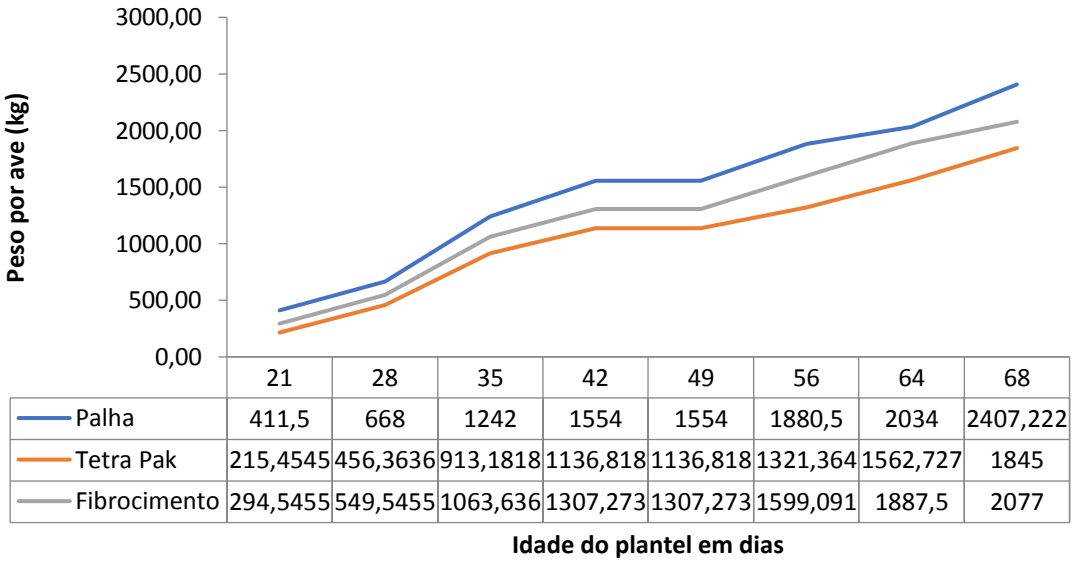
TBS= temperatura de bulbo seco (ºC),

Tpo = temperatura de ponto de orvalho (ºC)

Os dados de desempenho e conforto térmico são apenas descritivos em função da idade, devido ao número reduzido de repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução do peso vivo do plantel de aves no período 21 a 68 dias pode ser observada no Gráfico 1, que apresentou evolução crescente para os lotes alojados em cada aviário. No aviário de Tetra Pak o crescimento foi de 11,68%, no aviário Fibrocimento 14,18 % e no aviário de Palha foi de 17,09%, o que representado em Kg será de 1.629 kg, 1.782 kg e 1,996 kg para os aviários de Tetra Pak, Fibrocimento e Palha respectivamente. Aos 68 dias foi realizado o abate das aves quando o lote dos três aviários atingiu peso total de 62.73 kg, com média de 2.091 kg/ave obtendo assim resultado superior ao encontrado por Merencio (2009), que obteve aos 102 dias peso médio de 1,9 kg/ave.



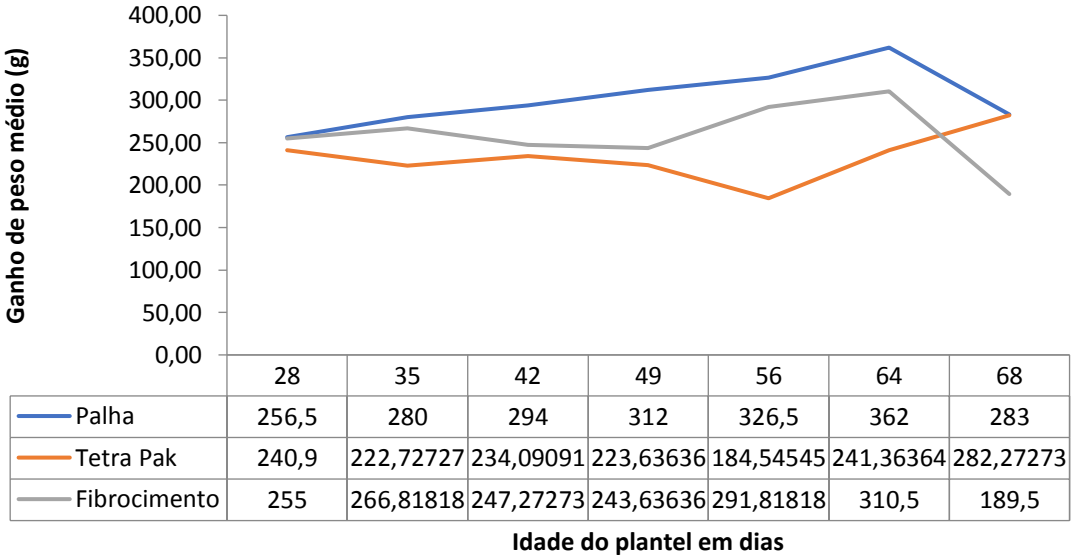
	21	28	35	42	49	56	64	68
Palha	411,5	668	1242	1554	1554	1880,5	2034	2407,222
Tetra Pak	215,4545	456,3636	913,1818	1136,818	1136,818	1321,364	1562,727	1845
Fibrocimento	294,5455	549,5455	1063,636	1307,273	1307,273	1599,091	1887,5	2077

Gráfico 1. Evolução do peso do plantel de aves em KG no período de 21 a 68 dias de idade, em aviários móveis com diferentes materiais de cobertura.

Os valores para o ganho de peso médio do plantel de aves (Gráfico 2) se mantiveram crescentes no aviário de palha dos 28 aos 64 dias, porém decresceu aos 68 dias tendo em vista que houve uma mortalidade no lote desse aviário, e ainda um menor consumo de ração em relação aos demais dias e lotes. Já no aviário Tetra Pack houve uma mortalidade entre os 49 e 56 dias, fazendo assim com que houvesse um declínio acentuado no ganho médio de peso do lote alojado nesse aviário.

No aviário de Fibrocimento o lote apresentou ganho de peso médio crescente nos dias 35, 56 e 64, já nos dias 42, 49 e 68 apresentou ganho de peso médio decrescente. O ganho de peso médio crescente aos 35 dias pode ser justificado pelo maior consumo de ração e menores médias de temperatura nesse dia, já para os dias 56 e 64, o que pode ter influenciado o maior ganho de peso médio foi o consumo de ração desse período.

Santos et al. (2012) ao realizarem um experimento com frangos coloniais na região sudoeste do Brasil prescreveram que a redução do volume de penas melhora a dissipação do calor através da área desnuda, promovendo maior tolerância ao calor melhor produtividade em condições de altas temperaturas ambientais (até 32º C).

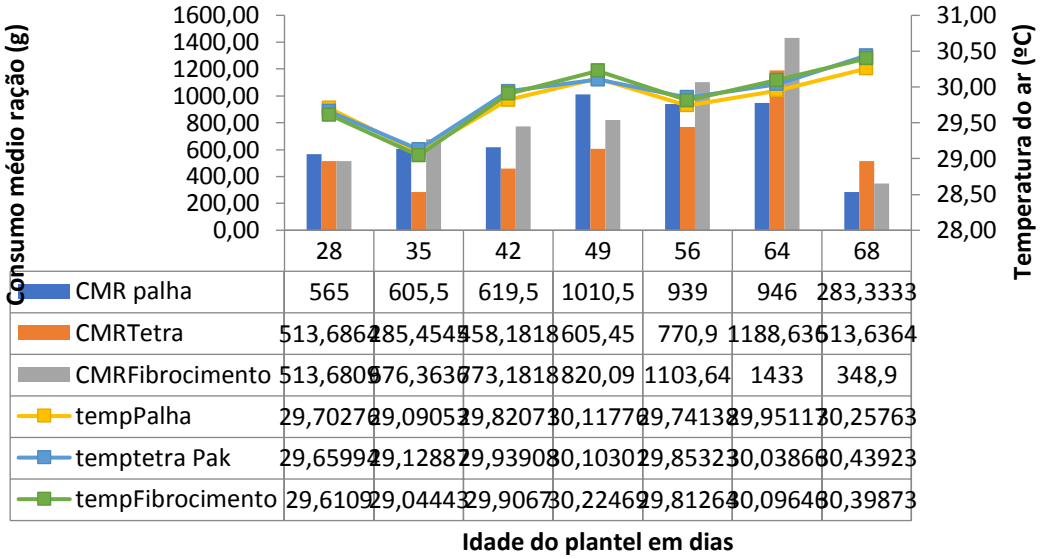


	28	35	42	49	56	64	68
Palha	256,5	280	294	312	326,5	362	283
Tetra Pak	240,9	222,72727	234,09091	223,63636	184,54545	241,36364	282,27273
Fibrocimento	255	266,81818	247,27273	243,63636	291,81818	310,5	189,5

Gráfico 2. Ganho de peso médio (GPM) do plantel de aves no período de 28 a 68 dias de idade, em aviários móveis com diferentes materiais de cobertura.

O consumo médio total de ração do plantel de aves foi de 8.345 kg no período de 28 a 68 dias de idade (40 dias de criação), portanto, resultado superior ao encontrado por Silva (2009), que obteve para frangos de corte Label Rouge machos e fêmeas (lote misto) criados em piquetes e recebendo ração comercial balanceada, o consumo de ração de 6,470 kg, no período de 36 a 84 dias de idade (48 dias de criação).

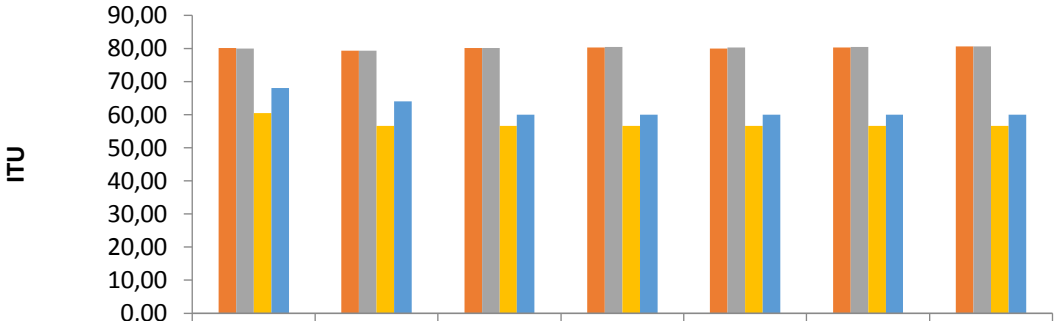
O consumo médio do lote aos 42 dias de idade foi de 1.850 kg de ração, resultado semelhante ao encontrado por Barbosa (2016), para a linhagem caipira Parcialmente Plumada aos 42 dias de idade onde, para machos foi de 1.85 kg e fêmeas 1.86 kg.



	28	35	42	49	56	64	68
CMR palha	565	605,5	619,5	1010,5	939	946	283,3333
CMRTetra	513,6862	285,4545	458,1818	605,45	770,9	1188,636	513,6364
CMRFibrocimento	513,6809	676,3636	773,1818	820,09	1103,64	1433	348,9
tempPalha	29,70276	29,09053	29,82073	30,11776	29,74138	29,95113	30,25763
temptetra Pak	29,65994	29,12887	29,93908	30,10302	29,85323	30,03868	30,43923
tempFibrocimento	29,6109	29,04443	29,90673	30,22469	29,81263	30,09648	30,39873

Gráfico 3. Consumo médio de ração do plantel de aves no período de 28 a 68 dias de idade e média de temperatura ambiente, em aviários móveis com diferentes materiais de cobertura.

A conversão alimentar do plantel alojado em cada aviário iniciou-se a partir dos 28 dias de idade, sendo que aos 28, 35 e 42 dias de idade os lotes de todos os aviários, comparados aos valores estabelecidos pela Embrapa, obtiveram melhores índices de conversão alimentar. Aos 49 dias de idade, apenas o aviário de fibrocimento obteve conversão alimentar pior ao que foi indicado pela Embrapa. Aos 56 e 64 dias de idade, os lotes dos aviários Tetra Pak e Fibrocimento foram os que apresentaram piores índices de conversão alimentar quando comparados ao que foi designado pela Embrapa, já o lote do aviário de palha obteve índices da conversão alimentar melhor quando comparados ao da Embrapa para esses dois períodos citados. Para o período de 68 dias de idade, como foram avaliados apenas 4 dias do ciclo final, optou-se pela comparação de índice de conversão alimentar entre lotes alojados em cada aviário, sendo que o melhor índice foi no lote alojado no aviário Tetra Pak com 1.82, seguido do lote do aviário Fibrocimento com e 1,84 e logo após vem o lote alojado no aviário de Palha com índice de conversão alimentar de 1,92.



	28	35	42	49	56	64	68
tetra Pak	80,067591	79,296736	80,195899	80,341356	80,02241	80,247073	80,697751
Fibrocimento	80,043018	79,249728	80,198716	80,524454	80,258912	80,397596	80,641259
conforto 1	60,5	56,6	56,6	56,6	56,6	56,6	56,6
conforto2	68	64	60	60	60	60	60

Idade do Plantel em dias

Gráfico 4. Médias do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) nos aviários e ITU conforto das aves no período de 28 a 68 dias de idade, em aviários móveis com diferentes materiais de cobertura.

As médias do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) nos aviários e ITU de conforto das aves adaptado de Abreu & Abreu (2001) citado por Silva (2007), no período de 28 a 68 dias, encontram-se no gráfico 4. De acordo com o que foi preconizado pelo autor as temperaturas de conforto para ITU mudam de acordo com as semanas para criação das aves, tabela 3.

Comparando ao que foi citado pelo autor, o período avaliado neste trabalho, dos 28 a 68 dias de idade, os Índices de Temperatura e Umidade estão acima do conforto das aves.

Conforme citado por Abreu & Abreu (2011), os altos índice de temperatura e umidade relativa do ar clima característico da região Amazônica podem ter favorecido o aumento do ITU no interior dos aviários, outro fator que pode justificar esse aumento do ITU é a presença das aves dentro dos aviários fazendo com que houvesse produção de calor, combinado a alta umidade relativa do ar.

Júnior (2012), ao avaliar efeito de tipos de cobertura de aviários móveis sobre o ambiente térmico e a homeostase térmica de frangos label rouge, obteve no interior dos aviários móveis Tetra Pak® + papelão e Lona + papelão valores de ITGU 81,35 °C; 80,48 °C respectivamente, acima da faixa indicativa de conforto térmico para aves, que são compreendidos entre 75 a 77 (JÁCOME et al., 2007), onde explicou que esse maior valor do ITGU é devido ao calor desprendido pelas aves, resultante da ação dos mecanismos

fisiológicos para a manutenção de sua homeotermia, o que, afeta diretamente, a temperatura de globo negro, variável importante deste índice.

Essa teoria pode ser afirmada também por Furtado et al. (2003), em estudo de diferentes sistemas de acondicionamento térmico para galpões avícolas, encontrou valores do ITGU em torno de 80. O mesmo autor relata que uma parcela significativa de sobreaquecimento advém do próprio calor gerado pelas aves, o que agrava a situação de desconforto térmico no interior das instalações.

CONCLUSÃO

A partir da avaliação do ITU coletados no experimento, foi possível observar que no ambiente de criação não se obteve condições ideais de conforto térmico para as aves. Mas, mesmo assim, as aves puderam expressar um bom desempenho para ganho de peso e conversão alimentar de acordo com o que foram citados nas literaturas, por serem aves melhoradas, mais resistentes e adaptadas ao clima quente e úmido da nossa região.

Os aviários móveis constituem uma forma simples para construção e manutenção, além de permitir a criação de aves de forma ecologicamente correta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Diagnóstico bioclimático para a produção de aves no Oeste paranaense. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 30., 2001, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: UNIOESTE/SBEA, 2001. 1 CD-ROM.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência os sistemas de criação de aves no Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, 2011. p. 1-14.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa, UFV, 2. Ed, p. 268, 2010.

BARBOSA, M. J. S. S. Efeitos do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas e produtivas de frangos de corte de linhagens caipira criados em condições de inverno Amazônico. 2016. Dissertação de Mestrado. UFA.

BUFFINGTON, D. E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PIT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-14, 1981.

CORDEIRO, M.B., TINOCO, I.F.F., MESQUISTA, R.M. Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte/ Digital image analysis for young chicken's behavior evaluation. Engenharia Agrícola, 31(3), 2011. p.418-426.

CORDEIRO, M. B. et al. Avaliação do estresse térmico em frangos caipiras criados em condições climáticas do Estado do Acre. Enciclopédia Biosfera, v. 10, p. 358-365, 2014.

FURTADO, D. A. et al. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p.559-564, 2003.

JÁCOME, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n. 55, p. 527-531, 2007.

JUNIOR, Joao Batista Matos. Avaliação de diferentes materiais de cobertura para construção do telhado de aviários móveis. 2012.

MERENCIO, Fernanda de Fátima Morbach. SISTEMA ALTERNATIVO DE CRIAÇÃO DE GALINHAS CAIPIRAS UTILIZADO NA GRANJA XINGU, ALTAMIRA, PARÁ. 2009. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará.

SANTOS, F. M. S. Análise de desempenho térmico e lumínico em uma escola pública na cidade de Cuiabá/MT: estudo de caso. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2012.

SILVA, E. T. Índice de temperatura e umidade (ITU) na produção de aves para a Mesoregião do Nordeste e Norte pioneiro Paranaence. Revista Acadêmica, V.5, n.4, p.385,390, 2007.

TINÔCO, I.F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. Rev. Bras. Ciênc. Avíc., 3: 1-26. 2001.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

MAPEAMENTO TÉRMICO DE AVIÁRIOS FECHADOS COM ALVENARIA PARA FRANGOS DE CORTE

Diogo J. R. Coelho[1]; Ilda F. F. Tinôco[1]; Cecilia F.Souza[1]; Fátima Baptista[2]; Rafaella R. Andrade[1]; Múcio A. S. A. Mendes[3]; Maria F. A. Vieira[4]; Kelle P. Oliveira[1]

[1]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil;
[2]Departamento de Engenharia Rural / ICAAM, Universidade de Évora, Évora, Portugal;
[3]Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso, Brasil;
[4]Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, Brasil.

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento térmico completo de aviário para frangos de corte, nas condições de Brasil, com fechamento em alvenaria, assim como identificar a variabilidade térmica, analisar o ambiente em relação a temperatura do ar e umidade relativa do ar, durante a fase de aquecimento das aves. O aviário é completamente fechado nas laterais, por meio de alvenaria de blocos de concreto, e totalmente automatizado. Possui sistema de ventilação forçada por pressão negativa, munido com sistema de resfriamento adiabático evaporativo, e o sistema de aquecimento é fornalha a lenha. A instalação possui capacidade de alojamento de 30 mil aves na densidade de 15 aves por m^2. Foram distribuídos em todo o interior do aviário sensores de temperatura do ar e umidade relativa do ar. Os mapas demostram a presença de variabilidade térmica no interior do instalação. Verifica-se também que o aviário com paredes de alvenaria não garantiu situações de conforto térmico às aves alojadas, as quais se encontraram em determinados períodos e em algumas regiões internas ao aviário, em situação de desconforto térmico.
Palavras-chave: avicultura; instalações avícolas; ambiência animal

INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é umas das atividades econômicas mais importantes do setor agropecuário, sendo que grandes avanços e investimentos vem sendo continuamente realizados na área, o que posicionou o Brasil em segundo e primeiro lugar, respectivamente, como produtor e exportador mundial de carne de frango (ABPA, 2017).

Entretanto, as características dos climas tropical e subtropical predominantes no Brasil, aliadas à imperativa necessidade de busca da sustentabilidade social, ambiental e econômica própria para a realidade geral do país, impõem uma série de cuidados específicos.

Logo há a predominância de tipologias arquitetônicas e construtivas específicas, bem como sistemas de manejo ambiental diferenciados e, muitas vezes variáveis em função dos custos de produção de cada elemento envolvido no conjunto da atividade,

fazendo com que o ambiente de criação ainda seja um desafio para os sistemas de produção avícola praticados no país.

O maior desafio, contudo, é que os aviários brasileiros por questões predominantemente econômicas relativas ao custo inicial de construção, tem falhado no isolamento térmico, o qual é muito débil para a quase totalidade dos galpões (telhados não isolantes e paramentos laterais em cortinas moveis), gerando recorrentes episódios de estresse das aves, tanto por frio, quanto por calor, muito embora a amplitude térmica em geral seja pequena.

Apesar da maior contribuição de sobreaquecimento advir das coberturas, vem surgindo no país, uma nova tipologia de aviário no qual, em todas as laterais, as cortinas moveis são substituídas por paredes de alvenarias de blocos de concreto ou tijolos cerâmicos, o que mantem o aviário totalmente fechado e empregando ventilação forçada em 100 % do tempo.

Estes aviários passaram a ser denominados “aviários sólidos”, para os quais se preconiza a facilidade de manejo do sistema de acondicionamento ambiental e melhoria das condições térmicas ambientais, atribuídas a uma maior inércia térmica garantida pelas paredes laterais.

Com base no exposto, objetivou-se, com o presente trabalho realizar o mapeamento térmico completo de aviário sólido para frangos de corte, com fechamento em alvenaria, assim como identificar a variabilidade térmica, analisar o ambiente em relação as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar durante a fase de aquecimento das aves.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante inverno, meses de junho e julho, em granja comercial de frangos de corte, no município de Piranga - Minas Gerais. A instalação utilizada na pesquisa possui 145 m de comprimento e 14 m de largura, pé-direito de 3.0 m, presença de forro de poliuretano posicionado a uma altura de 2.6 m do piso, estrutura metálica e cobertura com telhas onduladas de aço galvanizado.

O aviário é totalmente fechado nas laterais, por meio de alvenaria de blocos de concreto, espessura de 0.2 metros, revestida na parte interna por argamassa de cimento: areia e pintada na cor branca. O alojamento é equipado com sistema de ventilação forçada

por pressão negativa, possuindo nove exaustores, munido com sistema de resfriamento adiabático evaporativo do ar de entrada via uso de pad cooling.

O sistema de aquecimento utilizado é constituído de fornalha a lenha, localizada externamente ao aviário, sendo o calor gerado (via ar aquecido) conduzido para o centro do alojamento por meio de uma tubulação de chapas galvanizadas.

O manejo do sistema de acondicionamento térmico foi realizado por pressão negativa em 100% do tempo, sendo os grupos de exaustores acionados paulatinamente por meio de painéis de controle automatizados. Foram alojadas no aviário 30.000 aves, machos, na densidade de 15 aves por m2.

O sistema 1-Wire^{TM} foi implementado no experimento para aquisição dos dados de temperatura do ar. Para a coleta dos dados de umidade relativa do ar foi empregado datalogger HOBO$^{®}$ modelo U14-002.

Foram distribuídos no interior de todo o aviário 40 sensores de temperatura do ar, de forma uniforme e equidistante, a uma altura de 0.20 m a partir do nível médio do dorso das aves. Foram distribuídos também, de forma similar aos sensores de temperatura, 8 sensores de umidade relativa do ar (Figura 1).

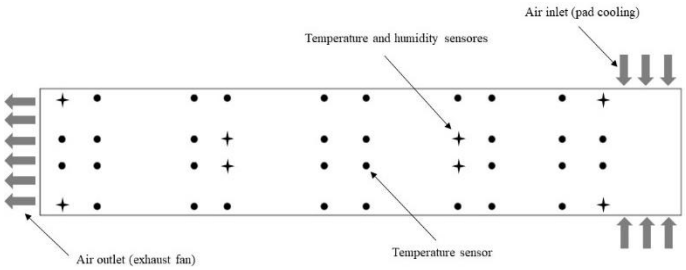


Figura 1. Layout do sistema de ventilação e disposição dos sensores de temperatura do ar e umidade relativa do ar no interior do aviário

Para avaliação da temperatura e umidade relativa do ar do ambiente externo ao aviário foi utilizado um abrigo meteorológico, no interior do qual foram dispostos sensores de temperatura e umidade relativa do ar.

A coleta dos dados, tanto de temperatura quanto de umidade, aconteceu de forma contínua (24 h por dia) durante toda a fase inicial de vida das aves, desde a chegada dos pintainhos até o final do período de aquecimento, perfazendo 18 dias experimentais. Os dados monitorados foram registrados em tempo real, em intervalos de 1 min.

A avaliação do ambiente térmico foi apresentada por meio de mapas de temperatura média do ar e umidade relativa dor ar média, para períodos noturnos (18:00h as 5:59h) e diurnos (06:00 as 17:59h).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 estão apresentados os mapas de temperatura do ar para as condições de temperaturas médias, período noturno e diurno, observadas no interior do aviário, durante a fase com aquecimento do ar, período de 1 a 18 dias de idade das aves.

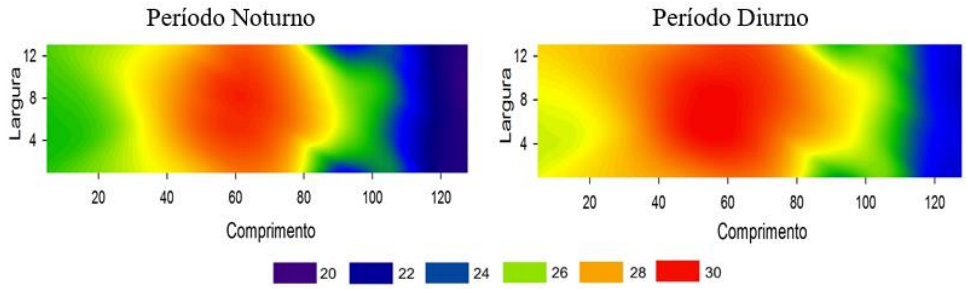


Figura 2. Mapas de distribuição da temperatura do ar (ºC), média noturna e diurna.

Observa-se, por meio do mapas de temperatura, um comportamento similar da distribuição da temperatura entres eles, onde a região central do aviário apresenta os maiores valores, em virtude do sistema de aquecimento localizar-se neste ponto. Verifica-se, que a temperatura do ar vai reduzindo a medida que se afasta do centro do aviário. Observa-se, também, que na extremidade onde está localizada a entrada de ar do aviário encontram-se as menores temperaturas.

No período noturno, para a temperatura média, ocorreu uma maior variação térmica, cerca de 9ºC, em relação ao período diurno, a qual foi de 7,5ºC. Essa maior variação a noite pode ser atribuída a maior amplitude térmica que ocorre nos períodos noturnos, com quedas de temperaturas acentuadas durante a madrugada, além de que a temperatura média noturna externa de 15,9ºC, logo mais baixa do que a média noturna interna, pode exercer influência na queda da temperatura interna, principalmente na região de entrada de ar do aviário. Durante o dia a temperatura média do ar externo foi de 3ºC superior a temperatura média do ar externo no período noturno, logo 18,9ºC.

Com base nos argumentos acima, verifica-se que as paredes em alvenaria não funcionam como um bom isolamento térmico que garanta a inercia térmica do conjunto do aviário, afetando negativamente a uniformidade térmica do abrigo.

Segundo a literatura a temperatura ideal para frangos de corte na primeira semana de vida é de 32 a 34ºC, segunda entre 28 a 32ºC e na terceira entre 26 a 28ºC (TINÔCO,

2001; CONY & ZOCCHE, 2004; MACARI et al., 2004; MEDEIROS et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2006; PAULI et al., 2008; FERREIRA, 2011). Logo, observa-se pelos mapas de temperatura média, que na região central do aviário (região esta mais quente, exatamente por ser aquela na qual estava localizado o sistema de aquecimento e constituiu o espaço delimitado para ocupação das aves na fase inicial de criação), os valores de temperatura média do ar obtidos durante o período de 1 ao 18 dias de idade, variaram entre 26 a 30ºC, demonstrando que as aves estiveram sob estresse por frio durante esta faixa etária. Portanto, os valores observados estiveram abaixo também do recomendado pelo manual da linhagem dos frangos de corte alojados na instalação, o qual é de 34ºC, 31ºC e 27ºC, respectivamente para a primeira, segunda e terceira semana de vida das aves. (COBB-VANTRESS, 2012).

Carvalho et al. (2011a) afirmam que a dificuldade de se manter a temperatura do ar na área de crescimento inicial das aves em condições de conforto térmico, em geral está relacionada ao ineficiente isolamento térmico destas áreas. Do exposto, pode-se inferir que as alvenarias dos aviários de paredes solidas não foram suficientes para evitar a queda de temperatura do galpão.

Ao realizar mapeamento de aviário para frangos de corte com sistema de ventilação por pressão negativa e fechamento em cortinas, Hernandez et al. (2016a) observou que nas três primeiras de semana de vida, a temperatura do ar no espaço ocupado pelas aves esteve dentro da faixa de conforto, sendo a temperatura durante a noite ligeiramente inferior ao dia. Os autores observaram também regiões com temperaturas mais baixas próximas as entradas de ar, principalmente para a terceira semana de vida das aves. Menegali et al. (2013) e Vigoderis et al. (2010) ao avaliarem a ambiente térmico de aviários durante a fase de aquecimento em período de inverno, verificaram que a temperatura do ar não atingiu as condições adequadas para as aves, submetendo-as ao estresse por frio.

Encontram-se apresentados, na Figura 3, os mapas de valores de umidade relativa do ar média, período noturno e diurno, observadas em toda a área no interior do aviário, durante a fase de aquecimento das aves.

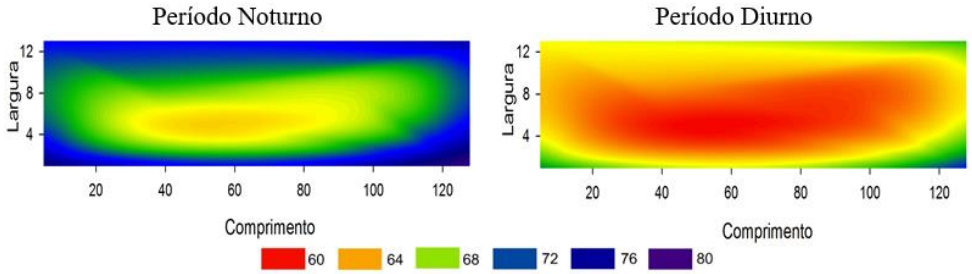


Figura 3. Mapas de distribuição da umidade relativa do ar (%), média noturna e média diurna.

Conforme pode-se observar pelos mapas, ocorre distribuição similar de valores de umidade relativa do ar no galpão, sendo que na faixa central ao longo de todo aviário estão registradas as menores umidades, principalmente no centro geométrico da instalação, posição onde está localizado o tubo de aquecimento, o que gera maiores valores de temperaturas e, consequentemente, menores valores de umidade relativa do ar. Já no contorno da borda interna do galpão observa-se os maiores valores de umidade.

Apesar da semelhança na distribuição, no período noturno ocorreu maior umidade relativa média do ar, variando entre 65 e 80%. No período diurno esse intervalo ficou entre 60 e 72%. Também para umidade relativa média do ar externo, no período noturno ocorreu valores de umidade superiores ao período diurno, 88,6 e 76,2%, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por Hernandez et al. (2016a), ao realizar o mapeamento de aviários com fechamento em cortina, em que a umidade relativa do ar próxima ao sistema de aquecimento foi também inferior aquele obtido nas demais regiões da instalação, ocorrendo nos 7 dias inicias de alojamento das aves, níveis abaixo de 40% de umidade.

No período diurno os valores de umidade relativa média estiveram dentro dos limites sugeridos por Tinôco (2001), Furtado et al. (2003), Sarmento et al. (2005) e Dalólio et al. (2015), que é entre 50 a 70%. Já os valores ocorridos durante a noite ultrapassaram esse limite máximo de 70%, porém observa-se que esses valores mais altos de umidade estão presentes no contorno do aviário, e as aves concentram-se na fase com aquecimento na região central da instalação.

CONCLUSÃO

Por meio do trabalho realizado e pelos resultados obtidos, pode-se concluir com base nos mapas ambiente térmico interno ao aviário de paredes sólidas, uma variabilidade

na distribuição térmica entre diferentes posições espaciais da instalação. Observou-se também que o aviário de paredes sólidas não garantiu situações de conforto às aves alojadas, as quais se encontraram em determinados períodos e em algumas regiões internas ao aviário, em situação de desconforto térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA. Relatório Anual da ABPA 2017 - Associação Brasileira de Proteina Animal. 2017. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/>

CARVALHO, C. C. S.; SOUZA, C. F.; TINÔCO, I. F. F.; VIEIRA, M. F. A.; MINETTE, L. J. Segurança, saúde e ergonomia de trabalhadores em galpões de frangos de corte equipados com diferentes sistemas de abastecimento de ração. v. 31, n. 3, p. 438–447, 2011.

COBB-VANTRESS. Manual de manejo de frangos de corte. 2012.

CONY, A. V.; ZOCCHE, A. T. Instalações e equipamentos. FACTA. Campinas - SP, v.19, 2004.

DALÓLIO, F. S.; SILVA, J. N.; ALBINO, L. F. T.; MOREIRA, J.; MENDES, L. B. Air pollution and their mitigation measures in Brazilian poultry production. African Journal of Agricultural Research, v.10, n.50, p.4522–4531, 2015.

FERREIRA, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. 2. ed. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 2011.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p.559–564, 2003.

HERNANDEZ, R. O.; TINÔCO, I. F. F.; SARAZ, J. A. O.; MENDES, L. B.; ROCHA, K, S, O.; GARCIA, L. M. G. Thermal environment in two broiler barns during the first three weeks of age. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 20, n. 3, p. 256–262, 2016a.

MACARI, M.; FURLAN, R.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In:Produção de frangos de corte. Campinas - SP, 2004.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. Engenharia na Agricultura, v. 13, p. 277–286, 2005.

MENEGALI, I.; TINÔCO, I. F. F.; CARVALHO, C. C. S.; SOUZA, C. F.; MARTINS, J. H. Comportamento de variáveis climáticas em sistemas de ventilação mínima para produção de pintos de corte. Revista Brasileira de Engenharia AgrÍcola e Ambiental, v. 17, n. 1, p. 106–113, 2013.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 3, p. 797–803, 2006.

PAULI, D. G.; SILVA, J. N.; VIGODERIS, R. B.; TINÔCO, I. F. F.; IORIO, V. O.; GALVARRO, S. F. S. Desenvolvimento de um software para o dimensionamento de sistemas de ventilação e resfriamento evaporativo em instalções avícolas climatizadas. Engenharia na Agricultura, v. 16, n. 2, p. 167–179, 2008.

SARMENTO, L. G. V.; DANTAS, R. T. D.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. Revista Agropecuária Técnica, v.26, n.2, p.152–159, 2005.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v. 3, n. 1, p. 01–26, 2001.

VIGODERIS, R. B.; CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. F. F.; MENEGALI, I.; SOUZA JUNIOR, J. P.; HOLANDA, M. C. R. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influêincia no desempenho de aves de corte no período de inverno. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 6, p. 1381–1386, 2010.

ANÁLISE ESPACIAL DA VARIÁVEL TEMPERATURA SUPERFICIAL DE DIFERENTES TIPOS DE CAMA EM INSTALAÇÃO COMPOST BARN

Vinícius de Sena Sales Viana[1], Maria Simone Mendes Peixoto[2], José Antonio Delfino Barbosa Filho[3], Jander Fabrício Martins Costa[4], Marília Lessa de Vasconcelos Queiroz[5]

[1]Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. viniciussaless@live.com. [2]Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza-CE. simone.neambe@gmail.com [3]Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza-CE. zkdelfino@gmail.com
[4]Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza-CE. janderfmc@hotmail.com. [5]Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza-CE. marilialvqueiroz@gmail.com.

RESUMO - As instalação para animais devem dispor de condições favoráveis conforto e ao bem-estar animal, considerando suas características termorreguladoras, bem como os aspectos comportamentais e sanitários. Buscou-se analisar a temperatura superficial de dois tipos de cama de Compost barn, visando, sobretudo, o conforto térmico animal e a produção de leite em bases sustentáveis. O estudo ocorreu em uma fazenda situada no município de Quixadá, Ceará, Brasil, em setembro de 2016, onde se analisou a distribuição espacial da temperatura da cama com o uso de termografia infravermelho, em seguida elaborou-se mapas de interpolação por krigagem, para cada turno avaliado, em dois galpões, os quais eram formados por cama com mistura de maravalha/areia e fibra de coco. A cama formada por fibra de coco apresentou médias favoráveis ao conforto animal, durante o turno da manhã. Os semivariogramas referentes à cama de maravalha/areia ajustaram-se de forma que houve forte grau de dependência em ambos os tipos de cama e turnos. A fibra de coco pôde ser vista como material de cama alternativo para instalações do tipo Compost barn, ao se considerar apenas o atributo temperatura superficial.
Palavras-chave: ambiência, conforto térmico, fibra de coco, vacas leiteiras.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, produtores de vários países têm se reunido em fóruns e congressos com o intuito de discutir acerca do confinamento de vacas leiteiras em Compost barn, o que tem demonstrado um forte interesse sobre este novo sistema. Porém, existem no Brasil poucos materiais de estudo a respeito do manejo em sistemas Compost barn, que apesar da sua popularidade, o conhecimento científico sobre o assunto ainda é escasso, necessitando, portanto, de estudos adicionais que possam auxiliar os produtores de leite nas tomadas de decisão e planejamento das fazendas (BRIGATTI, 2015; MOTA et al., 2017).

Em um contexto atual, no qual o bem-estar animal é cada vez mais enfatizado, e o desenvolvimento da pecuária leiteira tem sido limitado pelo seu impacto ambiental, o manejo em Compost barn seria uma alternativa de interesse aos sistemas tradicionais de criação de gado leiteiro (FÁVERO, 2015). Entretanto, a decisão em adotar o sistema Compost barn não é necessariamente a opção ideal em qualquer situação. Isso por que além de algumas limitações específicas ao sistema, deve-se destacar a disponibilidade de cama, já que em regiões com baixa disponibilidade de matéria-prima, como serragem ou maravalha, por exemplo, os custos de transporte da cama podem inviabilizar este sistema (SANTOS, 2015).

A pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar a distribuição espacial da temperatura superficial da cama em instalação do tipo Compost barn, ao comparar-se o uso da fibra de coco como cama em relação ao uso convencional de cama (maravalha/areia), e assim analisar o conforto térmico de vacas leiteiras submetidas a ambos os tipos de manejo, sob as condições climáticas do semiárido brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma fazenda comercial de bovinos leiteiros, situada no município de Quixadá, Ceará, Brasil, localizada na latitude 4º54’23.11’’S e longitude 38º55’09.70’’O, com altitude de 176 m do nível do mar. O clima da região é considerado tropical quente semiárido, com estação seca definida, com a predominância do clima BSh pela classificação de Köeppen. A temperatura média anual do município é de 26,7 °C**,** com pluviometria média anual de 818 mm, com chuvas concentradas nos meses de fevereiro a abril (SILVA & ALMEIDA, 2009).

A coleta de dados referente ao atributo temperatura superficial da cama foi realizada em um dia pertencente ao período de 24 a 28 de setembro de 2016, onde se analisou a distribuição espacial desta variável por meio de mapas de interpolação por krigagem, em dois galpões do tipo Compost Barn, sendo um correspondente à área de cama contendo mistura maravalha e areia, e outro contendo fibra de coco, manejado no galpão ao lado. As instalações compostas por maravalha/areia e fibra de coco abrigavam em média 22 e 18 vacas da raça Holandesa em período de lactação, e possuíam uma área de descanso de 360 m² e 300 m², respectivamente, as quais apresentavam características construtivas

semelhantes, sendo estas áreas utilizadas na avaliação da distribuição espacial da temperatura da cama.

A área de cama foi dividida em malhas de 30 pontos equidistantes para a coleta da temperatura superficial, em ambos os galpões. Os registros da temperatura superficial em cada ponto foram realizados utilizando-se uma câmera termográfica da marca Flir®, durante o turno manhã (9:00 horas) e tarde (15:00 horas), na altura de 1,50 m. Posteriormente, as imagens termográficas foram analisadas com o auxílio do software FLIR QuickReport® 1.2, em que os registros foram selecionados para a obtenção da temperatura superficial média por ponto. Para coleta dos dados ambientais foram instaladas duas miniestações meteorológicas e Data Logger da marca Hobo®, acopladas uma em cada galpão, sendo estas programadas para serem registrados os valores de temperatura e umidade relativa do ar em intervalos de dez minutos ao longo da semana de avaliação. Os dados de temperatura da cama obtidos foram submetidos à análise geoestatística pelo programa GS+™ a fim de verificar a dependência espacial das variáveis e interpolar os dados. Após o ajuste dos semivariogramas os dados foram utilizados na interpolação por krigagem para a geração dos mapas referente à variável temperatura superficial da cama, por meio do programa SURFER® (Golden Software, Inc.), Version dez.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas por interpolação de krigagem obtidos no turno da manhã mostraram que a fibra de coco apresentou valores médios de temperatura próximos aos valores encontrados para cama formado por maravalha/areia, apresentando também áreas com médias abaixo da temperatura ambiente, o que permitiu sinalizar boas condições de conforto térmico às vacas confinadas em cama alternativa, conforme Figura 1. Foram notados, sobretudo, maiores valores de temperatura concentrados na face leste dos galpões, possivelmente pelo fato da instalação permitir a entrada de radiação solar direta nesta orientação, durante algumas horas do dia.

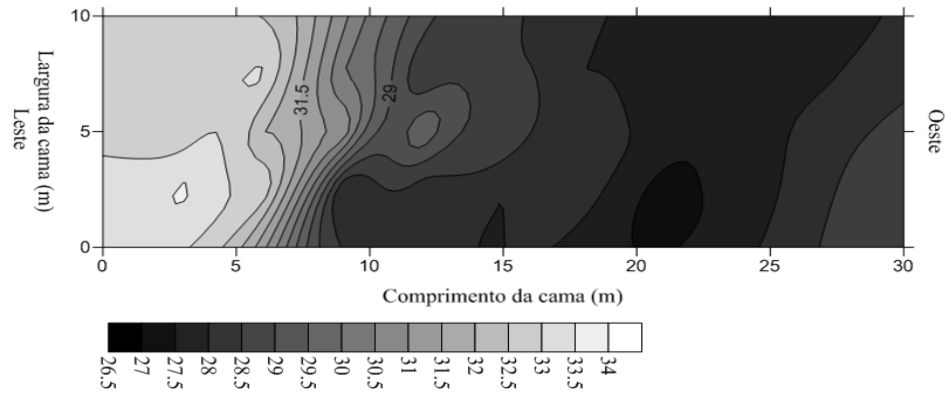
As médias das temperaturas do ar obtidas no galpão contendo maravalha/areia foram de 29,8 e 34,7ºC, enquanto para o galpão com fibra de coco as médias foram de 28,4 e 34,1ºC, durante os turnos manhã e tarde, respectivamente. Os valores médios para umidade relativa do ar observados no galpão contendo maravalha/areia foram de 54%

pela manhã e 35% pela tarde, enquanto que para fibra de coco valores médios obtidos foram de 58% no turno da manhã e 36% durante a tarde. As variáveis ambientais analisadas podem ser discutidas em conjunto aos dados expressos na Tabela 1.

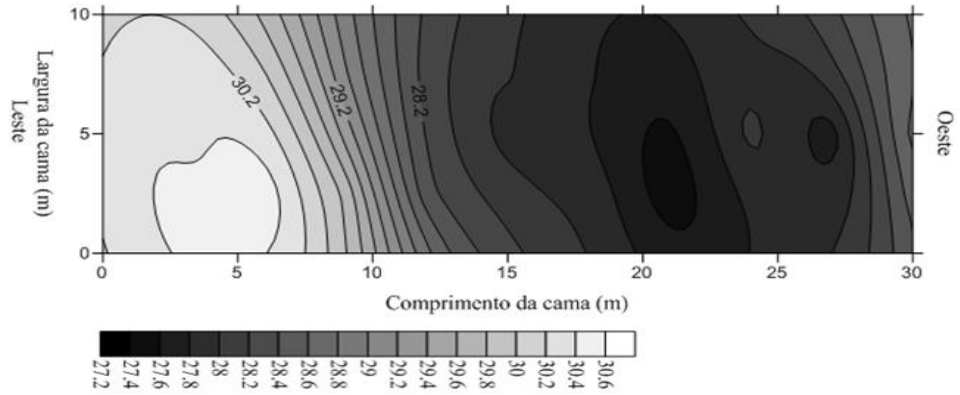
Tabela 1. Estatística descritiva para a variável temperatura superficial de camas formadas por fibra de coco e maravalha.

Estatística	Temperatura da cama (maravalha/areia)		Temperatura da cama (fibra de coco)	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Média	28,9	34,5	28,5	33,9
Mediana	27,9	34,8	28,2	34,1
CV	7,49	4,51	4,98	4,69
Assimetria	1,15	-0,96	0,40	-0,36
Curtose	-0,23	0,63	-0,29	1,90

Os dados expressos por meio dos mapas mostraram a relevância em realizar a coleta da temperatura da cama em diversos pontos, o que permite sugerir ajustes de revolvimento uniforme da cama ao longo do galpão e assim obter o maior aproveitamento de área útil de descanso aos animais. Conforme Bewley et al. (2012) a temperatura superficial da cama costuma ser mais próxima da temperatura do ambiente, porque a umidade, a evaporação e a circulação do ar contribuem na dissipação do calor na superfície.



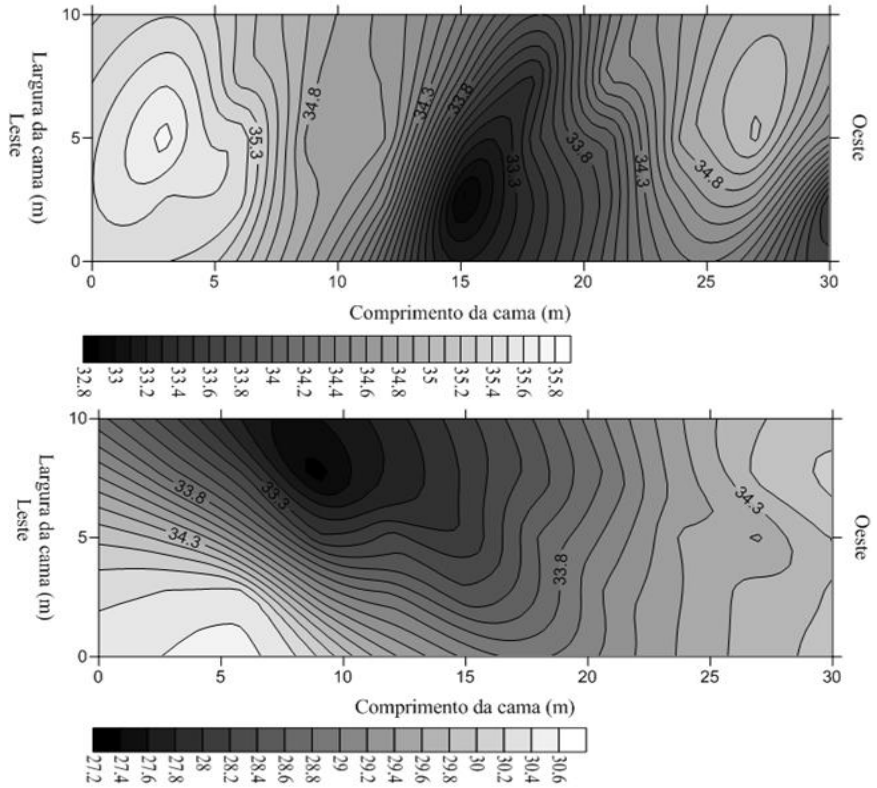
(A)



(B)

Figura 1. Distribuição espacial para o atributo temperatura superficial (ºC), em camas de compost barn formadas por maravalha/areia (A) e fibra de coco (B) durante o turno manhã.

Durante o turno da tarde a temperatura da fibra de coco, no entanto, mostrou-se um pouco mais elevada, ainda assim, os dados de temperatura em ambos os tipos de cama não ultrapassaram as médias dos valores de temperatura ambiente, conforme Figura 2.



(A)

(B)

Figura 2. Distribuição espacial para o atributo temperatura superficial (ºC), em camas de compost barn formadas por maravalha/areia (A) e fibra de coco (B) durante o turno tarde.

Os dados da cama comparados às variáveis ambientais mostraram que as vacas se submeteram a condições de temperatura do ar acima da faixa de conforto para a raça, conforme Nãas (1989). Tais resultados podem ser melhor justificados pelo fato do estudo

ter sido desenvolvido em região sermiárida, sugerindo o desenvolvimento de pesquisas adicionais sobre o uso de cama de fibra de coco, podendo esta ser vista como uma matéria-prima sustentável e alternativa, ao considerar suas propriedades térmicas, uma vez que as médias de temperatura no turno da manhã mostraram-se favoráveis aos animais.

CONCLUSÃO

A cama de compost barn formada pela mistura de maravalha com areia, considerada esta como material convencional na região avaliada, poderia ser substituída pelo manejo com cama de fibra de coco, ao se considerar apenas o atributo temperatura superficial da área de descanso das vacas na instalação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEWLEY, J.; TARABA, J.; DAY, G.; BLACK, R.; DAMASCENO, F. 2012. Compost bedded pack barn design – Features and management considerations. University of Kentucky. Agriculture and Natural Resources ID-206:1-32.

BRIGATTI, A. M. **Compost Barn e a produtividade leiteira**. 2015. Disponível em: <http://iepec.com/compost-barn-e-produtividade-leiteira/>. Acesso em: 15 jan. 2019.

FÁVERO, S. **Fatores associados à qualidade do leite, higiene animal e concentração bacteriana na cama de vacas leiteiras confinadas no sistema de compostagem**. 117f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

MOTA, V. C.; CAMPOS, A. T.; DAMASCENO, F. A.; RESENDE, E. A. M.; REZENDE, C. P. A.; ABREU, L. R.; VAREIRO, T. Confinamento para bovinos leiteiros: Histórico e características. **PUBVET**, v. 11, n.5, p.433-442, 2017.

NÃÃS, I. A. 1989. Princípios de conforto térmico na produção animal. 1st ed. Ícone, São Paulo.

SILVA, L.; ALMEIDA, H. A. Estimativa do Potencial para Captação de Água de Chuva em Quixadá, CE. 2009. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/simposio/7simp_lucas_estimativa.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO AMBIENTE EM UMA MATERNIDADE SUINÍCOLA NA REGIÃO DE SANTARÉM-PARÁ

Suellen Cristina Ferreira dos Santos[1]; Graciene Conceição dos Santos[1]; Jaqueline de Oliveira Castro[2], Gabriel Brito Costa[1]; Felipe Takis Cunha[1]; Mateus Levi Avelino Moura[1]; Suellen Pena de Oliveira[1]; Roberta Tapajós Siqueira[1]

[1]Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade e Floresta (UFOPA) –Santarém- PA. suellencfds@gmail.com; gracienecsantos@yahoo.com.br; gabrielbritocosta@gmail.com, felipetakiscunha@hotmail.com; mateusmoura2012@yahoo.com.br; suellempena@gmail.com; siqueiraroberta4@gmail.com
[2]Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia (DEG/UFLA) – Lavras – MG. jaqueline.oliveiracastro@yahoo.com.br.

RESUMO – Objetivou-se avaliar o ambiente térmico de uma maternidade suinícola em função da temperatura do ar, da umidade do ar (UR) e do índice de globo negro e umidade (ITGU) e sua influencia sobre fisiologia de matrizes suínas na região de Santarém. Foram avaliadas oito gaiolas. Para se comparar o ambiente quanto ao índice Temperatura bulbo seco (t_{bs}), (UR) e (ITGU) foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (12 tratamentos: horários), com 8 repetições (gaiolas) durante 10 dias e 2 tratamentos (9 e 15h) para variáveis fisiológicas: temperatura superficial e frequência respiratória, com 8 repetições (gaiolas) durante 10 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste "F" e as médias foram comparadas pelo teste de Skott Knott a 5% de probabilidade. Os resultados mostraram que houve diferença estatística ($p< 0,05$) em todos os horários estudados, exceto nos horários de 13h e 15h que não diferiram entre si para as temperaturas ambientes, e para a UR ($p< 0,05$) entre todos os horários estudados, exceto nos horários de 7h e 8h e nos horários das 14h e 15h. Houve diferença estatística ($p < 0,05$) para a frequência respiratória e temperatura superficial nos horários avaliados mostrando que as variáveis climáticas encontradas na instalação para maternidade estudada nesse trabalho estão fora do que é recomendado na literatura para matrizes, o que demonstra a necessidade de pesquisas para auxiliar o desenvolvimento de técnicas de manejo específicas para a região Amazônica.
Palavras-chave: bioclimatologia; matrizes; suinocultura.

INTRODUÇÃO

A produção de suínos tem crescido no Brasil, em 2014 houve um aumento em cerca de 3,470 milhões de toneladas de carne suína, alta de 1,75% e nas exportações, até novembro, somaram 455,8 mil toneladas. Para que a suinocultura continue crescendo, mostra-se necessário que a cadeia produtiva tenha estrutura para manter o mercado interno e externo, e muito se tem investido em pesquisas relacionadas à genética, manejo,

nutrição, sanidade, reprodução e, principalmente, em instalações adequadas para que os animais possam usufruir possam expressar seu potencial genético máximo. Entretanto, um dos limitantes para avanços na suinocultura são os fatores ambientais e o ambiente térmico que os animais são submetidos (RODRIGUES, 2011).

Segundo Surubi (2005), sem o ambiente adequado o animal é incapaz de demonstrar seu máximo potencial genético, de manter sua higidez (estado de perfeita saúde) e de nutrir-se de forma adequada, tanto do ponto de vista de consumo como de aproveitamento, uma vez que sua energia é desviada para a manutenção de sua temperatura corporal. Considerando que o ambiente compreende todos os fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e climáticos aos quais os suínos são submetidos, o controle desses elementos não é uma tarefa simples (PEREIRA, 2005).

Diante do exposto, fica esclarecido que o conforto térmico dos animais está diretamente ligado à sua produção, este depende das variações meteorológicas e o ambiente em que se encontra o animal. Portanto, o estudo das temperaturas e umidades nos locais onde se pretende instalar a criação de qualquer animal deve ser analisado de forma a verificar sua viabilidade e garantir a saúde e bem-estar animal. Dentro da suinocultura a maternidade, local onde se encontra um dos maiores problemas relacionado ao conforto ambiental e bem-estar animal, pois existe duas diferentes necessidades ambientais que devem ser atendidas, uma para leitões e outra para matrizes. Fazendo com que os animais que se encontram nessa fase necessitem maior atenção dos produtores e técnicos envolvidos nessa atividade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o ambiente térmico de uma instalação para maternidade de suínos em função da temperatura do ar, da umidade do ar e do índice de globo negro e umidade (ITGU) e sua influencia sobre fisiologia de matrizes suínas em lactação na região de Santarém.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no período de 22 de julho a 31 de julho de 2015, em uma granja de suínos localizada na comunidade Garera em Santarém - PA, (02º26’18”S e 54º42’00”W), o clima predominante da região, de acordo com KÖPPEN, é *Am*, ou seja, o clima é equatorial úmido com uma estação seca bem definida e outra com elevados índices pluviométricos.

Os galpões foram construídos em madeira, telhado em duas águas com telha de fibrocimento e lanternim, a altura de pé-direito era de 2,7 m e beiral de 1,70 m. Dentro do galpão havia duas linhas de gaiolas, com 10 gaiolas cada lado, totalizando 20 gaiolas por galpão. As gaiolas tinham 2,27 x 2,20m e piso cimentado. A orientação dos galpões era no sentido leste-oeste e o contorno formado basicamente por cascalho.

As gaiolas são equipadas com comedouro convencional e bebedouro do tipo chupeta para as matrizes e abrigos escamoteadores para os leitões.

A ventilação no interior da instalação é obtida através de laterais abertas nas fachadas norte e sul e uma porta nas fachadas leste e oeste com peitoris de 1,00 m e dois ventiladores dispostos.

As variáveis ambientais foram monitoradas por meio de termômetros de bulbo seco (t_{bs}, °C), de bulbo úmido (t_{bu}, °C) e de globo negro (t_{gn}, °C) instalados a altura de 1,00 m do piso em cada gaiola maternidade, correspondendo à altura média do dorso das matrizes.

As leituras foram realizadas em intervalos de uma hora, a partir de 7h até às 18h, sendo os valores obtidos usados para calcular o índice de globo negro e umidade (ITGU).

Foram avaliadas 8 gaiolas (repetições), sendo 2 no início, 4 no centro e 2 no final do galpão. Em 12 horários diferentes (tratamentos) para as variáveis ambientais e dois horários (9 h e 15 h, tratamentos) para as variáveis fisiológicas.

A instalação foi avaliada em função da t_{bs} e da umidade relativa do ar (UR, %). O conforto térmico no interior da instalação foi obtido através da equação 1, desenvolvida por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = t_{gn} + 0{,}36t_{po} - 330{,}08 \quad (1)$$

em que:

t_{gn} é a temperatura de globo (°C);

t_{po} é a temperatura do ponto de orvalho.

Para retratar a influência do ambiente sobre a fisiologia das matrizes, foram aferidas a cada 2 dias temperatura superficial por meio de termômetro infravermelho com mira laser (Instruterm TI-870, ± 2 °C), a 20 cm de distância de cada um dos pontos avaliados: nuca, paleta e pernil. Dessa forma, a temperatura superficial (TS) foi obtida pela média

das três leituras realizadas em cada matriz. A frequência respiratória (FR) foi obtida pelo método de observação visual direta e contagem dos movimentos do flanco por 20 segundos e sua correção para um minuto. As aferições fisiológicas foram feitas às 9h e 15h, caracterizando os períodos da manhã e tarde, respectivamente.

Para se comparar os ambientes quanto aos índices t_{bs}, UR, ITGU foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (12 tratamentos: horários), com 8 repetições (gaiolas) durante 10 dias e 2 tratamentos (9 e 15h) para variáveis fisiológicas (TS e FR), com 8 repetições (gaiolas) durante 10 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste F e as médias foram comparadas pelo teste Skott Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao relatar os dados das variáveis climáticas, as temperaturas ambientais (t_{bs}) ao longo do dia apresentaram-se em ordem crescente, atingindo temperaturas máximas às 14 h. A UR apresentou comportamento inverso às temperaturas, com um menor valor às 15 h.

A t_{bs} teve variação média ao longo do dia entre 24,15 e 32,85°C, com amplitude de até 8°C num período de 8 horas. Ao considerar que matrizes lactantes necessitam de baixas temperaturas ambientais 16 a 22ºC, (Bragança et al., 1998), todos os horários avaliados mostraram-se acima da zona de conforto térmico o que pode ter levado ao desconforto térmico para as mesmas.

De acordo com Esmay (1982) e Silva (1999), a temperatura crítica superior para as matrizes é de 27°C, esse valor foi ultrapassado às 10h. Quando o animal é exposto em longo prazo ~~à~~ as temperaturas superiores à máxima, que no caso deste trabalho foi 32,85°C às 14h, pode ocorrer perda de peso e da condição corporal, baixo desempenho das matrizes e de suas leitegadas ao desmame e falhas reprodutivas subsequentes (MARTINS, 2008).

A UR (Gráfico 1) apresentou valores máximos às 7h decrescendo até às 15h, em que atingiu seu menor valor (60,9 %), voltando a crescer no período da tarde.

Os dados médios horários da $t_{bs,}$ UR e ITGU estão listados na tabela 1.

Pode-se observar na Tabela 1, que houve diferença estatística ($p<0,05$) para todos os horários estudados para t_{bs}, exceto nos horários de 13h e 15h que não diferiram entre

si, as temperaturas, variaram de 24,15 a 32,85 ºC. Os maiores valores ocorreram nos horários das 14h e o menor valor, às 8h da manhã 32,85 e 24,15 °C, respectivamente.

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros ambientais de temperatura do bulbo seco (T_{bs}), umidade relativa (UR) e índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) para os diferentes horários em um galpão da maternidade

Horário	t_{bs} (°C)	UR (%)	ITGU
7 h	24,44 a	93,4 a	72,7 a
8 h	24,15 b	92,9 a	73,8 b
9 h	25,52 c	90,7 b	75,6 c
10 h	27,88 d	84,1 c	78,5 d
11 h	29,89 f	75,8 d	80,4 e
12 h	31,29 g	68,5 e	81,9 f
13 h	32,42 h	63,6 f	82,7 g
14 h	32,85 i	61,3 g	83,1 h
15 h	32,53 h	60,9 g	82,3 i
16 h	31,44 g	66,2 h	81,4 j
17 h	30,15 f	69,9 e	80,1 k
18 h	29,32 e	75,2 d	79,4 l
CV (%)	0,89	3,13	0,30

Médias seguidas de letras iguais nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste Skott Knott ($p<0,05$).

Tomando-se como referência a temperatura ambiente recomendada por Perdomo (1987), 16 °C a 21 °C, e por Pecoraro e Silva-Miranda (2014), 12 °C a 18 ºC para matrizes em lactação, observou-se que no presente experimento, houve desconforto térmico para os suínos em todos os horários estudados, evidenciando a necessidade de alterações no manejo para que o ambiente seja adequado para o período das 7 às 18h.

Para Silva (2008) a modificação do ambiente e a utilização de recursos de resfriamento podem auxiliar a termorregulação animal e reduzir os efeitos do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas. Como tentativa para amenizar o estresse calórico das matrizes na maternidade avaliada neste trabalho, utilizava-se ventiladores e aspersores, instalados em cada baia, que eram ligados às 9h da manhã e às 15h da tarde.

Constatou-se que houve diferenças estatísticas para a UR ($p<0,05$) entre todos os horários estudados, exceto nos horários de 7 h e 8 h e nos horários das 14 h e 15 h. A maior UR ocorreu às 7 h (93,4 %) alcançando os menores valores nos horários das 14h (60,9%). Segundo Souza (2005), Silva (1999) e Teixeira, (1997), a UR ideal para matrizes varia de 60 a 70%. A UR esteve dentro da faixa de conforto nos horários 12 às 17 h (mínimo igual a 60,9 % e máximo igual a 69,9 %, no período da tarde).

Nessas condições, em que se observam altas t_{bs} seguidas de altos valores de UR, os suínos já iniciam suas funções termorreguladoras, pois segundo Martins et al. (2008), as matrizes suínas apresentam dificuldades para dissipar calor em ambientes com

temperaturas e umidades relativas elevadas. Quando a UR está acima de 70 %, o processo de dissipação de calor na forma evaporativa por meio do aumento da frequência respiratória fica ineficiente (FERREIRA, 2005), o que pode aumentar o desconforto do animal

Para os valores de ITGU, notou-se diferença estatística ($p<0,05$) em todos os horários observados, em que o menor valor (72,7) foi obtido às 7h e o maior (83,1) às 14h. De acordo Necoechea (1986), o ITGU na maternidade não deve ultrapassar 72 para o conforto das matrizes, os valores encontrados neste trabalho, em todos os horários se estiveram acima do recomendado.

Pode-se inferir que o ambiente térmico no interior da sala de maternidade estava inadequado em todos os horários avaliados, uma vez que a temperatura ambiente ultrapassou os 16 °C a 21 ºC (Perdomo, 1987) e o ITGU o valor de 72, sugerido por Black et al. (1999) para a manutenção do conforto térmico das matrizes suínas em lactação.

RENAUDEAU et al., (2003) verificaram que a exposição continuada de fêmeas lactantes a ambientes termicamente inadequados pode afetar a produção de leite e o comportamento estral.

Com relação aos valores médios nos horários avaliados na Tabela 2, pode-se observar que houve diferença estatística ($p<0,05$) para a t_{bs}, UR, ITGU, FR e (TS). Às 15 h foi o horário em que se encontrou os maiores valores para todas as variáveis, em comparação ao horário das 9h, com uma diferença de 29,8 mov. min^{-1} para a FR e 2,9 ºC para TS.

Tabela 2. Valores médios de temperatura de bulbo seco (t_{bs}), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura e umidade (ITGU), frequência respiratória (FR) e temperatura superficial da pele (TS) em uma maternidade de suínos na Região de Santarém- Pará

Horário	T_{bs}	UR	ITGU	FR	TS
9	25,55b	90,7a	76,6b	65,5b	33,9b
15	32,53a	60,9b	82,3a	95,3a	36,8a

Médias seguidas de letras iguais nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste Skott Knott ($p<0,05$).

Com relação aos valores médios nos horários avaliados, pode-se observar que houve diferença estatística ($p < 0,05$) para a temperatura de bulbo seco, umidade relativa, índice de temperatura e umidade, frequência respiratória e temperatura superficial da pele. As 15h onde se encontram os maiores valores de TBS, UR e ITGU a FR e TS estão elevadas, em comparação ao horário das 9h, com uma diferença de 29,8 movimentos por

minuto para a frequência respiratória e 2,9 ºC para temperatura superficial da pele. Para Manno et al. (2005) os movimentos respiratórios podem aumentar de 22 a 100 %, em função do ambiente térmico. Silva et al. (2008) afirmam que, a elevada taxa respiratória é consequência dos valores próximos da t_{bs} e TS, dessa forma, o hipotálamo envia impulso ao sistema cardiorrespiratório, na tentativa de eliminar calor por meio da evaporação através da respiração.

Para estimular a dissipação de calor na forma evaporativa e manter o equilíbrio térmico corporal, a FR aumenta durante o estresse (FURLAN, MACARI, 2002). Estudo desenvolvidos por RENAUDEAU et al. (2001) em câmaras climáticas, revelou que as matrizes respondem imediatamente ao estresse calórico aumentando as temperaturas do reto, da pele e das glândulas mamárias, e, respiram com maior frequência para tentar facilitar o resfriamento das vias respiratórias e a dissipação de calor na forma evaporativa. Para HAHN et al. (1997), quando o animal está sofrendo com a carga excessiva de calor, as medidas de emergência devem ser tomadas a fim de amenizar o estresse.

CONCLUSÃO

Os resultados encontrados apontaram que as variáveis climáticas encontradas na instalação para maternidade estudada nesse trabalho estão fora do que é recomendado na literatura para matrizes, o que demonstra a necessidade de pesquisas para auxiliar o desenvolvimento de técnicas de manejo específicas para a região Amazônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLACK, J. L.; Bray, H. J.; Giley, L. R. 1999. The thermal and infection environment. In: Kyriazakis, I. (ed.). **A quantitative biology of the pigs.** Disponivel em <http://www. cabi-publishing.org>. Acesso em15 de dezembro de 2015.

BRAGANÇA, M.M.; MOUNIER, M.; PRUNIER, A. Does feed restriction mimic the effects of increased ambient temperature inlactating sows. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2017-2024,1998.

BUFFINGTON, D.E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport: Avi, p.325, 1982.

FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FURLAN, L.F.; MACARI, M. Termorregulação. In: FURLAN, L.F.; MACARI, M; GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. 2ed. Jaboticabal: Funesp, 2002.cap17, pag. 209-230.

HAHN, G.L. et al. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature. **Transactions of American Society of Agricultural Engineering,** v.40, p.97-121, 1997.

KOPPEN. W. **Dasa geographi SC system der klimate.** In: Handbuch der klimatologia. Berlim. Gerdrulier Borntraeger, v. 1. Part c. 1936.

MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1963-1970, 2005.

MARCONI, L. F. Nerandi L. C., Luciano B. M., Valneide R. da Silva, Dermeval A. F. Diagnóstico Bioclimático Para Aves De Corte No Município De Campina Grande – Pb. **Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior- ABEAS** - v.22, n.1,p.53-56, 2007

MARTINS, T.D.D.; COSTA, A.N.; SILVA, J.H.V. Respostas termorreguladoras de matrizes suínas híbridas em lactação, mantidas em ambiente quente. **Ciência e Agrotecnologia,** v.32, p.961-968, 2008

PECORARO, C.A.; MOSTAÇO, G.M.; SILVA-MIRANDA, K.O. O uso da entalpia como índice de conforto térmico na suinocultura: matrizes e leitões. **Revista Brasileira de engenharia agrícola ambiental**, 2014.

PEREIRA, J. C. C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicada à produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2005. 195p.

PERDOMO, C.C.; SOBESTIANSKY, J.; OLIVEIRA, P.V.A. et al. **Efeito de diferentes sistemas de aquecimento no desempenho de leitões.** Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 1987. 3p. (Comunicado Técnico, 122).

RENAUDEAU, D. J. NOBLET. 2001. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets. **J. Anim. Sci.**, 79: 1540- 1548.

RENAUDEAU, D., J. NOBLET AND J.Y. DOURMAND. 2003b. Effect of ambient temperature on mammary gland metabolism in lactating sows. **J. Anim. Sci.**, 81: 217-231.

RODRIGUES, N.E.B. Uso de rações modificadas para suínos em terminação mantidos em ambientes de conforto ou calor. **Lavras: UFLA**, 2011.

SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; PIEDADE, S. M. S. Influência do sistema de alojamento no comportamento e bem-estar de matrizes suínas em gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.37, n.7, p.1319-1329, 2008.

SILVA, W. T. **Desenvolvimento de um sistema para estimativa de bem-estar a partir de dados de vocalização de suínos.** 2008. 91p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

SURUBBI, J. **Estudo do conforto térmico desempenho animal e racionalização de energia elétrica em uma instalação de suinícula na região de Boituva-SP. 2005**. 90p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

PERDOMO CC, Sobestiansk J, Oliveira PVA, Oliveira JA (1987) Efeito de diferentes sistemas de aquecimento no desempenho de leitões. Concórdia, EMBRAPA-CNPSA. p.1-3 (Comunicado técnico, 122).

SOUZA P (2005) Suínos e climas quentes. **Revista Suinocultura Industrial**, 06.

SILVA IJO (1999) Qualidade do ambiente e instalações na produção industrial de suínos. In: 4º. Seminário internacional de suinocultura, São Paulo. **Anais**, EMBRAPA-CNPSA. 146 p.

TEIXEIRA VH (1997) **Construções e ambiência**. Lavras, UFLA/ FAEPE. 181

DENSIDADE DE ALOJAMENTO DE CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE POSTURA EM SANTARÉM-PA

Felipe Takis Cunha[1]; Mateus Levi Avelino Moura[1]; Ana Beatriz Fonseca de Oliveira[1]; Débora Cardoso Veras[1]; Soraia da Silva Matos[1]; Hugo José Amorim de Macedo[1]; Yasmin dos Santos Picanço[1]; Luiz Felipe de Assis Costa[1]; Alanna do Socorro Lima da Silva[2]; Graciene Conceição dos Santos[2]

[1]Estudante de graduação em Zootecnia, Instituto de Biodiversidade e Florestas; Universidade Federal do Oeste do Pará, rua Vera Paz s/nº, Salé, Santarém-PA; CEP 68035110, Brasil; Endereço eletrônico: felipetakiscunha@hotmail.com;
[2]Professora Adjunta; Instituto de Biodiversidade e Florestas; Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA

RESUMO – O objetivo da presente pesquisa avaliar diferentes densidades de alojamento para codornas japonesas na fase de postura. Foram utilizadas 72 codornas *Cortunix cortunix japônica* com 60 dias de idade, peso médio de 253,30 gramas. As codornas foram avaliadas até o período de 144 dias de idade. As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizadas, constituído por três tratamentos e nove repetições. As gaiolas, medindo 37 x 35 x 17 (1.295 cm^2) cada, foram sobrepostas verticalmente com três andares, eram equipadas com bebedouros tipo nipple e comedouros tipo calha. Os tratamentos consistiram em diferentes densidades de alojamento, sendo 215,8 cm^2 ave^{-1} (seis aves por gaiola); 161,9 cm^2 ave^{-1} (oito aves por gaiola); 129,5 cm^2 ave^{-1} (dez aves por gaiola). A iluminação foi natural, com 12 horas de luz diária. Foram analisados: consumo de ração (CR), peso dos ovos (PO), porcentagem de postura (Post), massa de ovos (MO), conversão alimentar por kg de ovos (CA/kg), conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/DZ). Houve efeito ($p<0,05$) da densidade de alojamento sobre o CR, a Post e a MO. A densidade de 129,5 cm^2 ave^{-1} proporcionou menor consumo de ração e, consequentemente, menor Post. Nos três tratamentos houve diferença significativa sendo que o tratamento de 215 cm^2 ave^{-1} apresentou uma porcentagem de postura maior que os outros tratamentos. Para MO houve diferença no tratamento de 129,5 cm^2 ave^{-1}. A densidade de alojamento de codornas japonesas na fase de postura, de 215,8 cm^2 ave^{-1}, proporciona os melhores índices de desempenho produtivo na cidade de Santarém, PA.
Palavra-chave: bem-estar, coturnicultura, índice zootécnicos

INTRODUÇÃO

A coturnicultura é uma boa alternativa para a produção de proteína animal, visto que as codornas são pequenas, requerendo menos espaço e os custos com alojamento são mais baixos comparativamente a outros sistemas de produção animal. Além disso, a codorna é uma das aves mais precoces e produtivas, pois inicia sua postura por volta do

40º dia de idade e produz, em média, 300 ovos no seu primeiro ano de vida (MOURA et al., 2008).

Elevadas densidades de alojamento tem sido adotadas na avicultura como forma de reduzir os custos com gaiolas e equipamentos por ave. No entanto, a excessiva redução da área de gaiola disponível por ave pode causar problemas de estresse provocados pela competição por espaço e alimento e aumento da temperatura corporal das aves.

As codornas são aves extremamente exigentes quanto aos limites das variáveis climáticas. Segundo SINGH & NARAYAM (2002), o intervalo de temperatura ideal para codornas a partir da quarta semana de idade é de 21 a 25ºC e a umidade relativa do ar desejada para esta criação situa-se em torno de 60%.

Segundo OLIVEIRA (2002), o crescimento, o desenvolvimento do aparelho reprodutivo e a eficiência produtiva das codornas são diretamente influenciados pela densidade usada nas diferentes fases de criação. O autor recomenda que, durante a fase de postura as mesmas devem ser alojadas em gaiolas com espaço de até 107,64 cm^2 ave^{-1}, para a obtenção de um ótimo desempenho.

Estudos sobre genética, nutrição e manejo vem sendo desenvolvidos para melhorar cada vez mais o conforto térmico animal, sendo que as condições ambientais e densidades de alojamento também devem ser manejadas na medida do possível, para evitar efeitos negativos sobre o desempenho produtivo das aves. Assim, para se obter melhor desempenho produtivo na avicultura, deve-se estar atento à interação entre o animal e o ambiente, a fim de que o custo energético dos ajustes fisiológicos sejam os menores possíveis (MACARI et al., 1994).

Pelo exposto, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar diferentes densidades de alojamento para codornas japonesas na fase de postura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de 06 de agosto de 2018 a 29 de outubro de 2019 com duração de 84 dias. Foram utilizadas 72 codornas *Cortunix cortunix japônica* com 60 dias de idade e peso médio de 253,30 gramas. As codornas foram avaliadas até o período de 144 dias de idade.

As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizadas, constituído por três tratamentos e nove repetições. As aves foram alojadas

em galpão de alvenaria, com telas de arame galvanizado, e cobertura de telha fibrocimento.

As gaiolas, medindo 37 x 35 x 17 (1.295 cm^2) cada, foram sobrepostas verticalmente com três andares, eram equipadas com bebedouros tipo nipple e comedouros tipo calha. Os tratamentos consistiram em diferentes densidades de alojamento, sendo 215,8 cm^2 ave^{-1} (seis aves por gaiola); 161,9 cm^2 ave^{-1} (oito aves por gaiola); 129,5 cm^2 ave^{-1} (dez aves por gaiola). A iluminação foi natural, com 12 horas de luz diária.

Os animais foram submetidos a ração única, formulada a base de milho e farelo de soja (Tabela 1). As rações foram fornecidas à vontade, sendo o arraçoamento feito duas vezes ao dia, às 8:00 e às 17:00 horas, e a água foi fornecida à vontade durante todo o período experimental. Foram analisados: consumo de ração (CR), peso dos ovos (PO), porcentagem de postura (Post), massa de ovos (MO), conversão alimentar por kg de ovos (CA/kg), conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/DZ).

Tabela 1. Níveis nutricionais da ração fornecida para as aves.

Níveis nutricionais	
Proteína	17,40%
Gordura	2,65%
Fibra Bruta	2,81%
Cálcio	3,80%
Fósforo	0,65%
P Disp Aves	0,51%
E. Met Aves	Kcal kg 2.709,00
Lisina	0,96%
Lisina Aves	0,87%
Metionina	0,35%
Na	0,23%
Umidade	10,69%
Mat. Mineral	9,98%

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, para qualificar as variáveis, foi utilizado o teste Student Newman Keuls (SNK) para comparação entre médias. Todas as análises foram feitas utilizando-se o programa SAEG Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito (p<0,01) da densidade de alojamento sobre o CR, a Post e a MO (Tabela 2). A densidade de 129,5 cm² ave^{-1} proporcionou menor consumo de ração e, consequentemente, menor Post. Nos três tratamentos houve diferença significativa, sendo que o tratamento de 215 cm² ave^{-1} apresentou uma Post maior que os outros tratamentos. Para MO houve diferença no tratamento de 129,5 cm² ave^{-1}.

Tabela 2 – Consumo de ração (CR), peso dos ovos (PO), porcentagem de postura (Post), massa de ovos (MO), conversão alimentar por kg de ovos (CA/kg), conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/DZ), em função da densidade de alojamento de codornas japonesas.

Densidade (cm² ave^{-1})	CR (g)	PO (g)	Post (%)	MO (g)	CA/kg	CA/DZ
129,5	27,51 c	11,43 a	69,49 b	8,06 b	3,46 a	0,48 a
161,8	31,08 b	11,65 a	76,38 ab	8,92 a	3,53 a	0,49 a
215,8	33,33 a	11,36 a	79,09 a	9,10 a	3,75 a	0,52 a
Média	30,64	11,48	74,99	8,70	3,58	0,50
CV (%)	5,68	3,58	9,55	9,89	9,65	10,05

*Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste SNK (P<0,01).

De forma similar LIMA et al. (2012) trabalhando com codornas japonesas nas densidades de 121; 106,2; 94,4 e 85,0 cm² ave^{-1}, observaram menores CR e MO de acordo com o aumento da densidade e esse aumento do número de aves por gaiola pode ocasionar a redução na MO, como foi observado no trabalho de FAITARONE et al. (2005).

De acordo com LIMA et al., 2012 o aumento da densidade de alojamento pode provocar competição de alimentos entre as aves e, consequentemente, ter uma queda na produtividade (LIMA et al., 2012). Assim como foi observado na densidade de 129,5 cm² ave^{-}1, em que a porcentagem de postura foi menor que nas outras densidades avaliadas. Segundo FAITARONE et al. (2005), o estresse e o baixo consumo são responsáveis pela queda na produção de ovos.

CONCLUSÃO

A densidade de alojamento de codornas japonesas na fase de postura, de 215,8 cm^2 ave^{-1}, proporciona os melhores índices de desempenho produtivo na cidade de Santarém, PA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAITARONE, A. B. G.; PAVAN, A. C.; MORI, C. et al. Economic traits and performance of italian quails reared at different cage stocking densities. Brazilian Journal of Poultry Science, v.7, n.1, p.19- 22, 2005.

LIMA, H. J. D.; BARRETO, S. L. T.; VALERIANO, M. H.; VIEIRA, D. V. G.; COSTA, S. L. Densidade inicial de alojamento de codornas japonesas na fase de postura. Gl. Sci. Technol., Rio Verde, v. 05, n. 02, p. 186 - 193, mai/ago. 2012.

MACARI, M. et al. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 246p.

MOURA, G. S.; BARRETO, S. L. T.; DONZELE, J. L.; HOSODA, L. R.; PENA, G. M.; ANGELINI, M. S. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável: nutrientes para codornas japonesas em postura. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.9, p.1628-1633, 2008.

OLIVEIRA, B. L. Manejo racional e produtividade das codornas (*Coturnix coturnix japonica*). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2002. p.77-84.

SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2002, Lavras, MG. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.27-36

POTENCIAL DE PRODUÇÃO DO BIOGÁS DECORRENTE DA SUINOCULTURA BRASILEIRA

Rafaela Silva Cesca[1], Rafael Zucca[2], Rodrigo Couto Santos[3], Ana Paula Cassaro Favarim[4], Gismery da Silva Monteiro[5], Eder Pereira Gomes[6]

[1] Mestranda em Engenharia Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias FCA/UFGD, Dourados – MS, Fone: (0xx67) 99674-0973, rafaela.s.cesca@gmail.com;
[2]Mestrando em Engenharia Agrícola, FCA/UFGD, Dourados – MS, rafael-zucca@hotmail.com;
[3]Professor Adjunto, FCA/ UFGD, Dourados – MS; rodrigocouto@ufgd.edu.br;
[4]Mestranda em Engenharia Agrícola, FCA/UFGD, Dourados – MS, paulacassaro@hotmail.com;
[5]Mestranda em Engenharia Agrícola, FCA/UFGD, Dourados – MS, gismery@gmail.com;
[6]Mestrando em Engenharia Agrícola, FCA/UFGD, Dourados – MS, edergomes@ufgd.edu.br

RESUMO - O objetivou-se com o presente estudo analisar a geração de resíduos da produção suína em 2017, utilizando dados dos oito maiores estados produtores do Brasil. O estudo foi realizado na Universidade Federal da Grande Dourados-MS, com dados de suínos abatidos nos estados de Santa Catarina (SC), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS), Minas Gerais (MG), Mato Grosso (MT), São Paulo (SP), Mato Grosso do Sul (MS) e Goiás (GO), estando em ordem decrescente de produção. Foi feita estimativa dos resíduos produzidos por cada estado, considerando dados de produção de resíduos / animais e a possibilidade de geração de biogás resultante desses resíduos. Por meio deste estudo foi possível estimar que os três maiores produtores suínos do Brasil deixam de gerar mais de 15 MW por mês de energia provenientes de biogás, o quê poderia suprir a demanda energética de uma cidade de até 35 mil habitantes ou gerar energia para o próprio processo de produção nas granjas. Ao final deste estudo foi possível verificar que todos os estados analisados possuem grande potencial para o reaproveitamento de resíduos e grande potencial para produção de energia tendo como matéria-prima o biogás.
Palavras-chave: dejeto suíno, energia na agricultura, produção animal.

INTRODUÇÃO

A proteína animal mais consumida mundialmente é a carne suína (USDA, 2018). Segundo a (ABPA, 2018) a China é o principal produtor mundial, tendo produzido em 2017 cerca de 53.4 milhões de toneladas de carne. Em quarto lugar ficou o Brasil com uma produção de 3.7 milhões de toneladas no mesmo ano.

ITO et al. (2016) afirmam que o sistema mais utilizado para criar suínos no Brasil é o confinamento, o quê levou a atividade a adotar uma melhor gestão de dejetos, que em decorrência do crescimento da atividade, piorou os problemas já existentes na produção, como tratamento, armazenagem, distribuição, transporte e captação dos resíduos gerados. Sendo assim, a poluição causada pelos resíduos da suinocultura intensificou-se, necessitando de um melhor e mais adequado manejo dos resíduos.

Os dejetos que são gerados na suinocultura variam conforme a idade do animal, os valores em média de 4,9 a 8,5% por dia em relação ao seu peso vivo, de animais na faixa de 15 a 100 kg (DIESEL et al., 2015).

A composição dos dejetos suínos é de 90% de água, o quê resulta em um maior uso de água nas instalações e produzindo ainda mais resíduos (BATISTA et al., 2014). Os dejetos são constituídos basicamente por urina e fezes, água dos bebedouros, água de limpezas das instalações, resíduos de ração, e outros insumos utilizados no processo produtivo (CAMPOS, 2014).

Segundo LOPES et al. (2013) a urina e as fezes totalizam a maior parte dos dejetos gerados pelo animal e corroboram assim, emitindo mais gases prejudiciais ao meio ambiente.

Dessa forma, ocorre uma constante mudança na interação animal/ambiente e as consequências que acarretam para o aquecimento global, havendo uma necessidade no aumento das informações e estudos referentes a reutilização tais dejetos (TIRADO et al., 2010).

Posto isto, foi realizada uma estimativa da quantidade de dejetos de suínos produzidos no ano de 2017 nos oito maiores estados produtores do Brasil, tendo como referência dados de animais abatidos em tal ano, tendo como objetivo verificar a quantidade de biogás que poderia ter sido produzido, utilizando os resíduos da suinocultura, e reaproveitado no próprio setor.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) no laboratório de Construções Rurais e Ambiência (CRA) da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), localizada no município de Dourados-MS, Longitude 54º,59' W; Latitude 22º,14' S, Altitude 463 metros, e clima segundo Koppen classificado em Am Monçonico, com inverso seco.

Foram utilizados dados disponibilizados em relatórios da ABPA (2018) e IBGE (2018), fazendo-se o levantamento do total de animais abatidos em 2017 nos oitos estados maiores produtores do Brasil e média de resíduos gerados nestes estados. O levantamento da estimativa da produção de biogás para cada estado foi realizado utilizando a metodologia descrita por OLIVEIRA (2003), que afirma que o potencial de geração de

biogás utilizando suínos com até 90 kg como referência, obteve um valor médio de 2,5kg de dejeto.animal-1.dia-1 e 0,35 m³ de Biogás.animal-1.dia-1.

Com tal metodologia os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, onde para cada estado foram registradas nas colunas as variáveis e metodologia utilizada, e nas linhas os dados dos animais abatidos de cada estado em 2017, gerando assim resultados em forma de tabela e gráficos que demonstrassem o potencial de produção de biogás dos maiores produtores do Brasil.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os dados do IBGE (2018), em 2017 foram abatidos 43,19 milhões de suínos no Brasil, representando um aumento de 2 % se comparado a 2016. Na Tabela 1 encontra-se o total de cabeças abatidas nos oito maiores produtores brasileiros, sendo que os três principais representam mais 69% do total de animais abatidos no Brasil em 2017.

Tabela 1. Animais abatidos nos oito maiores produtores do Brasil em 2017.

Estado	Abate por estado (%)	Total de animais abatidos (Milhões de Cabeças)
Santa Catarina	28,38	12,25
Paraná	21,01	9,07
Rio Grande do Sul	19,53	8,43
Minas Gerais	11,03	4,76
Mato Grosso	6,05	2,61
São Paulo	5,00	2,16
Mato Grosso do Sul	4,33	1,87
Goiás	4,15	1,79

Fonte ABPA (2018)

Utilizando os dados da Tabela 1, realizou-se uma estimativa de kg.dia-1 de dejetos suínos gerados por cada estado estudado, conforme Figura1.

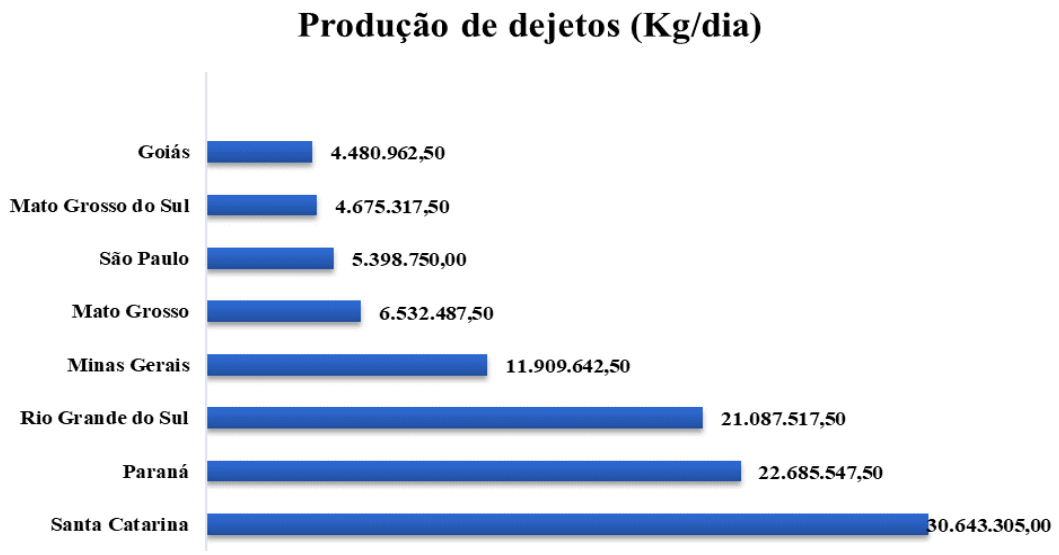


Figura 1. Valor estimado da produção de resíduos da suinocultura em 2017.
Fonte: Os autores (2018)

Ao analisar a Figura 1 e comparar com o total de animais abatidos da Tabela 1, é possível observar uma relação aproximada de produção de dejetos 1:2,5, ou seja, para cada animal abatido é produzido 2.5kg de dejeto.dia-1, resultado este que corrobora com estudos de OLIVEIRA (2003).

COLATTO e LANGER (2012) afirmam que com 1 kg de dejeto suíno pode produzir em média 0,35 m³ de biogás. Dessa forma os três principais estados produtores seriam capazes de gerar mais de 26 milhões de m3 de biogás no ano de referência, Minas Gerais 4,16 milhões de m3 e os demais estados cerca de 7,1 milhões de m³, de acordo com a Figura 2.

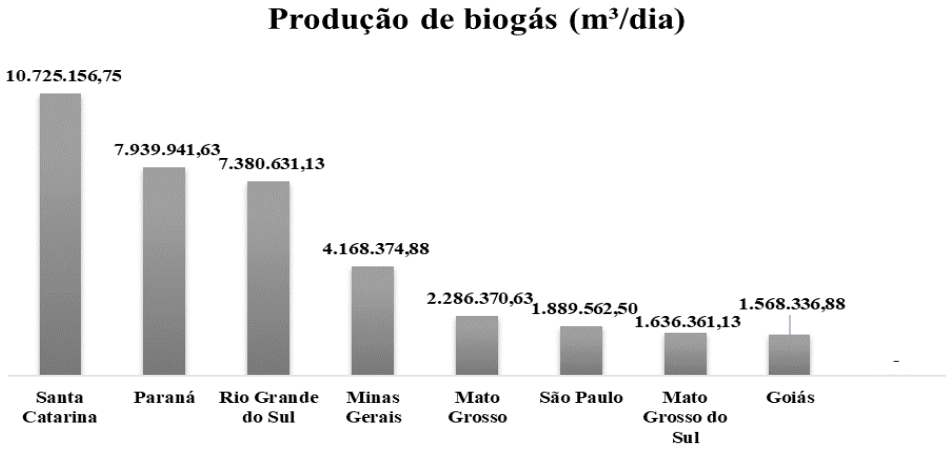


Figura 2. Estimativa da produção de Biogás por estado no ano de 2017.
Fonte: Os autores (2018)

 ISBN: 978-85-66836-24-0

Os resultados da Figura 2 evidenciam o grande potencial de Biogás que pode ser gerado em decorrência da atividade suinícola. STRASSBURG et al. (2016) afirma estar havendo um aumento do envolvimento dos agentes da atividade da criação de suínos no reuso de dejetos, pois além da preocupação com o meio ambiente, estão produzindo mais biogás, visto que os resultados se mostram favoráveis para que isso aconteça.

Segundo STELEGIN (2010) são vários os benefícios de energia originada do biogás, pois refletem na economia de energia elétrica adquirida de forma convencional, economia com a compra de gás natural, produção de biofertilizantes e até mesmo geração de receita caso este produto seja comercializado.

Utilizando a metodologia de OLIVER (2008) e os resultados da estimativa de biogás que deixou de ser produzido (Figura 2), somente SC, RS e PR seriam capazes de gerar mais de 15 MW.mês-1, energia capaz de suprir o próprio processo produtivo das granjas produtoras de suínos ou a demanda energética de um município com até 35 mil habitantes.

CONCLUSÃO

Os dejetos de produções suinícolas dos maiores produtores do Brasil têm grande potencial como gerador de biogás, podendo gerar energia limpa e sustentável podendo ser utilizada pelo produtor e todo seu entorno.

O reuso dos resíduos da suinocultura atendem o tripé da sustentabilidade diminuindo os resíduos produzidos, e no caso do Brasil é grande o potencial de geração de Biogás visto a grande quantidade de resíduos não reutilizados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e CNPq pelo apoio dado para a concretização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório anual 2018. Disponível em: <http://abpabr.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2018> Acesso em: 07 dez. 2018.

BATISTA, R. O., MARTINEZ, M. A., PAIVA, H. N., BATISTA, R. O., CECON, P. R. O Efeito da Água Residuária da Suinocultura no Desenvolvimento e Qualidade de Mudas de Eucalyptus Urophylla Produzidas em Substrato de resíduos Sólidos Urbanos. **Revista Ambiente e Água,** v.8, n.2, p. 180-191. 2014.

CAMPOS, G. Gestão de resíduos na suinocultura do Distrito Federal Sob a ótica da produção mais Limpa. Dissertação. Universidade De Brasília. Brasília. 141p. 2014.

DIESEL, R., MIRANDA, C. R., PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias Sobre Dejetos suínos. Boletim Informativo de Pesquisa- Embrapa Suínos e Aves e Extensão-EMATER/RS. n.14. v.10. 30p. 2015.

COLATTO, L.; LANGER, M. Biodigestor Resíduo Sólido Pecuário Para Produção deenergia. **Unoesc & Ciência**-ACET, v. 2, n. 2, p. 119-128, 2012.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRA DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística da Produção da Pecuária.** 2018.

ITO, M.; GUIMARÃES, D. D.; AMARAL, G. F. **Impactos Ambientais Da suinocultura: desafios E oportunidades.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 44, 2016.

LOPES, C. R. M.; FILHO, N. R. A.; ALVES, M.I.R. A. Impactos ambientais e sociais causados por voláteis emanados por excretos de suínos. **Enciclopédia Biosfera,** Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, n. 17, p. 3556 – 3565, 2013.

OLIVER, A. D. P. M.; NETO, A. D. A. S.; QUADROS, D. G. D.; & VALLADARES, R. E. Manual de treinamento Em biodigestão. Salvador: **Winrock Internacional**, 22p, 2008.

OLIVEIRA, P. A. V. **Produção e Manejo de Dejetos de Suínos.** Concórdia: Embrapa, 2003.
STRASSBURG, U.; OLIVEIRA, N. M.; ROCHA JUNIOR, W. F. O potencial De Geração de Biogás Proveniente da criação de suínos no oeste do Paraná: um estudo exploratório. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente,** v. 9, n. 4, p. 803-818, out./dez. 2016.

STELEGIN, F. Sustainable economic, marketing, environmental and financial opportunities for biogas recovery systems. In: WERA-72 Agribusiness Research Emphasizing Competitiveness and Profitability Meeting, Santa Clara, 2010.

TIRADO, M. C., CLARKE, R., JAYKUS, L. A., MCQUATTERS-GOLLOP, A., & FRANK, J. M. Climate change and food safety: A review. **Food Research International,** n.43, p. 1745–1765, 2010.

USDA- FOREING AGRICULTURAL SERVISE. Livestock and products semiannual-Brazil. **Global Agricultural Information Network.** NBR 1604. p.11. 2018.

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE CAPRINOS EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO

Luanna Figueirêdo Batista[1], Bonifácio Benício de Souza[2], Adriana Trindade Soares[3], Maria Dalva Bezerra de Alcântara[4], Évyla Layssa Gonçalves Andrade[5], Nágela Maria Henrique Mascarenhas[6], José Morais Pereira Filho[7], Nelquides Braz Viana[8], Gustavo de Assis Silva[9]

[1]UFCG, CSTR, Patos-PB. luanna_151@hotmail.com
UFCG[2], CSTR, Patos-PB. bonif@cstr.ufcg.edu.br
EMEPA[3], Soledade-PB. adriana.emepa@hotmail.com
EMEPA[4], Soledade-PB. dalvaemepa@yahoo.com.br
UFCG[5], CSTR, Patos-PB. evylalayssa@hotmai.com
UFCG[6], CSTR, Patos-PB. nagellamariia@hotmail.com
UFCG[7], CSTR, Patos-PB. jmorais@cstr.ufcg.edu.br
UFPB[8], CCA, Areia-PB. nelquide@gmail.com
IPA[9], Itapetim-PE, gustavo.assis@ipa.br

RESUMO - Este estudo averiguou as respostas fisiológicas de caprinos British Alpine em diferentes épocas do ano. Foram utilizados seis caprinos da raça British Alpine. Todos os animais foram submetidos a um exame clínico geral. O experimento foi dividido em duas épocas, seca (setembro a dezembro) do ano de 2016 e chuvosa (abril a julho) do ano de 2017. Durante o período experimental foram registrados os dados climatológicos, por meio de um *datalogger* tipo HOBO com cabo externo acoplado ao globo negro, o *datalogger* foi programado, através de um software, para registrar os dados a cada hora, durante 24 horas, de todos os dias do experimento. As variáveis fisiológicas foram registradas quinzenalmente com duas medidas diárias: às 9h e às 15h, foram aferidas a frequência respiratória, temperatura retal, temperatura superficial do corpo e temperatura superficial dos testículos. Os animais do presente estudo na época chuvosa e no turno da manhã estão em um ambiente de conforto térmico e na época seca e no turno da tarde uma situação de desconforto térmico. As médias dos parâmetros fisiológicos, foram superiores na época seca para FR, TR, TSméd, TSmáx, TTSméd. Conclui-se que aprinos da raça British Alpine criados no semiárido paraibano apresentaram baixo nível de estresse e boa adaptabilidade fisiológica às condições climáticas do semiárido nas diferentes épocas do ano (período seco e chuvoso).
Palavras-chave: pequenos ruminantes, adaptabilidade, bioblimatologia.

INTRODUÇÃO

O clima é um dos fatores que exerce maior efeito sobre a produção, reprodução e o bem-estar animal. É considerado, assim, o fator que regula ou limita a exploração animal em seus diferentes aspectos para fins econômicos (PEREIRA, 2005).

 ISBN: 978-85-66836-24-0

O êxito na produção animal decorre de diversos aspectos, dos quais o aspecto reprodutivo constitui um dos principais, e interfere principalmente pela interação genótipo e meio ambiente (ALMEIDA et al., 2007).

A caprinocultura é uma atividade praticada em quase todo território brasileiro, sendo a região do Nordeste responsável por 92,7% do total da espécie no país (IBGE, 2015). No entanto, na maioria das vezes, esses animais são criados em situações inóspitas, sob influência do clima, fator nutricional, manejo produtivo e reprodutivo desfavorável.

Embora a espécie caprina seja apontada como sendo bastante resistente do ponto de vista bioclimátologico, a ocorrência da associação de temperaturas elevadas com alta umidade e radiação solar direta, é capaz de ocasionar alterações comportamentais, fisiológicas e reprodutivas, que culminam em redução da produtividade (LU, 1989).

Várias pesquisas sobre as variáveis fisiológicas já foram realizadas, porém estudos com a raça British Alpine avaliando os parâmetros fisiológicos em diferentes épocas do ano são escassos. Portanto, objetivou-se avaliar variáveis fisiológicas de caprinos British Alpine nos períodos seco e chuvoso no semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Pendência, pertencente à EMEPA-PB (Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A.), localizada na mesorregião do Agreste Paraibano, na microrregião do Curimataú ocidental, no município de Soledade, Paraíba. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo semiárido quente (Bsh) com estação seca que pode atingir quase todo o ano, com média de temperatura máxima anual de 24,5°C e a mínima de 16,5°C. Umidade relativa do ar em torno de 50%, precipitação pluvial, em média, de 400mm/anuais, no ano de 2016 foi de 240mm e no ano de 2017 foi de 74mm (AESA-PB, 2018; EMEPA-PB, 2018).

Foram utilizados seis caprinos da raça British Alpine, com idade entre dois a três anos. Todos os animais foram submetidos a exame clínico geral. O experimento foi realizado em duas épocas, seca (setembro a dezembro) do ano de 2016 e chuvosa (abril a julho) do ano de 2017, totalizando oito meses de coleta de dados. Os animais foram mantidos em sistema semi-intensivo de manejo. A alimentação era composta de milho triturado (35%), farelo de soja (20%), farelo de trigo (43%), calcário calcítico (1%) e sal mineral (1%) e de silagem de sorgo (Sorghum bicolor [L.] Moench), diariamente a água

 ISBN: 978-85-66836-24-0

foi fornecida *ad libitum.* Todos os animais receberam a mesma dieta nos dois períodos experimentais.

Durante o período experimental foram registrados os dados climatológicos, por meio do *datalogger* tipo HOBO com cabo externo acoplado ao globo negro, instalados em ambiente de sol e sombra no local experimental, a uma altura semelhante à dos animais, o *datalogger* foi programado, por meio do software, para registrar os dados ambientais a cada hora, por 24 horas, durante todo o período do experimento, foi utilizado para análise estatística os horários de nove e quinze horas, com os dados ambientais foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) utilizando-se da fórmula: ITGU = TGN + 0,36xTpo + 41,5, descrita por Buffington et al. (1981), onde Tgn é a temperatura do globo negro e Tpo é a temperatura do ponto de orvalho.

As variáveis fisiológicas foram aferidas quinzenalmente nos horários das nove horas e às quinze horas. A frequência respiratória (FR) foi tomada pela contagem dos movimentos respiratórios com auxílio de estetoscópio flexível, colocado na região torácica direita, contando-se o número de movimentos durante 30 segundos e o valor obtido multiplicado por dois, para se calcular a frequência respiratória por minuto.

A temperatura retal (TR) foi mensurada por meio de um termômetro clínico veterinário, com escala até 44°C, o qual foi introduzido diretamente no reto do animal, permanecendo por um período de dois minutos e o resultado expresso em graus centígrados.

Foi utilizado termografia de infravermelho para obter a temperatura superficial (TS), utilizando uma câmera termográfica (Fluke Ti 25) com calibração automática e emissividade de 0,98, recomendada pelo fabricante para tecidos biológicos. A câmera termográfica através de imagem proporciona observar a distribuição da temperatura superficial de um determinado corpo. Cada termograma gerado foi gravado em um cartão de memória e posteriormente analisado pelo *software Smartview* versão 3.1, onde foram obtidas as temperaturas superficiais média e máxima (TSméd e TSmáx) da região do corpo (lado direito) e temperatura testicular máxima e minima dos testículos (TTSméd e TTSmáx).

A análise estatística utilizada para os dados dos parâmetros ambientais e fisiológicos foram submetidos à análise de variância, por meio do programa estatístico SAEG 9.1 e as médias comparadas pelo teste Tukey e Scott-Knott ao nível de significância de 5% de probabilidade.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados ambientais (temperatura ambiente, umidade relativa, temperatura de globo negro e índice de temperatura e umidade) das épocas chuvosa e seca e dos turnos manhã e tarde, encontram-se na Figura 1.

Figura 1. Médias das variáveis ambientais: temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) em função das épocas seca e chuvosa (A) e dos turnos manhã e tarde (B), no ambiente experimental.

A média da temperatura ambiente na época chuvosa foi inferior à época seca, com diferença de 3,6°C, assim como no turno da manhã foi inferior ao turno da tarde, 4,8°C de diferença. Segundo Baêta e Souza (1997), propuseram que para caprinos adultos a zona de conforto térmico é entre 20°C a 30°C, sendo que as temperaturas críticas inferior e superior (TCI e TCS) seriam de -20 e 34°C, respectivamente.

Segundo os mesmos autores, na época seca e no turno da tarde, a média da TA excedeu temperatura da zona de conforto térmico, no entanto, as médias não ultrapassaram 34°C, apontada como TCS.

Resultado superior ao do presente estudo foi encontrado por Borges et al. (2017) ao avaliarem as variáveis fisiológicas de caprinos sem padrão racial definido criados em sistema extensivo no Piauí, na estação seca do ano e obtiveram médias para TA no período da manhã (35,53°C) e tarde (42,07°C).

A umidade relativa para o conforto térmico de caprinos deve estar na faixa de 50 a 80% (BAÊTA; SOUZA, 2010). As médias da época seca e do turno da tarde foram menores, do que os valores da zona de conforto térmico.

Assim como no presente estudo, Santos et al. (2014), ao analisarem a temperatura do ar e umidade relativa durante o dia, perceberam que nos horários ocorria diferença significativa, tanto no período seco como chuvoso.

A temperatura de globo negro apresenta-se equivalente a temperatura ambiente ao longo do dia, no entanto, com valores superiores, devido à influência do calor incorporado ao mesmo, captado pelo globo negro. As médias foram maiores na época seca e no turno da tarde, assim como para temperatura ambiente.

De acordo com Santos et al. (2005) a zona de conforto térmico relativa à temperatura de globo negro é considerada crítica quando acima de 35ºC. As médias da variável temperatura de globo negro tanto nas épocas quanto nos turnos, estão abaixo do valor considerado crítico.

As médias do índice de temperatura do globo negro e umidade demostra que ocorre semelhança do comportamento desse índice com a temperatura ambiente e temperatura de globo negro, tanto nas épocas, quanto nos turnos. As médias do turno da tarde e do período seco podem ser caracterizados como situação de desconforto térmico, pois estavam acima da zona de conforto (BAETA; SOUSA, 1997).

Estudando os efeitos das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços (F1) das raças Saanen e Bôer, Silva et al. (2011) encontraram valores de índice de temperatura do globo negro e umidade na sombra de 79.44 e 81.55 para os turnos manhã e tarde, respectivamente, e afirmaram que as médias encontradas não devem ser consideradas como situação perigosa, já que os parâmetros fisiológicos encontrados estavam dentro do padrão normal para a espécie caprina.

A frequência respiratória apresentou diferença significativa ($p<0,05$) apenas nas épocas, com média superior na época seca, entretanto, as medias estão dentro da faixa de normalidade para a espécie (Tabela 1).

Tabela 1. Média das variáveis fisiológicos: frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura superficial média (TSméd), temperatura superficial máxima (TSmáx), temperatura testicular superficial média (TTSméd) e temperatura testicular superficial máxima (TTSmáx) em função das épocas seca e chuvosa e dos turnos manhã e tarde, no ambiente experimental.

	Época		Turno		
Parâmetros	Seca	Chuvosa	Manhã	Tarde	CV(%)
FR mov/min	52.46a	36.88b	39.65a	49.69a	36.36
TR (°C)	38.98a	38.53b	38.58b	38.93a	0.51
TSméd (°C)	35.72a	34.10b	33.49b	36.34a	1.58
TSmáx (°C)	38.25a	37.95b	37.37b	38.83a	0.84
TTSméd (°C)	35.01a	34.63b	34.16b	35.48a	0.97
TTSmáx (°C)	38.16a	38.06a	37.67b	38.56a	0.94

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

Segundo Reece (1996) é considerada normal quando apresenta valor médio de 15 movimentos respiratórios por minuto, podendo esses valores varia entre 12 e 25 movimentos por minuto e serem influenciados pelo trabalho muscular, temperatura ambiente, ingestão de alimentos, gestação, idade e tamanho do animal.

A temperatura retal foi significativa ($p<0,05$) entre as épocas e os turnos, com médias superiores na época seca e no turno da tarde. Apesar disso, as médias ficaram dentro da faixa de normalidade para a espécie, que segundo Cunninghan (2004), deve variar entre 38,5 a 39,9°C. Observa-se que a temperatura retal tanto nas épocas como nos turnos, apresentaram pouca variação, demonstrando a capacidade adaptativa dos animais ao clima semiárido.

A temperatura retal é uma variável fisiológica que representa a quantidade de calor que pode se acumular durante um período, e quanto maior for o estresse que o animal for submetido durante um dia, maior será no final do mesmo (LINHARES et al., 2015).

As médias da temperatura superficial média e temperatura superficial máxima apresentaram efeito significativo ($p<0,05$) em função das épocas seca e chuvosa e dos turnos manhã e tarde. Porém, mesmo com essas diferenças, a temperatura está dentro da variação fisiológica. As médias da temperatura superficial máxima foram inferior à temperatura retal, mostrando que os animais não estocaram calor.

Resultado semelhante foi encontrado por Medeiros et al. (2015) encontraram temperatura superficial média nos turno de manhã e tarde, 32,19°C e 36,74°C, respectivamente, e da raça Parda Alpina média de 35,17°C.

As médias da temperatura testicular superficial média foram entre 3°C a 4°C abaixo da temperatura corporal e as médias da temperatura testicular superficial máxima foram abaixo da temperatura corporal. As médias da temperatura testicular superficial máxima correspondem à área da região do colo (área dos cordões espermáticos), onde inicia a troca de calor por meio do mecanismo de contracorrente, o que pode indicar que os animais estavam conseguindo dissipar calor, uma vez que, todas as médias foram menores do que a temperatura corporal.

Kastelic et al. (1996) relatam que ocorre um redução da temperatura da superfície da pele do escroto, conforme se distanciam do cordão espermático em direção às caudas dos epidídimos, sendo as áreas mais ventrais do escroto mais frias em relação às áreas mais dorsais.

As respostas dos animais a um ambiente térmico nem sempre reagem da mesma forma, no clima tropical do Nordeste do Brasil, as raças de caprinos são geralmente, mais resistentes ou, estão mais bem equipadas para a termólise (SALLES, 2010).

Machado Júnior et al. (2009), estudaram a influência da bipartição escrotal e do período do ano sobre a regulação térmica escrotal-testicular de caprinos, sem raça definida (SRD), observaram que os animais sem bipartição apresentaram temperatura testicular média na época seca e chuvosa (36,96°C e 36,21°C) e turno manhã e tarde (35,70°C e 37,28°C), respectivamente, resultados superiores ao do presente estudo.

CONCLUSÃO

Caprinos da raça British Alpine apresentaram baixo nível de estresse e boa adaptabilidade fisiológica às condições climáticas do semiárido paraibano nas diferentes épocas do ano (período seco e chuvoso).

AGRADECIMENTOS

A Estação Experimental de Pendência, pertencente à EMEPA-PB (Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A.) por ceder os animais para realização do experimento, assim como também do laboratório, das instalações e de todos os funcionários envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2018. Meterologia das chuvas – fazenda Pendência/Soledade. Disponível em:<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas-grafico/?id_municipio=208&date_chart=2017-12-31&period=year> acesso em: 21 jan. 2018.

ALMEIDA, A.M.; SCHWALBACH, L.M.J.; CARDOSO, L.A; GREYLING, J.P.C. Scrotal, testicular and semen characteristics of young Boer bucks fed winter veld hay: the effect of nutritional supplementation. Small Rum. Reseach. v.73, n.1-3, p.216-220, 2007.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa, MG: UFV, 1997, p.04-246.

BORGES, L.S. Variáveis fisiológicas de caprinos sem padrão racial definido criados em sistema extensivo. Revta. Electron. Vet. v.18, n.11, p.1-14, 2017.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. Black golbe-humidity índex (BGHI) as confort equation for dairy cows. Transact. ASAE. v.24, n.3, p.0711-0714, 1981.

CUNNINGHAM, J.G. Tratado de fisiologia veterinária. 3.ed. Guanabara Koogan, p. 596, 2004.

EMEPA. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S. A. 2018. Estação Experimental de Pendência. Disponível em: <http://gestaounificada.pb.gov.br/emepa/empresa/estacoes-experimentais/estacao-experimental-pendencia-1/estacao-experimental-pendencia/view> acesso em: 21 jan. 2018.

KASTELIC, J.P.; COOK, R.B. ; COULTER, G.H. Contribution of scrotum and testes to scrotal and testicular thermoregulation in bulls and rams. J. Reprod, Fertil. v.108, n.1, p.81-85, 1996.

LINHARES, A.S.F.; SOARES, D.L.; OLIVEIRA, N.C.; SOUZA, B.B.; DANTAS, N.L.B. Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes. Agrope. Cient. Semi. v.11, n.2, p.27-33, 2015.

LU, C.D. Effects of heat stress on goat production. Small. Rum. Resear. v.2, n.2, p.151-162, 1989.

MACHADO JÚNIOR, A.A.N.; MIGLINO, M.A.; MENEZES, D.J.A.; ASSIS NETO, A.C.; LEISER, R., SILVA, R. A.B.; CARVALHO, M.A.M. Influência do escroto bipartido sobre as temperaturas dos testículos e escroto em caprinos. Pesq. Vet. Bras. v.29, n.10, p.797-802, 2009.

MEDEIROS, L.F.D.; RODRIGUES, V.C.; VIEIRA, D.H.; SOUZA, S.L.G.; CABRAL NETO, O.; OLIVEIRA, C.A.; SILVA, L.A.; FIGUEIREDO, N., AZEVEDO, S.F. Determinação dos parâmetros fisiológicos, gradiente térmico e índice de tolerância ao calor em diferentes raças de caprinos. Revta. Bras. Med. Vet. v.37, n.4, p.275-285, 2015.

PEREIRA, C.C.J. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005, p. 08-195.

REECE, W.O. Fisiologia de animais domésticos. São Paulo: Roca, 1996. p.137-254.

REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA. Rio de Janeiro: IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal. v.43, n.1, p.1-49, 2015. Disponível em:<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf> Acesso em: 21 jan. 2018.

SAEG. Sistema para análises estatísticas. versão 9.1. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Fundação Arthur Bernardes. (CD-ROM), 2007.

SALLES, M.G.F. Parâmetros fisiológicos e reprodutivos de machos caprinos Saanen criados em clima tropical. 159f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Curso de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Estadual do Ceará, CE, 2010.

SANTOS, F.C.B.; SOUSA, B.B.; ALFARO, C.E.; ACOSTA, A.A.A.; SANTOS, J.R.S. Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima semiárido do Nordeste Brasileiro. Ciência agrotécnica, v.29, n.1, p.142-149, 2005.

SANTOS, F.S.M.; PIRES, J.E.P.; PEREIRA, A.M.; AZEVEDO, D.M.M.R.; ROCHA, R.R. C.; CARDOSO, F.S.; ARAUJO, A.M.; MURATORI, M.C.S.; COSTA, A.P.R. Adaptabilidade de caprinos Sannem e Marota mantidos em clima tropical semiúmido. Revista Brasileira de Saúde e produção Animal, Salvador, v. 15, n. 4, p. 928-936, 2014.

SILVA, C.M.B.A.; SOUZA, B.B.; BRANDÃO, P.A.; MARINHO, P.V.T.; BENÍCIO, T.M.A. Efeito das condições climáticas do semiárido sobre o comportamento fisiológico de caprinos mestiços f1 Saanen x Boer. Revta. Caating. v.24, n.4, p.195-199, 2011.

VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS DE OVINOS NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO NO SEMIÁRIDO

Luanna Figueirêdo Batista[1], Bonifácio Benício de Souza[2], Adriana Trindade Soares[3], Maria Dalva Bezerra de Alcântara[4], Évyla Layssa Gonçalves Andrade[5], Nágela Maria Henrique Mascarenhas[6], José Morais Pereira Filho[7], André Jose Oliveira de Farias[8], Gustavo de Assis Silva[9]

[1]UFCG, CSTR, Patos-PB. luanna_151@hotmail.com
UFCG[2], CSTR, Patos-PB. bonif@cstr.ufcg.edu.br
EMEPA[3], Soledade-PB. adriana.emepa@hotmail.com
EMEPA[4], Soledade-PB. dalvaemepa@yahoo.com.br
UFCG[5], CSTR, Patos-PB. evylalayssa@hotmai.com
UFCG[6], CSTR, Patos-PB. nagellamariia@hotmail.com
UFCG[7], CSTR, Patos-PB. jmorais@cstr.ufcg.edu.br
EMEPA[8], Soledade-PB. andretiuba@live.com
IPA[9], Itapetim-PE, gustavo.assis@ipa.br

RESUMO – Objetivou-se avaliar as variáveis fisiológicas de ovinos Dorper nos períodos seco e chuvoso no semiárido paraibano. Foram utilizados seis ovinos da raça Dorper. Todos os animais foram submetidos a um exame clínico geral. O experimento foi dividido em duas épocas, seca (setembro a dezembro) do ano de 2016 e chuvosa (abril a julho) do ano de 2017. Durante o período experimental foram registrados os dados climatológicos, por meio do *datalogger* tipo HOBO com cabo externo acoplado ao globo negro. As variáveis fisiológicas foram registradas quinzenalmente com duas medidas diárias, às 9h e às 15h, foram aferidas a frequência respiratória, temperatura retal, temperatura superficial do corpo. Pode-se presumir que os animais do presente estudo na época chuvosa e no turno da manhã estão em um ambiente de conforto térmico e na época seca e no turno da tarde uma situação de desconforto térmico. As médias dos parâmetros fisiológicos FR, TR, TSméd e TSmáx, foram superiores na época seca. Conclui-se que ovinos da raça Dorper criados no semiárido paraibano apresentam baixo nível de estresse e boa adaptabilidade fisiológica às condições climáticas do semiárido nas diferentes épocas do ano (período seco e chuvoso).
Palavras-chave: ovinocultura, bioclimatologia, produção animal.

INTRODUÇÃO

A produção animal nas regiões de clima tropical pode apresentar algumas limitações por diferentes fatores, dentre eles o estresse térmico. É de suma importância avaliar os efeitos climáticos sobre o comportamento fisiológicos e reprodutivos para o conhecimento real da capacidade adaptativa, uma vez que, elevadas temperaturas

ocasionam redução da produtividade, gerando perdas econômicas (SILVA et al., 2006; SOUZA et al., 2013).

O aumento de pesquisas realizadas com objetivo de identificar raças mais adaptadas vem se intensificado na tentativa de diminuir as perdas econômicas decorrentes do efeito do clima na produção animal nos trópicos. Diante disso, o conhecimento do desempenho das diversas raças introduzidas em diversos ambientes diferentes de sua origem, torna-se indispensável (SOUZA et al., 2015). Deste modo, identificar os meses nos quais impõe maior estresse, pode ajudar a identificar as alterações fisiológicas das diversas espécies e raças e com isso tentar adotar estratégias de manejo que promovam maior tolerância desses animais ao ambiente térmico (FAÇANHA et al., 2013).

Várias pesquisas sobre características fisiológicas foram realizadas, porém estudos com ovinos da raça Dorper avaliando os parâmetros fisiológicos em diferentes épocas do ano são escassos. Portanto, objetivou-se avaliar as características fisiológicas de ovinos Dorper nos períodos seco e chuvoso no semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental de Pendência, pertencente à EMEPA-PB (Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A.), localizada na mesorregião do Agreste Paraibano, na microrregião do Curimataú ocidental, no município de Soledade, Paraíba. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo semiárido quente (Bsh) com estação seca que pode atingir quase todo o ano, com média de temperatura máxima anual de 24,5°C e a mínima de 16,5°C. Umidade relativa do ar em torno de 50%, precipitação pluvial, em média, de 400mm/anuais, no ano de 2016 foi de 240mm e no ano de 2017 foi de 74mm (AESA-PB, 2018; EMEPA-PB, 2018).

Foram utilizados seis ovinos da raça Dorper, com idade entre dois a três anos. Todos os animais foram submetidos a exame clínico geral. O experimento foi realizado em duas épocas, seca (setembro a dezembro) do ano de 2016 e chuvosa (abril a julho) do ano de 2017, totalizando oito meses de coleta de dados. Os animais foram mantidos em sistema semi-intensivo de manejo. A alimentação era composta de milho triturado (35%), farelo de soja (20%), farelo de trigo (43%), calcário calcítico (1%) e sal mineral (1%) e de silagem de sorgo (Sorghum bicolor [L.] Moench), diariamente a água foi fornecida ad libitum. Todos os animais receberam a mesma dieta nos dois períodos experimentais.

Durante o período experimental foram registrados os dados climatológicos, por meio do datalogger tipo HOBO com cabo externo acoplado ao globo negro, instalados em ambiente de sol e sombra no local experimental, a uma altura semelhante à dos animais, o datalogger foi programado, por meio do software, para registrar os dados ambientais a cada hora, por 24 horas, durante todo o período do experimento, foi utilizado para análise estatística os horários de 9h e 15h, com os dados ambientais foi calculado o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) utilizando-se da fórmula: ITGU = TGN + 0,36xTpo + 41,5, descrita por Buffington et al. (1981), onde TGN é a temperatura do globo negro e TPO é a temperatura do ponto de orvalho.

As variáveis fisiológicas foram aferidas quinzenalmente nos horários das nove horas e às quinze horas. A frequência respiratória (FR) foi tomada pela contagem dos movimentos respiratórios com auxílio de estetoscópio flexível, colocado na região torácica direita, contando-se o número de movimentos durante 30 segundos e o valor obtido multiplicado por dois, para se calcular a frequência respiratória por minuto.

A temperatura retal (TR) foi mensurada por meio de um termômetro clínico veterinário, com escala até 44°C, o qual foi introduzido diretamente no reto do animal, permanecendo por um período de dois minutos e o resultado expresso em graus centígrados.

Foi utilizado termografia de infravermelho para obter a temperatura superficial (TS), utilizando uma câmera termográfica (Fluke Ti 25) com calibração automática e emissividade de 0,98, recomendada pelo fabricante para tecidos biológicos. A câmera termográfica através de imagem proporciona observar a distribuição da temperatura superficial de um determinado corpo. Cada termograma gerado foi gravado em um cartão de memória e posteriormente analisado pelo software Smartview versão 3.1, onde foram obtidas as temperaturas superficiais média e máxima (TSméd e TSmáx) da região do corpo (lado direito)

A análise estatística utilizada para os dados dos parâmetros ambientais e fisiológicos foram submetidos à análise de variância, por meio do programa estatístico SAEG 9.1 e as médias comparadas pelo teste Tukey e Scott-Knott ao nível de significância de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os dados ambientais (temperatura ambiente, umidade relativa, temperatura de globo negro e índice de temperatura e umidade) das épocas chuvosa e seca e dos turnos manhã e tarde.

Tabela 1. Médias dos dados meteorológicos: temperatura ambiente (TA), umidade relativa (UR), temperatura de globo negro (TGN) e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) em função das épocas seca e chuvosa e dos turnos manhã e tarde, no ambiente experimental localizado no semiárido paraibano.

		Parâmetros Ambientais			
Fatores		TA (°C)	UR%	TGN	ITGU
Época	Seca	31.14a	43.30b	33.25a	80.85a
	Chuvosa	27.47b	60.33a	28.03b	76.25b
Turno	Manhã	26.95b	61.15a	28.34b	76.61b
	Tarde	31.66a	42.48a	32.95a	80.49a
CV (%)		9.59	23.08	8.82	3.01

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo o teste Tukey ($p<0,05$).

A média registrada para temperatura ambiente na época chuvosa e no turno da manhã (27,47ºC e 26,95°C), respectivamente, apresentaram-se dentro da zona de conforto térmico para a espécie. Baêta e Souza (1997), citam que para ovinos adultos a zona de conforto térmico, varia entre 25°C a 30°C.

Já na época seca e no turno da tarde a média registrada para temperatura ambiente (31,14°C e 31,66°C), respectivamente, excedeu a temperatura da zona de conforto térmico, estabelecida por (BAÊTA e SOUZA, 1997).

A temperatura ambiente e a umidade relativa são inversamente proporcionais em relação aos horários do dia, isto é, nos horários em que a temperatura ambiente foi menor (época chuvosa e turno manhã), a umidade relativa foi maior e assim, vice-versa (Tabela 1). Esse comportamento é bem característico do clima tropical, observado também em vários outros estudos (LEITÃO et al., 2013, OLIVEIRA et al., 2013; NOBRE et al., 2016).

Segundo Baêta e Souza (1997) a umidade relativa adequada para ovinos deve estar entre 50 a 80%, deste modo, a umidade relativa na época chuvosa e no turno da manhã esteve dentro da faixa de conforto térmico. No período seco e no turno da tarde as médias estiveram abaixo da zona de conforto térmico.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

A temperatura de globo negro apresenta-se equivalente a temperatura ambiente ao longo do dia, no entanto, com valores superiores, devido à influência do calor incorporado ao mesmo, captado pelo globo negro. As médias foram maiores na época seca e no turno da tarde, assim como para temperatura ambiente. De acordo com Motta (2001) a temperatura de globo negro entre 27°C e 34°C, é considerada como regular e acima de 35°C, considerado como crítica. Apesar da diferença estatística entre as épocas e os turnos avaliados, a variável temperatura de globo negro, está classificada como temperatura regular para os animais segundo (MOTTA, 2001).

As médias registradas para o índice de temperatura do globo negro e umidade foram superiores na época seca (80,85) e no turno da tarde (80,49) as da época chuvosa (76,25) e no turno da manhã (76,61). Conforme Baêta e Souza (2010) valores de índice de temperatura do globo negro e umidade até 74 indicam uma situação de conforto para os animais, de 74 a 78 considera-se um estresse leve; entre 79 e 84 situação perigosa e acima de 84, indicam uma situação de emergência, valores esses propostos para vacas leiteiras, porém também são utilizados para outras espécies.

De acordo com Souza (2010) ainda não existe uma tabela que indique os valores ideais do índice de temperatura do globo negro e umidade para ovinos. O mesmo afirma que o valor de índice de temperatura do globo negro e umidade igual a 83 pode indicar uma condição de estresse médio-alto para ovinos.

Tomando por base o indicado pelos autores e os resultados do trabalho, os animais do presente estudo na época chuvosa e no turno da manha estão em um ambiente de conforto térmico e na época seca e no turno da tarde uma situação de desconforto térmico.

Resultados superiores foram encontrados por Dantas et al. (2015) e Nobre et al. (2016) para médias do índice de temperatura do globo negro e umidade no turno da manhã e tarde (82,81 e 89,08 e 78,00 e 84,19), respectivamente.

Houve diferença significativa ($p<0,05$) nas médias dos parâmetros fisiológicos frequência respiratória, temperatura retal, temperatura superficial média e temperatura superficial máxima (Tabela 2) em relação à época, com médias superiores na época seca, devido às condições ambientais mais desfavoráveis nesse período, como demonstra a temperatura ambiente e o índice de temperatura do globo negro e umidade (Tabela 1).

Conforme Silanikove (2000) a frequência respiratória pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência de 40-60, 60-80, 80-120 movimentos por

minuto caracteriza um estresse baixo, médio-alto e alto para os ruminantes, respectivamente; e acima 200 para ovinos, o estresse é classificado como severo.

A frequência respiratória, nesta pesquisa, foi significativamente maior durante a época seca (63,75 movimentos por minuto), no turno da tarde (54,83 movimentos por minuto) do que na época chuvosa (41,30 m movimentos por minuto), no turno da manhã (50,21 movimentos por minuto) e com base na classificação Silanikove (2000), pode-se dizer que os ovinos apresentaram estresse térmico médio-alto na época seca e baixo na época chuvosa.

A eficiência dos mecanismos de troca de calor tanto sensível (condução, convecção e radiação) quanto insensível (sudorese e/ou frequência respiratória) para manter a homeotermia varia de ambiente para ambiente, por isto, altas frequências respiratórias não indicam necessariamente que o animal esteja em estresse térmico, isto é, se o animal for eficiente em eliminar calor, mantendo a homeotermia, mesmo que a frequência respiratória esteja alta, pode não ocorre estresse calórico (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011).

Observou-se variação significativa nas médias da temperatura retal entre as épocas, sendo que a temperatura na época seca (38,80°C) superou à da época chuvosa (38,45°C), e não houve efeito significativo dos turnos para a mesma variável (Tabela 2). No entanto, a faixa de normalidade da temperatura retal para a espécie varia 38,3°C a 39,9°C (BERGT e HALLGRÍMUR, 1996), concordando que, apesar da diferença significativa entre as épocas, as médias da temperatura retal estão situadas dentro do intervalo tido como normal para a espécie.

Queiroz et al. (2015), relataram que o aumento na temperatura retal revela que o animal está estocando calor o que leva ao estresse térmico, o que não foi observado no presente estudo, uma vez que os animais mantiveram a temperatura corporal dentro da normalidade.

Houve efeito significativo ($p<0,05$) de época e turno para as médias da temperatura superficial média e temperatura superficial máxima (34,18°C e 38,05°C; 33,63°C e 37,74°C) e (32,31°C e 37,09°C; 35,49°C e 38,70°C), respectivamente (Tabela 2), com médias superiores no turno da tarde, devido a temperatura ambiente mais elevada nesse período como demonstra a temperatura ambiente e o índice de temperatura do globo negro e umidade (Tabela 1). Porém, as médias da temperatura superficial estão dentro da

normalidade para a espécie. As médias da temperatura superficial máxima foram iguais ou inferiores à temperatura retal, mostrando que os animais não estocaram calor.

Quando o animal se encontra em estresse severo, acontece um acréscimo do fluxo sanguíneo do núcleo central para superfície do animal e, assim, elevação da taxa de fluxo de calor, resultando em altas temperaturas superficiais. No entanto, à medida que as perdas evaporativas aumentam, grande quantidade de calor é retirada da pele por vaporização, de maneira que o sangue que circula pelas superfícies corporais torna-se mais refrigerado (BAÊTA; SOUZA 1997; EUSTÁQUIO FILHO et al., 2011).

Tabela 2. Médias dos parâmetros fisiológicos e reprodutivos: frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), temperatura superficial média (TSméd), temperatura superficial máxima (TSmáx) em função das épocas seca e chuvosa e dos turnos manhã e tarde, no ambiente experimental localizado no semiárido paraibano.

		Parâmetros Fisiológicos			
Fatores		FR mov/min	TR (°C)	TSméd (°C)	TSmáx (°C)
Época	Seca	63.75a	38.80a	34.18a	38.05a
	Chuvosa	41.30b	38.45b	33.63b	37.74b
Turno	Manhã	50.21a	38.56a	32.31b	37.09b
	Tarde	54.83a	38.69a	35.49a	38.70a
CV (%)		37.26	0.79	1.68	0.70

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ($p<0,05$).

CONCLUSÃO

Ovinos da raça Dorper criados no semiárido paraibano apresentam baixo nível de estresse e boa adaptabilidade fisiológica às condições climáticas do semiárido nas diferentes épocas do ano (período seco e chuvoso).

AGRADECIMENTOS

A Estação Experimental de Pendência, pertencente à EMEPA-PB (Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A.) por ceder os animais para realização do experimento, assim como também do laboratório, das instalações e de todos os funcionários envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2018. Meterologia das chuvas – fazenda Pendência/Soledade. Disponível em:<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas-grafico/?id_municipio=208&date_chart=2017-12-31&period=year> acesso em: 21 jan. 2018.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa: UFV, 1997, p.04-246.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. Black golbe-humidity índex (BGHI) as confort equation for dairy cows. Transact. ASAE. v.24, n.3, p.0711-0714, 1981.

DANTAS, N.L.B.; SOUZA, B.B.; CÉZAR, M.F.; OLIVEIRA, G.J.C.; ARAÚJO, R.P.; NOBRE, I.S.; MEDEIROS, S.F.; ROBERTO, J.V.B. Estudos da coloração do pelame em relação às respostas produtivas de ovinos mestiços sob estresse calórico. Revta. Bras. Saúde. Prod. Anim. v.17,n.1, p.397-407, 2015.

EMEPA. Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S. A. 2018. Estação Experimental de Pendência. Disponível em: <http://gestaounificada.pb.gov.br/emepa/empresa/estacoes-experimentais/estacao-experimental-pendencia-1/estacao-experimental-pendencia/view> acesso em: 21 jan. 2018.

EUSTÁQUIO FILHO A., TEODORO S.M., CHAVES M.A., SANTOS P.E.F., SILVA M.W.R., MURTA R.M., CARVALHO G.G.P. & SOUZA L.E.B. Zona de conforto térmico de ovinos da raça Santa Inês com base nas respostas fisiológicas. Revta. Bras. Zootec. 40(8):1807-1814, 2011.

FAÇANHA, D.A.E.; CHAVES, D.F.; MORAIS, J.H.G.; VASCONCELOS, A.M.; COSTA, W.P.; GUILHERMINO, M.M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. Revta. Bras. Saúde. Prod. Anim. v.14, n.1, p.91-103, 2013.

LEITÃO, M.M.V.B.R.; OLIVEIRA, G.M.; ALMEIDA, A.C; SOUSA P.H.F. Conforto e estresse térmico em ovinos no Norte da Bahia. Revta. Bras. Eng. Agríc. Amb. v.17, n.12, p.1355-1360, 2013.

MOTTA, F.S. Climatologia zootécnica. Edição do autor, Pelotas, 2001, p.05-104.

NOBRE, I.S.; SOUZA, B.B.; MARQUES, B.A.A.; AZEVEDO, A.M.; ARAÚJO, R.P.; GOMES, T.L.S.; BATISTA, L.F.; SILVA, G.A. Avaliação dos níveis de concentrado e gordura protegida sobre o desempenho produtivo e termorregulação de ovinos. Revta. Bras. Saúde. Prod. Anim. v.17, n.1, p.116-126, 2016.

OLIVEIRA, F.A., TURCO, S.H.N.; BORGES, I.; CLEMENTE, C.A.A.; NASCIMENTO T.V.C.; LOIOLA FILHO, J.B. Parâmetros fisiológicos de ovinos Santa Inês submetidos a sombreamento com tela de polipropileno. Revta. Bras. Eng. Agríc. Amb. v.17, n.9, p.1014-1019. 2013.

QUEIROZ, E.O.; MACEDO, F.A.F.; BARBOSA, O.R.; ZANCANELA, V.; MORA, N.H.A.P.; BALISCEI, M.A. Parâmetros fisiológicos e desempenho para ovelhas Santa Inês e cordeiros ½ Dorper - Santa Inês nas estações verão e inverno. Revta. Bras. Saúde. Prod. Anim. v.16, n.1, p.199-209, 2015.

SAEG. Sistema para análises estatísticas. versão 9.1. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Fundação Arthur Bernardes. (CD-ROM), 2007.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livestock. Product. Sci. v.67,n.2, p.1-18, 2000.

SILVA, G.A.; SOUZA, B.B.; ALFARO, C.E.P.; SILVA, E.M.N.; AZEVEDO, S.A. AZEVEDO NETO, J.; SILVA, R.M.N. Efeito da época do ano e período do dia sobre parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semiárido paraibano. Revta. Bras. Eng. Agríc. Amb. v.10, n.4, p.903-909, 2006.

SOUZA, B.B. Índice de conforto térmico para ovinos e caprinos: índice de temperatura do globo negro e umidade registrado em pesquisas no Brasil. 2010. FarmPoint-ovinos e caprinos - radares técnicos – Bem-estar e comportamento animal. Disponível em: <http://www.cstr.ufcg.edu.br/bioclimatologia/artigos_tecnicos/indice_conforto_termico_ovinos_caprinos.pdf> Acesso em: 21 jan. 2018.

SOUZA, B.B.; BATISTA, N.L.; SUSIN, I.; SILVA, I.J.O.; MENEGHINI, R.C.M.; CASTRO, A.C.; SILVA, M.R.H. Diferenças genéticas nas respostas fisiológicas de ovelhas em ambiente tropical. J. Anim. Behav. Biomet. v.1, n.2, p.37-43, 2013.

SOUSA, B.B.; BENICIO, A.W.A.; BENICIO, T.M.A. Caprinos e ovinos adaptados aos trópicos. J. Anim. Behav. Biomet. v.3, n.2, p.42-50. 2015.

PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS PARA APONTAR O CONFORTO TÉRMICO EM FRANGOS DE CORTE

Natália Coimbra da Silva[1], Rimena do Amaral Vercellino[2], Tatiane Branco[3], Daniela Jorge Moura[4]

[1]Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas, SP. n-coimbra@hotmail.com
[2]Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas, SP. rimena.vercellino@gmail.com
[3]Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas, SP. tatibanco91@gmail.com
[4]Docente em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas, SP. daniella.moura@feagri.unicamp.br

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo avaliar o estresse térmico por calor com base no comportamento, na fase final de criação de frangos de corte. Este estudo foi conduzido em uma Câmara de Preferência Ambiental (CPA), na Unicamp, com aves de 35 e 39 dias de idade, submetidas a duas temperaturas acima da termoneutralidade (28,0ºC ± 1ºC e 30,0ºC ± 1ºC). O comportamento das aves foi avaliado pelo número de visita das aves ao comedouro e ao bebedouro, durante o período de submissão a cada nível de estresse térmico, bem como o número de visitas observadas um dia antes e um dia após os tratamentos, com o auxílio do *Software* R®. Como resultado, para as duas idades, durante o período de estresse, o ambiente de estresse térmico por calor apresentou interação significativa entre os fatores considerados dias de vida e temperaturas estudadas. Conclui-se, com base na análise, que foi possível verificar o aumento do número de visitas ao bebedouro e ao comedouro em comparação ao dia que antecedeu o dia de estresse, sendo um indicativo que aves com 35 e 39 dias de idade mantidas fora dos ambientes neutros apresentaram alterações comportamentais distintas.
Palavras-chave: comportamento; conforto; estresse térmico; frangos de corte.

INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira destaca-se no mercado internacional de carnes. Um dos grandes desafios do setor é usufruir cada vez mais do potencial genético das linhagens comerciais utilizadas, em busca da máxima eficiência produtiva desses animais. Porém, o ambiente de criação em que esses animais estão inseridos, principalmente o microclima dentro das instalações, ainda é fator crítico e limitante no sistema produtivo (SANTOS et al., 2016; OSORIO et al., 2016).

O ambiente de uma instalação é um sistema dinâmico bastante complexo, influenciado por muitos fatores, atuando diretamente na saúde, produtividade e bem-estar das aves. Dentre esses fatores, o ambiente térmico ainda é um dos principais agentes

relacionados as perdas produtivas de um lote. Nesse sentindo, o controle da temperatura em níveis termoneutros ainda é um desafio na avicultura moderna (MARTINS et al., 2017).

Vários estudos constataram que condições climáticas inadequadas afetam o desempenho de frangos de corte. O excesso de frio, e principalmente de calor, influenciam consideravelmente o comportamento dos animais homeotermos, afetando suas funções fisiológicas/metabólicas, implicando em menor produtividade, impactando de forma negativa seu crescimento e saúde, ocasionando aumento na mortalidade e diminuindo, assim, seu bem-estar (NASCIMETO et al., 2018). Por esses motivos, este trabalho objetivou analisar o comportamento ingestivo da ave em estresse térmico na fase final de criação.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o estresse térmico por calor com base no comportamento, na fase final de criação de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido em uma Câmara de Preferência Ambiental (CPA), desenvolvida para estudos com pequenos animais, localizada no Laboratório de Conforto Térmico II, na área experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI/UNICAMP).

A CPA é composta por três compartimentos para experimentação com animais, que são divididos entre si, paralelamente (Figura 1). Para cada compartimento é possível controlar a temperatura (em ºC) e renovação do ar. Para cada um dos compartimentos, é realizado o controle automático da umidade relativa do ar (UR, em %) e o acionamento da luz.

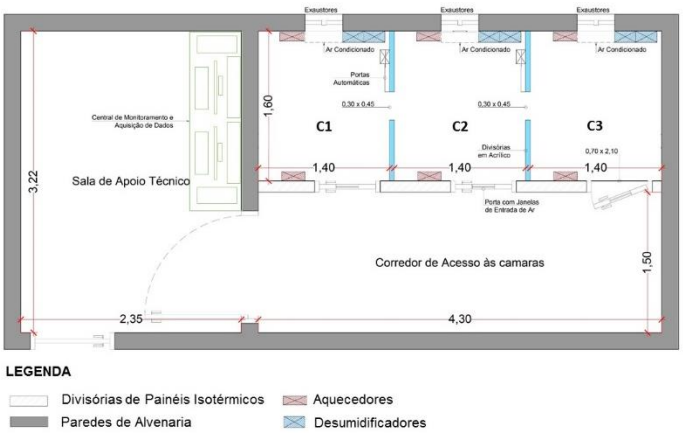


Figura 1. Planta baixa da Câmara de Preferência Ambiental (CPA).

A pesquisa foi conduzida com 66 pintos de corte (sexo misto) da linhagem Cobb®, obtidos logo após o nascimento, oriundos do mesmo matrizeiro e incubatório, com peso médio de 0,049kg. As aves foram pesadas, anilhadas e distribuídas aleatoriamente em cada um dos três compartimentos presentes na CPA (C1, C2 e C3), imediatamente após sua chegada, formando grupos de 22 aves por compartimento. As aves foram criadas em temperatura termoneutra, e submetidas a estresse térmico somente aos 35 e 39 dias de idade. Água e ração comercial, a base de milho e farelo de soja, foram fornecidos à vontade durante todo o período de criação das aves.

As aves foram submetidas ao estresse por calor moderado e severo aos 35 e 39 dias de idade, por 8hrs consecutivas em 8hrs de filmagem (um dia antes e durante o estresse), foram analisados 4hrs. E para o período de 6hrs de filmagem (após o estresse) foram analisados 3hrs de filmagem em ambos experimentos. As horas foram contabilizadas a partir do momento em que os compartimentos alcançaram as temperaturas fora da termoneutralidade.

Os tratamentos consistiram em ambiente de estresse por calor moderado (28,0ºC ± 1ºC) e por calor severo (30,0ºC ± 1ºC). O comportamento das aves foi avaliado pelo número de visita das aves no comedouro e bebedouro para os três compartimentos, em três períodos de avaliação distintos, ou seja, um dia antes, durante e após o período de estresse térmico, no intuito de verificar se houveram alterações nos padrões destes comportamentos um dia antes e após serem submetidas ao estresse térmico.

O comportamento foi avaliado no momento que a ave estava ingerindo alimento (visita ao comedouro) ou água (visita ao bebedouro).A verificação do número de visitas ao comedouro e bebedouro foi realizada por um dia pelo mesmo observador, em cada

intervalo de hora (60min), foram avaliados por meio de análise de imagem digital os 10 min iniciais, intermediários e finais, totalizando 30 min analisados.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Os resultados obtidos para o número de visitas foram processados em frequência absoluta. Os ensaios foram estruturados em esquema fatorial 2x3 (dois tratamentos e três períodos de avaliação – um dia antes do estresse, durante e após o estresse). Os resultados obtidos a partir dos dois experimentos apresentaram distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, sendo submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey para comparação das médias, com 95% de intervalo de confiança.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico ASSISTAT® (Assistat - Assistência Estatística, versão 7.7). Os gráficos foram gerados com auxílio do programa estatístico MiniTab® (Minitab Inc, versão 17).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para aves com 35 e 39 dias de idade foi observado que o ambiente de estresse térmico por calor apresentou interação significativa entre os fatores considerados (tratamento x período de avaliação). Para os dois ambientes de estresse térmico por calor, a temperatura do ar e a umidade relativa foram maiores durante o estresse, seguido por após o estresse e por um dia antes do estresse, respectivamente (P<0,05).

Tabela 1. Valores médios da temperatura ambiente (ºC) e da umidade relativa do ar (%) aos 35 dias e 39 dias de idade das aves, em função dos tratamentos e dos períodos de avaliação.

Tratamentos	**VARIÁVEIS AMBIENTAIS - Período de Avaliação**							
	Antes	**Durante**	**Após**	**Média**	**Antes**	**Durante**	**Após**	**Média**
	Temperatura (ºC) / 35 dias				**Umidade Relativa (%) / 35 dias**			
Moderado	23,5aC	28,5bA	26,2aB	26,1a	71,5aB	77,0bA	62,2aC	70,2b
Severo	22,1bC	30,1aA	25,8aB	26,0a	73,4aB	79,0aA	64,1aC	72,2a
Média	22,8c	29,3a	26,0b	26	72,5b	78,0a	63,2c	71,2
Desvio Padrão	2,8				6,6			
CV (%)	2,9				2,4			
	Temperatura (ºC) / 39 dias				**Umidade Relativa (%) / 39 dias**			
Moderado	23,4aC	28,2bA	25,7aB	25,8a	71,8aB	76,5aA	64,4aC	70,9b
Severo	22,4bC	29,9aA	25,2aB	25,8a	73,7aB	78,5aA	66,5aC	72,9a
Média	22,9c	29,0a	25,5b	25,8	72,8b	77,5a	65,5c	71,9
Desvio Padrão	2,6				5,9			

CV (%)	1,6	4,4

As médias seguidas pela mesma letra (letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha) não diferem (p>=,05) estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Moderado = Calor moderado; Severo = calor severo; CV = coeficiente de variação.

De acordo com a Tabela 1, No ambiente de calor moderado, as médias de temperatura encontradas em aves com 35 dias de idade foram de 28,5ºC, 26,2ºC e 23,5ºC para os períodos durante, após e um dia antes do estresse, respectivamente, e as médias encontradas em aves com 39 dias de idade foram de 28,2ºC, 25,7ºC e 23,4ºC para os períodos durante, após e um dia antes do estresse, respectivamente. E no ambiente de calor severo, em aves com 35 dias de idade os valores foram de 30,1ºC, 25,8º e 22,1ºC, respectivamente, e em aves com 35 dias de idade os valores foram de 29,9ºC, 25,2º e 22,4ºC, respectivamente, para estes mesmos períodos de avaliação.

Os tratamentos não diferiram entre si (P≥0,05), com temperatura média de 26,6ºC para aves com 35 dias de idade e com temperatura média de 25,5ºC para aves com 39 dias de idade, corroborando com Bhadauria et al. (2014), em que afirmam que estresse por calor se inicia quando a temperatura do ar se encontra acima de 26ºC e se torna rapidamente perceptível em temperaturas acima de 29ºC.

Os dados de umidade relativa do ar apresentaram interação significativa para aves com 35 e 39 dias de idade (Tabela 1). No ambiente de calor moderado, os valores registrados para aves com 35 dias de idade foram de 77,0%, 71,5% e 62,2% para os períodos durante, um dia antes e após o estresse, respectivamente, e os valores observados para aves com 39 dias de idade foram de 79,0%, 73,4% e 64,1% para estes mesmos períodos, respectivamente. Já no ambiente de calor severo, esses valores para aves com 35 dias de idade foram de 79,0%, 73,4% e 64,1% para estes mesmos períodos, respectivamente, e os valores para aves com 39 dias de idade foram de 78,5%, 73,7% e 65,5% para estes mesmos períodos, respectivamente.

Os períodos de estresse, um dia ante e após, não foram verificadas diferenças significativas para a variável umidade relativa do ar entre os tratamentos, para aves com 35 dias de idade com médias de 73,4% e 64,1%, respectivamente, e para aves com 39 dias de idade, para todos os períodos de avaliação, não foram constatadas diferenças significativas para esta variável entre os tratamentos, com médias de 72,8%, 77,5% e 65,5%, para os períodos um dia antes do estresse, durante o estresse e após o estresse,

respectivamente. Segundo Nascimento et al. (2014) o estresse por calor se intensifica quando a umidade relativa do ar se encontra acima de 70%.

Frangos de corte, quando submetidos a condições de temperatura acima da sua zona de conforto, tendem a diminuir seu consumo alimentar no intuito de diminuir a produção de calor corporal e manter sua homeotermia (DEEB e CAHANER, 1999; 2002). O estresse térmico é um problema ambiental que afeta todas as espécies animais. No entanto, dentro do segmento da avicultura, os frangos de corte e poedeiras são particularmente sensíveis aos desafios ambientais, principalmente ao estresse por calor (LARA e ROSTAGNO, 2013).

Houve interação significativa entre os fatores considerados (tratamento e período) para o número de visitas das aves com 35 e 39 dias de idade no comedouro. Já o número de visitas ao bebedouro apresentou efeito significativo para os períodos de avaliação para ambas as idades de aves.

Para o número de visitas das aves ao comedouro para aves com 35 dias de idade, não foram observadas diferenças (P≥0,05) entre os diferentes períodos de avaliação no ambiente de calor moderado, com valor médio de 35 visitas. Já no ambiente de calor severo, o número de visitas ao comedouro foi menor durante o período de estresse em comparação aos períodos um dia antes do estresse e após o estresse com visitas ao comedouro e/ou bebedouro, que não apresentaram diferenças entre si (P≥0,05).

A tabela 2 apresenta as médias do número de visitas das aves ao comedouro e bebedouro aos 35 e 39 dias de idade das aves, em função dos tratamentos e dos períodos de avaliação.

Tabela 2. Médias do número de visitas das aves ao comedouro e bebedouro aos 35 dias de idade das aves, em função dos tratamentos e dos períodos de avaliação (antes, durante e após 08 hs de estresse térmico)

Tratamentos	NÚMERO DE VISITAS - Período de Avaliação							
	COMEDOURO				BEBEDOURO			
	Antes	Durante	Após	Média	Antes	Durante	Após	Média
	35 dias							
Moderado	32aA	36aA	36aA	35a	49	38	30	39a
Severo	43aA	21bB	38aA	34a	49	40	38	42a
Média	38a	29b	38a	34	49a	39b	34b	41
Desvio Padrão	11,5				10,8			
CV (%)	29,3				22,5			

As médias seguidas pela mesma letra (letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha) não diferem (p>=,05) estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação

O número de visitas para aves com 35 dias de idade ao comedouro um dia antes do estresse e após o período de estresse não diferiram entre tratamentos, respectivamente. Já

durante o estresse, o número de visitas foi maior no ambiente de calor moderado em relação ao ambiente de calor severo. Para o número de visitas das aves ao bebedouro, para os dois tratamentos, este foi maior um dia antes do período de estresse em comparação aos períodos de estresse e após o estresse com médias iguais entre si (P≥0,05).

O número de visitas das aves ao bebedouro para aves com 39 dias de idade (Tabela 3), no ambiente de calor moderado, houve diferença entre os períodos avaliados.

Tabela 3. Médias do número de visitas das aves ao comedouro e bebedouro aos 39 dias de idade das aves, em função dos tratamentos e dos períodos de avaliação (antes, durante e após 08 hs de estresse térmico).

Tratamentos	NÚMERO DE VISITAS - Período de Avaliação							
	COMEDOURO				BEBEDOURO			
	Antes	Durante	Após	Média	Antes	Durante	Após	Média
	39 dias							
Moderado	34	26	35	32a	55aA	43aB	42bB	47a
Severo	36	21	38	32a	49aAB	41aB	57aA	49a
Média	35a	24b	37a	32	52a	42b	50ab	48
Desvio Padrão	12,3				9,9			
CV (%)	36,3				16,8			

As médias seguidas pela mesma letra (letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha) não diferem (p>=,05) estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV = Coeficiente de variação.

No ambiente de calor moderado, um dia antes do estresse, as aves com 39 dias de idade visitaram o bebedouro mais vezes em comparação aos períodos de estresse e após o estresse, com número de visitas similares entre si (P≥0,05). No ambiente de calor severo, o número de visitas das aves ao bebedouro foi maior após o período de estresse em comparação ao período durante o estresse (P<0,05), e o período de um dia antes, apresentou número de visitas com valor intermediário (P≥0,05).

O número de visitas das aves com 39 dias de idade ao comedouro apresentou efeito significativo para os períodos de avaliação. Já para o número de visitas ao bebedouro, houve interação significativa entre os fatores considerados (tratamento e período). O número de visitas das aves ao comedouro, para os tratamentos, foi menor durante o período de estresse em comparação a um dia antes do estresse e após o estresse, que não apresentaram diferenças entre si (P≥0,05).

As aves mantidas no ambiente quente visitaram o bebedouro 46,3% mais vezes em relação ao observado nos demais ambientes. Quando as aves estão submetidas a ambientes desconfortáveis, com altas temperaturas, o primeiro efeito visível nos animais

é a redução no tempo gasto no comedouro e o aumento no tempo gasto no bebedouro (ZHONG et al., 2012; CARVALHO et al.; 2013; MACK et al., 2013).

Sob condições de estresse térmico por calor, 80% da produção corporal das aves é dissipado pela evaporação e assim, beber água é crucial para a sobrevivência das aves, uma vez que alivia os efeitos do estresse térmico (LI et al, 2015).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CNPq e Capes pelo apoio dado para a concretização desta pesquisa.

CONCLUSÃO

Com base na análise foi possível verificar a diminuição do número de visitas ao bebedouro e no comedouro para aves com 35 dias de idade antes do dia que antecedeu o dia de estresse, contudo para as aves com 39 dias de idade aumentou o número de visitas ao bebedouro e no comedouro em comparação ao dia que antecedeu o dia de estresse, sendo um indicativo que aves com 35 e 39 dias de idade mantidas fora do ambiente termoneutro, apresentaram alterações comportamentais distintas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHADAURIA, P.; KATARIA, J.M.; MAJUMDAR, S.; BHANJA, S.K.; KOLLURI, D. Impact of hot climate on poultry production system - A review. Journal of Poultry Science and Technology, v.2, n.4, p.56-63, 2014.

CARVALHO, G. B.; LOPES, J. B.; SANTOS, N. P. S.; REIS, N. B. N.; CARVALHO, W. F.; SILVA, S. F.; CARVALHO, D. A.; SILVA, E. M.; SILVA, S.M. Comportamento de frangos de corte criados em condições de estresse térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio. **Revista Brasileira De Saúde E Produção Animal**, v.14, n.4, p.785-797, 2013.

DEEB, N.; CAHANER, A. Genotype - By-Environment Interaction with Broiler Genotypes Differing In Growth Rate. 3. Growth Rate And Water Consumption Of Broiler Progeny From Weight-Selected Versus Nonselected Parents Under Normal And High Ambient Temperatures. **Poultry Science**, v.81, p.293–301, 2002.

DEEB, N.; CAHANER, A. The Effects Of Naked Neck Genotypes, Ambient Temperature, And Feeding Status And Their Interactions On Body Temperature And Performance Of Broilers. **Poultry Science**, v.78, p.1341–1346, 1999.

LARA, L.J.; ROSTAGNO, M.H. Impact of heat stress in poultry production. Animals, v.3, p.356-369, 2013.

LI, M.; WU, J.; CHEN, Z. Effects of Heat Stress on The Daily Behavior of Wenchang Chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science,** v.17, n.4, 559-566, 2015.

MACK, L.A.; FELVER-GANT, J.N.; DENNIS, R.L.; CHENG, H.W. Genetic Variation Alter Production and Behavioral Responses Following Heat Stress In 2 Strains Of Laying Hens. **Poultry Science**, v.92, p.285–294, 2013.

MARTINS, C. L.; OLIVEIRA, D. R.; REIS, E. D.; JUNIOR, R. C. O. desempenho de frangos de corte submetidos a diferentes sistemas de trocas de ar. **Caderno De Resumos Expandido**, p. 152 – 155, 2017.

NASCIMENTO, G.R.; NÄÄS, I.A.; BARACHO, M.S.; PEREIRA, D.F.; NEVES, D.P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.6, p.658-663, 2014.

NASCIMENTO, S. T.; DE CARVALHO FONSÊCA, V. F.; MAIA, A. S. C.; DOS SANTOS, V. M.; DE OLIVEIRA, E. M.; DO NASCIMENTO MÓS, J. V. zootecnia de precisão e os desafios da ambiência na produção animal no nordeste brasileiro. **Revista Científica De Produção Animal**, v. 19, n. 2, 2018.

OSORIO, R. H.; TINOCO, I. F. F.; SARAZ, J. A. O.; MENDES, L. B.; ROCHA, K. S. O.; GUERRA, L. M. G. Thermal Environment In Two Broiler Barns During The First Three Weeks Of Age. **Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.3, p.256-262, 2016.

SANTOS, R. C.; SILVA, S. I.; SILVA, N. C.; BATTILANI, M.; ÁVALO. H.; MARTINS; E. A. S.; DE PAULA, M. O. Análise De Risco Ao Estresse Climático Na Produção De Frangos De Corte Da Região Do Paraná. **In: Simpósio Nacional De Construções Rurais E Ambiência (V Simcra/ 2016)**. Viçosa – Mg. 2016.

ZHONG, Q.Z.; WANG, D.; SUN, Z.W.; LOU, Y.J. Behavior Observation of Goose in The Period of Heat Stress. **Animal Production**, v.48, n.3, p.60-62, 2012.

O ESTADO EMOCIONAL DE BEZERROS PODE SER EXTERIORIZADO POR MEIO DA EXPRESSÃO FACIAL?

Miguel Machado[1], Iran José Oliveira da Silva[2], Carla Maris Bittar[3], Aerica Nazareno[4].

[124]Núcleo de Pesquisa em Ambiência, NUPEA, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba-SP. miguelmac89@gmail.com; iranoliveira@usp.br; aericacn@yahoo.com.br.
[3]Laboratório de Metabolismo Animal, Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba-SP. carlabittar@usp.br.

RESUMO - Os objetivos do estudo foram: identificar se bezerros de raças leiteiras exibem modificações nas unidades de ação facial que refletem seu estado emocional frente a um estímulo recebido; e verificar se existem efeitos duradouros no estado emocional provocado pelos estímulos externos. Foram estudados 32 bezerros da raça holandesa, com idades de 1, 2, 4, 6 e 8 semanas. Cada animal foi analisado durante 18 minutos que compreenderam seis tempos. O tratamento positivo denominado "afago", foi realizado no pescoço pelas mãos do pesquisador. Já para o tratamento "teste do guarda-chuva", o pesquisador 1 se posicionou a 1m a frente do bezerro, com um guarda-chuva em mãos, sem fazer contato visual. Em seguida, o guarda-chuva foi aberto e assim permaneceu durante todo o Tempo 3. Todos os animais foram gravados por câmera de vídeo, em cada Tempo. Para avaliar a expressão facial, foram coletadas informações comportamentais sobre unidades de ação facial (Muller et. al. 2014) (UA) em todos os Tempos. Foram analisados sobrancelha, boca, esclera ocular e narina. A análise estatística foi realizada no software R, versão 3.5.2 (R Core Team, 2018). As unidades de ação facial estudadas parecem não ser um bom indicador de externalização de emoções em bezerros de raças leiteiras, com exceção da Sobrancelha. A sobrancelha na posição levantada está associada a expressão de emoções negativas por bezerros de raças leiteiras.
Palavras-chave: esclera ocular, narina, emoção, bovinos.

INTRODUÇÃO

Expressões faciais em humanos são pesquisadas como indicadores de estados afetivos (Ekman, 1993), e são reconhecidas como uma ferramenta para identificação de sentimentos. A maior parte das pesquisas direcionadas ao estudo da expressão facial em animais está voltada para a expressão da dor. Borja (2008) avaliou a importância desse parâmetro comportamental na avaliação clínica da dor em equinos. Bloom e Friedman (2013) estudaram a habilidade de seres humanos em identificar expressões faciais em cães (Canis familiaris) através de fotografias registradas em condições específicas capazes de estimular emoções definidas.

No entanto, poucos estudos foram realizados com o objetivo de avaliar a manifestação de emoções boas e ruins através da expressão facial em bovinos (Sandem

et al., 2002; Sandem et al., 2004; Sandem et al., 2006; Lambert e Carder, 2017; Proctor e Carder, 2015) como indicadores de bem-estar. Informações faciais em animais de companhia e de produção têm sido utilizadas para avaliar o estado de bem-estar, inclusive com o desenvolvimento de softwares de inteligência artificial (IA) para análise de imagens e de comportamento geral (Arcidiacono et al., 2017; Meunier et al., 2017; Norton and Berckmans, 2017; Van Hertem et al., 2017; Laberge and Rousseau, 2017; Henriksen and Munksgaard, 2018). Contudo, para bezerros de raças leiteiras ainda não existem estudos publicados com esse objetivo.

Para testar se bezerros de raças leiteiras apresentam exteriorização de emoções através da expressão facial, nós analisamos as unidades de ação facial (caracterizado por unidades de ação facial específicas) e frequência cardíaca, em resposta a estímulos ambientais, aplicados artificialmente aos animais, conhecidos como estímulos capazes de provocar emoções boas ou ruins. Para aplicação artificial dos estímulos nós usamos o afago na região cervical e o teste do guarda-chuva, proposto por Sandem et. al. (2004).

Os objetivos do estudo foram: identificar se bezerros de raças leiteiras exibem modificações nas unidades de ação facial que refletem seu estado emocional frente a um estímulo recebido; e verificar se existem efeitos duradouros no estado emocional provocado pelos estímulos externos.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada durante os meses de Janeiro a Março de 2018 no Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, no município de Piracicaba/SP. Foram estudados 32 bezerros da raça holandesa, com idades de 1, 2, 4, 6 e 8 semanas. Os animais foram mantidos em abrigos tropicais individuais, com 1,00 x 0,80 x 1,25 metros, em estrutura de madeira e telhas de fibrocimento, onde haviam água e alimento concentrado disponível 24 horas por dia.

Os animais foram habituados aos tratamentos durante uma semana. Cada animal foi manejado uma vez ao dia e ao mesmo tempo os animais foram expostos aos equipamentos para mensurar comportamento e frequência cardíaca, a câmara de teste, cronometro, uma mesa, papéis e prancheta. Os bezerros também foram habituados a presença de três pessoas. Oito grupos de animais foram formados e avaliados de manhã (8:00 - 12:00 h) e

oito grupos foram avaliados a tarde (13:00 – 17:00 h), por 4 dias, de modo que cada animal foi avaliado duas vezes. Cada animal foi analisado durante 18 minutos que compreenderam seis tempos: tempo 1 – ambiente natural pré teste: 1 minuto de gravação de vídeo do animal em seu ambiente natural (abrigo tropical) antes de ir para a câmara de teste; o pesquisador 1 estava a 1m do animal, controlando a câmera filmadora e posteriormente aferiu a frequência cardíaca; Tempo 2 – pré-estímulo: o animal já dentro da câmara de teste permaneceu por 5 min em repouso sem receber nenhuma intervenção, exceto a aferição da frequência cardiaca; Tempo 3 – estímulo: 1 minuto onde o pesquisador 1 se aproximou da câmara de teste para aplicar o estímulo afago ou teste do guarda-chuva e aferir a frequência cardíaca; Tempo 4 e 5 – pós-estímulo: similar ao tempo 2; Tempo 6 – ambiente natural pós teste: o animal após passar pelos procedimentos citados anteriormente retornou ao seu abrigo individual e foi realizado o mesmo procedimento do Tempo 1.

O tratamento positivo denominado “afago”, foi realizado no pescoço pelas mãos do pesquisador e foi padronizado sempre do lado esquerdo do animal. Este estímulo foi escolhido porque essa região corporal foi identificada como área preferida por vacas leiteiras em estudos anteriores (Schmied et. al., 2008ª, 2008b). Já para o tratamento “teste do guarda-chuva”, o pesquisador 1 se posicionou a 1m a frente do bezerro, com um guarda-chuva em mãos, sem fazer contato visual. Em seguida, o guarda-chuva foi aberto e assim permaneceu durante todo o Tempo 3.

Todos os animais foram gravados por câmera de vídeo, em cada Tempo. A frequência cardíaca foi mensurada pelo pesquisador 1 por auscultação entre o terceiro e quinto espaço intercostal, na posição ventro-lateral esquerda, com o uso de estetoscópio do tipo Rappaport, da marca Premium, por 30 segundos, e posteriormente extrapolados para 1 minuto, assim como a metodologia proposta por Frondelius et. al. (2015).

Para avaliar a expressão facial, foram coletadas informações comportamentais sobre unidades de ação facial (Muller et. al. 2014) (UA) em todos os Tempos. Foram analisados sobrancelha, boca, esclera ocular e narina.

As unidades de ação facial foram analisadas por meio de imagens obtidas nos vídeos dos animais, gravados durante os 6 Tempos experimentais. A análise estatística foi realizada no software R, versão 3.5.2 (R Core Team, 2018). Para as variáveis quantitativas “variação da área da esclera ocular”, “variação da área da narina” e “frequência cardíaca” foi adotado o modelo linear misto. Para as variáveis categóricas

"boca" e "sobrancelha" foi utilizado o modelo linear generalizado misto, com distribuição binomial. Para o teste de hipóteses, para cada análise, foi adotado um nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve uma diferença significativa na variação da esclera ocular entre os Tempos de avaliação ($P < 0,05$). Os bezerros em seu ambiente natural (Tempo 1) apresentaram menor área branca exposta no olho quando comparado aos outros momentos avaliados (Tempos 2 a 6). Não houve diferença significativa entre os Tempos 2, 3 e 4 (pré-estímulo, estímulo e pós-estímulo 1, respectivamente) (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo dos valores médios da variação da área da esclera ocular. variação da área da narina e frequência cardíaca em cada Tempo de avaliação.

Variável	Valor médio em cada Tempo de avaliação					
	1	2	3	4	5	6
Variação da área da esclera ocular	-1,96c	0,11b	-0,12b	-0,18b	2,38a	0,21b
Variação da área da narina	-2,81a	0,17ac	-0,65c	0,52c	2,09b	1,52b
Frequência cardíaca (bat.min^{-1})	116,68a	120,28a	-	119,18a	145,5a	120,87a

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas linhas não apresentam diferença ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

A unidade de ação facial "área da narina", apesar de ter sofrido grande variação, apresentou diferença estatística entre os Tempos de avaliação ($P < 0,05$). Um maior valor de área da narina, que representa a abertura/dilatação da mesma, foi observada nos animais durante os Tempos 5 (pós-estímulo 2) e 6 (ambiente natural pós-teste), já que os animais apresentaram valores de área maiores nesses períodos de avaliação. Os menores valores de variação da área da narina, que representam a contração/fechamento da mesma, foram observados nos animais durante os Tempos 1 (ambiente natural pré-teste), 2 (pré-estímulo), 3 (aplicação do estímulo/tratamento) e 4 (pós-estímulo 1) (Tabela 1). Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos "afago" e "teste do guarda-chuva" para a variação da área da narina.

Não foi encontrado interação significativa entre os tratamentos e entre os Tempos experimentais para a unidade de ação facial Boca. No entanto, para a variável Sobrancelha houve efeito significativo entre os tratamentos ($P < 0,05$) e não houve diferença significativa entre os Tempos estudados ($P > 0,05$). Os animais que receberam o

tratamento estímulo negativo (teste do guarda-chuva) apresentaram maior porcentagem do número de observações de sobrancelha na posição levantada em comparação aos animais que receberam o tratamento afago. Porém, de forma geral, não foi possível detectar diferença entre os Tempos.

Os efeitos de Tempo de avaliação, tratamento e interação entre os Tempos de avaliação e os tratamentos não foram significativos para a frequência cardíaca ($P > 0,05$).

CONCLUSÃO

As unidades de ação facial estudadas parecem não ser um bom indicador de externalização de emoções em bezerros de raças leiteiras, com exceção da Sobrancelha. Os animais exibem modificações nas unidades de ação facial quando recebem estímulos externos, porém, não foi possível identificar uma resposta aos tratamentos (estímulo positivo ou negativo). Todo estímulo ambiental, seja ele positivo ou negativo, provocou alteração nas unidades de ação facial cinco minutos após a exposição. A sobrancelha na posição levantada está associada a expressão de emoções negativas por bezerros de raças leiteiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arcidiacono, C., Porto, S.M.C., Mancino, M., Cascone, G., 2017. A threshold-based algorithm for the development of inertial sensor-based systems to perform real-time cow step counting in free-stall barns. Biosyst. Eng. 153, 99–109.

Bloom, T., Friedman, H., 2013. Classifying dogs' (Canis familiaris) facial expressions from photographs. Behav. Processes 96, 1–10.

Henriksen, J.C., Munksgaard, L., 2018. Validation of AfiTagII, a device for automatic measuring of lying behaviour in Holstein and Jersey cows on two different bedding materials. Animal 1–5.

Laberge, B., Rousseau, A.N., 2017. Rethinking environment control strategy of confined animal housing systems through precision livestock farming. Biosyst. Eng. 155, 96–123.

Lambert (Proctor), H.S., Carder, G., 2017. Looking into the eyes of a cow: Can eye whites be used as a measure of emotional state? Appl. Anim. Behav. Sci. 186, 1–6.

Meunier, B., Pradel, P., Sloth, K.H., Cirié, C., Delval, E., Mialon, M.M., Veissier, I., 2017. Image analysis to refine measurements of dairy cow behaviour from a real-time location system. Biosyst. Eng. 1–13.

Müller, B.R., 2015. Dor em bovinos na marcação a ferro quente: expressão facial, outros

indicadores comportamentais e fisiológicos e a percepção dos produtores 1–77.

Norton, T., Berckmans, D., 2017. Developing precision livestock farming tools for precision dairy farming. Anim. Front. 7, 18.

Proctor, H., 2012. Animal sentience: Where are we and where are we heading? Animals 2, 628–639.

Proctor, H.S., Carder, G., 2015. Measuring positive emotions in cows: Do visible eye whites tell us anything? Physiol. Behav. 147, 39–49.

Sandem, A.I., Braastad, B.O., 2005. Effects of cow-calf separation on visible eye white and behaviour in dairy cows - A brief report. Appl. Anim. Behav. Sci. 95, 233–239.

DIAGNÓSTICO DE REQUISITOS DO CONFORTO TÉRMICO EM QUEIJARIAS ARTESANAIS DA MICRORREGIÃO DO SERRO – MG

Thiago Gonçalves de Morais[1], Drielly Coelho Marcondes[2], Maria Clara de Carvalho Guimarães[1], Charles Paranhos de Oliveira

[1]Departamento da Agronomia (DAG), Faculdade de Ciências Agrárias, UFVJM, Diamantina-MG. ambiagro@ufvjm.edu.br
[2]Departamento da Zootecnia (DZO), Faculdade de Ciências Agrárias, UFVJM, Diamantina-MG. driellycoelhomarcondes@gmail.com

RESUMO - O queijo Minas Artesanal do Serro é uma variedade do queijo minas fabricado a partir do leite cru, sendo uma das principais atividades geradora de renda da sua microrregião. O estudo do ambiente para a processo de fabricação e maturação do queijo é de suma importância, pois permite identificar os erros estruturais que influenciam no conforto em uma queijaria e que contribuem para a contaminação física, química e biológica do leite e do queijo. O objetivo principal deste trabalho foi o diagnóstico de requisitos do conforto térmico luz, pé-direito e ventilação no interior de 15 queijarias através de análises conjuntas e individuais, conforme previsto pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) na Portaria n° 518 de 14 de junho de 2002. Das queijarias avaliadas 80% não atenderam os quesitos de luz e 67% não atenderam o requisito de pé-direito, dos itens conforto que norteiam a legislação, porém observou-se que 67% das queijarias tinham aberturas que possibilitavam um fluxo de ar suficiente para renovar o ar quente impedindo principalmente a contaminação física do queijo. Na presente situação fica evidente a aplicação de técnicas de planejamento para adequação das estruturas, que levem em consideração o contexto de cada propriedade e os requisitos legislativos.
Palavras-chave: queijo, conforto térmico, contaminação, legislação.

INTRODUÇÃO

A produção do queijo artesanal em Minas Gerais constitui uma cultura centenária que é passada de pai para filho. Por sua grande importância nutritiva e características únicas devido a fatores como a qualidade do leite e microrganismos de cada região, o Queijo Minas Artesanal é um grande aliado ao sustento da agricultura familiar que ainda persiste mesmo com tantas dificuldades econômicas e sociais que norteiam nosso país.

A microrregião do Serro é uma das maiores produtoras de queijos artesanais do Brasil com uma produção de 3.106 t/ano, gerando cerca de 2.290 empregos em uma área de 6.960 km^2 (EMATER, 2018). A produção abrange cerca de mil propriedades das quais apenas 261 são registradas e certificadas para a comercialização (IMA, 2018).

 ISBN: 978-85-66836-24-0

O Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) através da Portaria 518 de 14 de junho de 2002 regula os quesitos legislativos básicos para as instalações das queijarias artesanais em Minas Gerais. De modo abrangente tal legislação engloba itens que são responsáveis pelas boas práticas de fabricação e segurança sanitária alimentar dos produtos em um ambiente que torne possível a execução das atividades e que permita conforto ao colaborador. O conforto do colaborador se sustenta principalmente no Art. 5° e Art. 6°, que estabelecem os requisitos quanto luz, pé-direito e ventilação, tais itens são indispensáveis para o conforto em queijarias.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em 15 propriedades não certificadas das quais foram acessadas junto à Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER). Foram realizados levantamentos descritivos *in loco* para confecção de um dossiê para cada unidade de produção, no qual continha, uma planta baixa da situação atual, relatório descritivo da estrutura e um catálogo de fotos. A partir do levantamento de dados foi realizado um *cheking-list* de conceitos que norteiam o conforto térmico do colaborador definidos pela Portaria 518 de 14 de junho de 2002, onde a resposta era conformidades, não conforme e não se aplica. O *cheking-list* era composto por três itens:

- Luz natural ou artificial: caso artificial, as lâmpadas devem estar protegidas em caso de quebra. A luz não pode alterar as cores.
- O pé- direito deve ter altura adequada.
- A ventilação deve ser adequada de forma que a corrente de ar passe do local limpo para o sujo.

As queijarias que foram contempladas com a classificação conformidades (C) deveriam atender todos os parâmetros da legislação para aquele item estudado. Já a classificação Não Conforme (NC) era designada para aquelas que não atendiam algum item. A classificação Não Se Aplica (NA) contemplava as queijarias que não poderiam ser encaixadas nas classificações anteriores por algum fato particular, tais como reforma ou a inexistência previa de algum fator. Os dados foram processados por meio de analise

qualitativa segundo a metodologia de Cresweell (1998) que orienta a descrição do caso; à interpretação direta; definição de padrões e generalização.

Para o atendimento desta metodologia supracitada foi realizado analise individual por meio do estudo de Frequência Relativa (***f***ri %) (GUEDES, 2005). No estudo comparava-se a situação atual com os requerimentos legais, onde cada parâmetro era analisado em uma planilha.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conforto diz respeito ao estado mental que reflete a satisfação do ambiente em que está inserido, ou seja, tudo aquilo que venha ser insatisfatório para o ser, causa desconforto. Abaixo pode-se observar o gráfico de Frequência Relativa dos itens que compõe a categoria conforto (Figura 1).

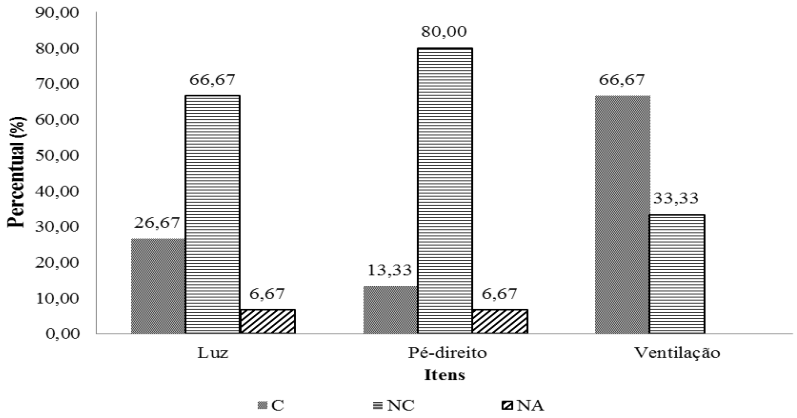


Figura 1. Frequência relativa dos itens que compõe a categoria conforto.

Em análise dos dados, observa-se que no item luz, todas as queijarias tinham luz seja natural ou artificial. No total 14 queijarias lançaram mão da luz artificial, todavia mais de 80% destas não estavam de acordo com o previsto na legislação no Art.5°, §1° e §2°, que prevê proteção para as lâmpadas para que em caso de quebra acidental cacos de vidros não caem nos queijos e ainda causar injúrias físicas nos colaboradores (IMA, 2002). Tal Artigo prevê ainda que a luz não pode modificar as cores dentro das queijarias, pois dificulta ao colaborador a visualização de perigos físicos, químicos e biológicos, tais itens que contribuíram para maior representatividade na classificação NC, com ***f***ri % de aproximadamente 27%.

O item que menos atendeu aos critérios legislativos na Figura 2 diz respeito ao pé-direito, onde 12 queijarias tinham o pé-direito abaixo de três metros. Cerca de 80% das queijarias foram classificadas como NC devido ao não atendimento do Art.6° da legislação, em contra partida aproximadamente 13 e 7% foram classificados como C e NA. O pé direito é de suma importância, visto que quando muito baixo dificulta os processos de dissipação de calor, e com isso o ambiente tende a ficar mais hostil principalmente quando associado alta umidade (VAGLIATTI, 2010). Em decorrência, queijarias com pé direito abaixo de três metros tendem a ser locais de exaustão para o colaborador, onde este pode vir a ter dificuldades de fazer as trocas de calor para regulação da sua homeotermia. A possível consequência é um profissional com sudorese excessiva, exausto e com dificuldades de respiração.

O item que mais atendeu os requisitos legislativos, Art.5°, §5° e §6°, na Figura 2, foi a ventilação, onde das 15 queijarias 10 tinham aberturas suficientes que possibilitavam a renovação do ar. O fluxo de ar tem por base a renovação do ar quente, e a retirada de umidade de ambientes, além de ser sanitária, auxiliando na remoção de patógenos (VECHIA & OLIVEIRA, 2011). O atendimento dos critérios legislativos compreenderam aproximadamente 67% das queijarias, em oposição cerca de 33% foram classificadas como NC. A classificação NA não teve representatividade para este item.

Tabela 1. Frequência relativa dos itens que compõe a categoria conforto

Categoria	**NC**	**C**	**NA**
	fri %	***f***ri %	***f***ri %
Conforto	27,77	11,51	10,56

Na Tabela 1, pode-se observar a participação da categoria conforto em cada classificação estudada. Pode-se observar ainda a alta representatividade da categoria conforto na classificação NC, ***f***ri % 27,77, tal atribuição se justifica, pois 67,66% das queijarias não atenderam os parâmetros da no quesito luz, 80% não atenderam os parâmetros do pé-direito e 66,67% das queijarias não atenderam os parâmetros da ventilação, conforme previsto na Portaria 518 de 14 de junho de 2002. A classificação C, ***f***ri % 11,51, demostrou o baixo número de itens nas queijarias que estão de acordo com a legislação onde apenas 26,67% das queijarias atenderam o quesito luz, 13,33%

atenderam o quesito pé-direito, com tudo, no quesito ventilação nenhuma queijaria estava de acordo com a legislação tendo apenas classificação NC e NA, ***f***ri % 10,56.

CONCLUSÃO

Os itens que menos atenderam a legislação no enquadramento de conforto foram a iluminação e o pé-direito, ambos abrangeram mais de 65% das queijarias. Tal situação reflete negativamente sobre a ambiência das queijarias, colocando os alimentos em risco de contaminação e os colaboradores em risco de injúrias físicas. Em controvérsia 65% das queijarias tinham ventilação adequada que ressoa positivamente mostrando a mínima preocupação do produtor quanto à construção correta das áreas e com o fluxo de ar adequado. Ambos os itens estão envolvidos diretamente nas características arquitetônicas que norteiam o conforto. Na presente situação torna-se evidente a aplicação de técnicas de planejamento para adequação das estruturas, que levem em consideração o contexto de cada propriedade e os requisitos legislativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- EMBRAPA. **Boas Práticas Agrícolas para Produção de Alimentos Seguros no Campo-Perigos na Produção de Alimentos.** 2005. 38f. Guia Técnico (Série Qualidade e Segurança dos Alimentos). Brasília, 2005.

CRESWELL, JOHN W. **Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions**. Sage Publications, Londres, 1998.

GUEDES, A.T. **Estatística descritiva.** Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo, 2005. Disponível em <http://www.each.usp.br/rvicente /Guedes_etal_Estatistica_Des critiva.pdf> Acesso em 13/12/18.

MINAS GERAIS- EMATER-MG. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. **Mapa do Queijo Minas Artesanal**. Belo Horizonte, 15 de outubro de 2018**.** Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br>. Acesso em 15/12/18.

MINAS GERAIS – IMA – Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Mineiro de Agropecuária. **Portaria N° 518, de 14 de junho de 2002**. Belo Horizonte, 14 de junho de 2002. Disponível em: < http://www.ima.mg.gov.br/portarias/doc_details/210-portaria-no-518-de-14-de-junho-de-2002>. Acesso em 13/12/18.

MINAS GERAIS – IMA – Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Mineiro de Agropecuária. **Produtores de Queijo Minas Artesanal.** Belo Horizonte, 11 de maio de 2018. Disponível em: <http://www.ima.mg.gov.br/material-curso-cfo-cfoc/doc_details/680-produtores-queijo-minas-artesanal->. Acesso em 13/12/18.

VAGLIATTI, Rafael Brufatto. **Metodologia para medição de calor no corpo humano**. 2010. 30f. Monografia(Bacharelado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2010. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/25919/000754875.pdf?sequence=1>. Acesso em: 16/12/18.

VECHIA, Francisco. OLIVEIRA, Marcos José. **As influências do fluxo de ventos e das trocas térmicas por radiação nos registros da temperatura externa do ar**. 2011. 10f. Universidade de São Paulo, São Carlos. 2011. Disponível em: <http://www1.eesc.usp.br/ppgsea//files/Ref2011_As_influencias_do_vento_e_das_trocas_por_radiacao_na_temperatura_do_ar.pdf> Acesso em: 16/12/18.

ANÁLISE DE ÍNDICES TÉRMICOS DE PROTÓTIPOS DE AVIÁRIOS COM FORRO DE FIBRA MINERAL

Wanley Eduardo Lopes Júnior[1], Gustavo Carbinatto de Freitas[2], Guilherme Henrique Ament Barbirato[3], Juliano Fiorelli[4].

[1]Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/ USP, Pirassununga, SP, wanley.lopes@usp.br.
[2]Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/ USP, Pirassununga, SP, gustavo.carbinatto.freitas@usp.br.
[3]Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/ USP, Pirassununga, SP, guibarbirato@usp.br.
[4]Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/ USP, Pirassununga, SP, julianofiorelli@usp.br.

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo aferir e analisar índices térmicos em protótipos de aviários edificados em escala reduzida e distorcida sem forro e com forro comercial de fibra mineral do modelo *Ecomin Filigran*. Foram coletadas as temperaturas internas e umidades relativas dos protótipos por meio de data loggers da marca HOBO e as temperaturas da superfície interna da telha e do forro com termômetro de infravermelho. Em seguida, calculados os índices de produtividade de frangos de corte (entalpia e o índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte - IAPfc), para assim avaliar a eficiência dos forros. Os resultados obtidos indicaram que o protótipo com forro apresentou valores inferiores aos protótipos sem forro de 6,03% na temperatura média máxima, 7,38% na entalpia e 11,26% no IAPfc.
Palavras-chave: instalações rurais; forro comercial; instalações avícolas.

INTRODUÇÃO

Nos últimos trinta anos, a produção brasileira de aves de corte tem apresentado altos índices de crescimento e avanços em relação ao manejo, sanidade, alimentação adequada, melhoramento genético e produção integrada. Desse modo, a avicultura de corte conquistou os mais exigentes mercados, colocando assim o país nas posições de terceiro maior produtor mundial e primeiro maior exportador mundial. Atualmente, a carne das aves produzidas no Brasil chega a 142 países (BRASIL, 2016).

Todavia, as projeções realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2016), estão sujeitas a incertezas, pois nada depende única e exclusivamente do produtor, podendo haver mudanças climáticas muito drásticas, as quais podem alterar de forma positiva ou negativa essa produção.

A suscetibilidade da avicultura de corte às mudanças de temperaturas e a queda na produtividade foram explicadas por Oliveira et al. (2006) e por Tinôco (2001), os quais afirmam que em ocasiões com a temperatura local superior a temperatura de conforto das aves, há uma geração de estresse térmico, gerando assim uma queda de desempenho produtivo ou até mesmo a morte dessas aves.

A cobertura, sendo o principal elemento construtivo que barra a entrada da radiação solar em uma construção, tem a função de refletir o máximo possível dessa radiação solar, o que normalmente não é o suficiente para proporcionar um ambiente adequado às aves, tornando-se assim necessária a colocação de mais elementos para a adequação da temperatura interna do ambiente, como, por exemplo, a utilização de forro sob essa cobertura (TINÔCO, 2001).

Diante deste contexto e tendo em vista que o Brasil é um país de clima tropical e muito extenso, com grandes variações de temperaturas e umidades relativas do ar instáveis ao longo de todo seu território é possível verificar a necessidade de estudos nessa área, para um maior rendimento no setor da avicultura de corte. Dentro desse escopo, esse trabalho teve como objetivo aferir e avaliar índices térmicos em protótipos de galpões avícolas com forro comercial à base de fibra mineral, do tipo *Ecomin Filigran* e compará-los com aqueles aferidos em protótipos sem forro.

MATERIAL E MÉTODOS

De acordo com as recomendações de Sevegnani (1997) foram utilizados dois protótipos em escala reduzida e distorcida, localizados no Campus da USP de Pirassununga com latitude 21°57'33.2"S e longitude 47°28'04.3"W, sendo adotadas as escalas de 1:10 para as dimensões horizontais e 1:2 para as dimensões verticais.

Os protótipos foram produzidos com tubos de aço galvanizado de 56 x 5 cm, com dimensões de 3,00 m de comprimento, 1,5 m de largura e 1,5 m de pé direito. Para o piso interno e o fechamento das fachadas dos protótipos, foram utilizados painéis OSB (painéis de madeira aglomerado), e para o beiral das laterais foram utilizadas madeiras convencionais, como mostrado na Figura 1a (CRAVO, 2015).

Em um dos protótipos avaliados foram instaladas placas de fibra mineral *Ecomin Filigran*, Figura 1b.

Com objetivo de analisar as variáveis de entalpia e IAPfc do ambiente com e sem forro, os dados de temperatura e a umidade relativa foram coletados por meio de data loggers instalados na região central dos protótipos a uma altura de 30 cm do chão, pois de acordo com Santos et al. (2002), o centro de gravidade das aves está localizado a 30 cm do chão.



(a) (b)

Figura 1. a) Protótipos em escala reduzida e distorcida. b) Disposição das placas do forro de fibra mineral do modelo *Ecomin Filigran*.

As variáveis de temperatura e umidade relativa do interior dos protótipos foram coletadas durante 26 dias de sol pleno, no período de janeiro de 2017 a abril de 2017, calculou-se então a média e o desvio padrão. A velocidade do vento e a pressão barométrica local foram coletadas pela estação meteorológica do campus da USP de Pirassununga-SP e utilizadas para mensurar os índices de entalpia e o índice de térmico ambiental de produtividade para frangos de corte.

Para o cálculo da entalpia foi utilizada a eq. 1, desenvolvida por Rodrigues et al. (2011).

$$H = 1{,}006t + \frac{UR}{P_b} 10^{\frac{7{,}5t}{237{,}3+t}} (71{,}28 + 0{,}052t) \quad (1)$$

Onde: **H** = Entalpia (kJ/kg de ar seco); **t** = Temperatura do ar (ºC); **UR** = Umidade relativa do ar (%); $\boldsymbol{P_b}$ $\boldsymbol{P_b}$= Pressão barométrica local (mmHg).

De acordo com Barbosa Filho et al. (2007) a entalpia de conforto térmico para aves de corte corresponde entre 80-86,6 kJ/kg de ar seco na primeira semana de vida, 73-79,9 para a segunda semana, 66,8-73,9 referente a terceira semana, 63-68,2 durante a quarta semana, 56,3-64,6 na quinta semana e por fim 54,7-62,9 para sexta semana de vida.

Para a determinação do índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte foi adotada a eq. (2), desenvolvida por Medeiros et al. (2005).

$$\boldsymbol{IAPfc} = 45{,}6026 - 2{,}31072\boldsymbol{t} - 0{,}368331\boldsymbol{u} + 9{,}70922\boldsymbol{v} + 0{,}0549243\boldsymbol{t^2} + 0{,}0012183\boldsymbol{u^2} + 0{,}66329\boldsymbol{v^2} + 0{,}012897\boldsymbol{tu} - 0{,}300928\boldsymbol{tv} - 0{,}0595245\boldsymbol{uv}$$

(2)

Onde: **IAPfc** = Índice Térmico Ambiental de Produtividade para Frangos de Corte; **t** = temperatura; **u** = umidade relativa; **v** = velocidade do ar.

Medeiros et al. (2005) classificaram o ambiente térmico em classes, de acordo com a variação do IAPFc, a saber: de 21 a 24 (confortável), de 19 a 20 e de 25 a 27 (moderadamente confortável), abaixo de 19 e de 28 a 30 (desconfortável), de 31 a 34 (extremamente desconfortável) e acima de 35 (perigoso).

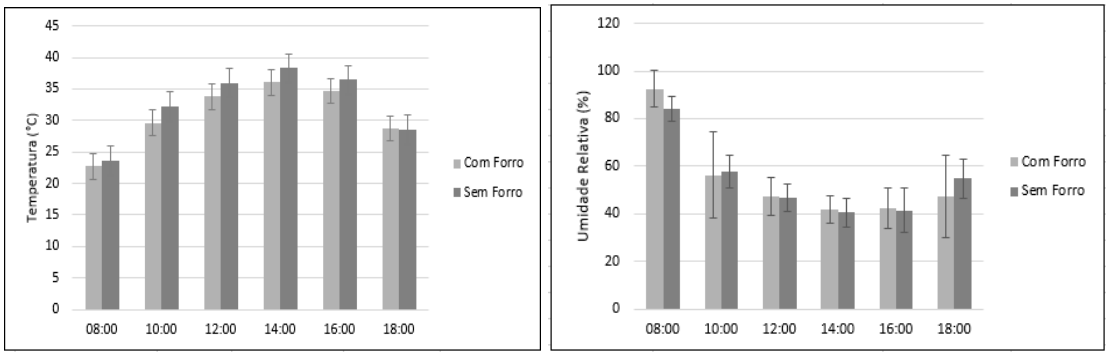
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta dos dados de temperatura e umidade relativa durante os 26 dias de sol pleno, no período de janeiro a abril de 2017, nos interiores dos protótipos foi possível obter os resultados ilustrados na figura 2 que apresenta as características típicas do clima da região onde foi realizado o experimento, com temperaturas e umidade relativa elevadas durante todo o dia, caracterizando um clima quente e úmido.

Pode-se verificar também, que os dias começam com temperaturas amenas e umidade relativa alta, tendo picos nos horários das 12:00 h às 16:00 h, enquanto a temperatura se eleva ao longo do dia, a umidade relativa diminui.

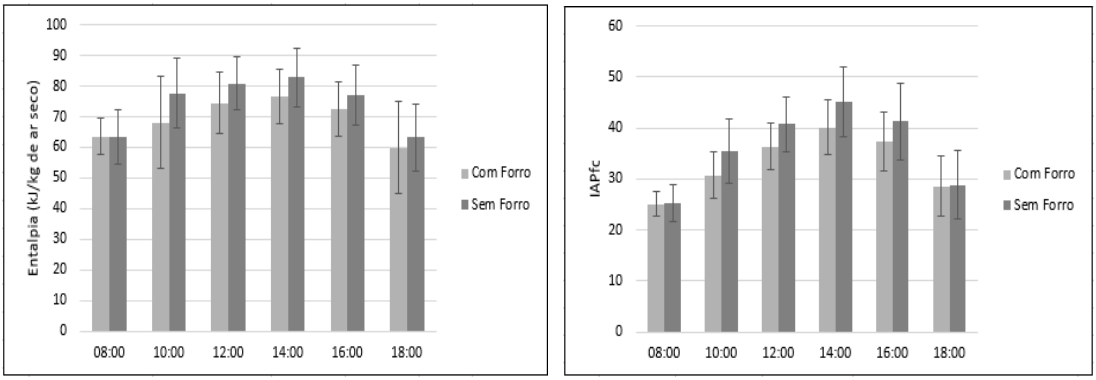
A partir da obtenção dessas características climáticas, pode-se então estimar as demais variáveis relacionadas ao estresse térmico de frangos de corte: entalpia e índice

térmico ambiental de produtividade para frangos de corte (IAPfc), como mostrado na figura 3.



(a) (b)

Figura 2. a) Temperatura média no interior dos protótipos ao longo dos dias. b) Umidade relativa média no interior dos protótipos ao longo dos dias



(a) (b)

Figura 3. a) Entalpia média calculada ao longo do dia. b) IAPfc médio calculado ao longo do dia

De acordo com a figura 3 verifica-se que o protótipo com o forro apresentou índices térmicos inferiores, quando comparado ao protótipo sem forro. O uso do forro de fibra mineral *Ecomin Filigran* proporcionou uma redução de 6,03% na temperatura média máxima, de 7,38% no IAPfc e 11,26% na entalpia no interior do protótipo com forro em comparação ao sem forro.

A Tabela 1 apresenta uma classificação da entalpia, com base nos estudos de Barbosa Filho et al. (2007) para cada semana de confinamento do animal e para os diferentes horários avaliados.

Tabela 1. Classificação do índice da Entalpia para o protótipo com e sem forro

Protótipo		Hora	Entalpia	Barbosa Filho et al. (2007)	Protótipo	Entalpia	Barbosa Filho et al. (2007)
Com Forro	1ª Semana	08:00	63,57 ±5,87	Confortável	Sem Forro	63,29 ±8,99	Confortável
		10:00	68,07 ±15,04	Intermediário		77,57 ±11,44	Intermediário
		12:00	74,54 ±10,02	Intermediário		80,87 ±8,57	Confortável
		14:00	76,66 ±8,78	Confortável		82,78 ±9,78	Confortável
		16:00	72,38 ±8,96	Intermediário		77,10 ±9,87	Confortável
		18:00	59,96 ±15,00	Crítico		63,26 ±10,99	Crítico
	2ª Semana	08:00	63,57 ±5,87	Intermediário		63,29 ±8,99	Intermediário
		10:00	68,07 ±15,04	Intermediário		77,57 ±11,44	Confortável
		12:00	74,54 ±10,02	Confortável		80,87 ±8,57	Intermediário
		14:00	76,66 ±8,78	Intermediário		82,78 ±9,78	Intermediário
		16:00	72,38 ±8,96	Confortável		77,10 ±9,87	Intermediário
		18:00	59,96 ±15,00	Intermediário		63,26 ±10,99	Intermediário
	3ª Semana	08:00	63,57 ±5,87	Confortável		63,29 ±8,99	Confortável
		10:00	68,07 ±15,04	Confortável		77,57 ±11,44	Intermediário
		12:00	74,54 ±10,02	Intermediário		80,87 ±8,57	Intermediário
		14:00	76,66 ±8,78	Crítico		82,78 ±9,78	Crítico
		16:00	72,38 ±8,96	Intermediário		77,10 ±9,87	Crítico
		18:00	59,96 ±15,00	Confortável		63,26 ±10,99	Confortável
	4ª Semana	08:00	63,57 ±5,87	Confortável		63,29 ±8,99	Confortável
		10:00	68,07 ±15,04	Intermediário		77,57 ±11,44	Crítico
		12:00	74,54 ±10,02	Crítico		80,87 ±8,57	Letal
		14:00	76,66 ±8,78	Crítico		82,78 ±9,78	Letal
		16:00	72,38 ±8,96	Crítico		77,10 ±9,87	Crítico
		18:00	59,96 ±15,00	Intermediário		63,26 ±10,99	Intermediário
	5ª Semana	08:00	63,57 ±5,87	Intermediário		63,29 ±8,99	Intermediário
		10:00	68,07 ±15,04	Crítico		77,57 ±11,44	Letal
		12:00	74,54 ±10,02	Letal		80,87 ±8,57	Letal
		14:00	76,66 ±8,78	Letal		82,78 ±9,78	Letal

		16:00	72,38 ±8,96	Letal		77,10 ±9,87	Crítico
		18:00	59,96 ±15,00	Intermediário		63,26 ±10,99	Intermediário
	6ª Semana	08:00	63,57 ±5,87	Intermediário		63,29 ±8,99	Crítico
		10:00	68,07 ±15,04	Crítico		77,57 ±11,44	Letal
		12:00	74,54 ±10,02	Letal		80,87 ±8,57	Letal
		14:00	76,66 ±8,78	Letal		82,78 ±9,78	Letal
		16:00	72,38 ±8,96	Letal		77,10 ±9,87	Letal
		18:00	59,96 ±15,00	Intermediário		63,26 ±10,99	Crítico

Segundo as recomendações de Barbosa Filho et al. (2007) com relação à entalpia para cada semana de confinamento do animal e para os diferentes horários avaliados, os resultados dencontrados apontaram que protótipo provido de forro apresentou menores valores de entalpia. Ao analisar os dados da tabela 1, foi possível identificar que durante as 3 primeiras semanas de confinamento do animal a utilização do ambiente com forro quando comparado ao sem forro praticamente não alterou a classificação da entalpia nos respectivos horários analisados, isso se dá devido que, para as primeiras semanas de confinamento o animal se encontra na fase inicial, onde o mesmo necessita de maior absorção de energia do ambiente para se desenvolver (maior temperatura). A partir da 4ª semana, o ambiente com forro apresentou alterações positivas na classificação da entalpia, pois nesse período de vida o animal está em sua fase de crescimento e seguirá até a fase de acabamento, sendo que ao seu metabolismo e para maior ganho de massa é necessário que o animal dissipe energia interna.

A Tabela 2 apresenta uma classificação térmica, com base no IAPfc para os diferentes horários avaliados.

Tabela 2. Classificação do IAPfc nos protótipos em escala reduzida e distorcida durante os horários coletados

Protótipo	**Hora**	**IAPfc**	**Classificação de acordo com Medeiros et al. (2005)**
Com Forro	08:00	25,03 ±2,4059	Moderadamente Confortável
	10:00	30,76 ±4,6362	Desconfortável
	12:00	36,41 ±4,5713	Perigoso
	14:00	40,05 ±5,3714	Perigoso
	16:00	37,40 ±5,7237	Perigoso
	18:00	28,61 ±5,9556	Desconfortável
	08:00	25,25 ±3,5938	Moderadamente Confortável
	10:00	35,47 ±6,3942	Perigoso
	12:00	40,81 ±5,3997	Perigoso

Sem Forro	14:00	45,13 ±6,7589	Perigoso
	16:00	41,29 ±7,5618	Perigoso
	18:00	28,84 ±6,7707	Desconfortável

Como podemos verificar na Tabela 2, o IAPfc foi inferior no protótipo provido de forro quando comparado com o protótipo sem forro. Porém, em relação a classificação deste índice, o ambiente é desconfortável para os frangos de corte, tendo como única mudança na classificação às 10:00 horas, onde o protótipo sem forro estava sendo classificado como perigoso e o protótipo com forro, como desconfortável.

O índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte é um índice de conforto baseado em procedimentos estatísticos. Já a entalpia é um índice de conforto de origem física que retrata de fato o ambiente térmico que pode ou não nortear o animal.

Hoje no Brasil a utilização de forros, para a diminuição desses índices relacionados ao estresse térmico dos animais, já está bem consolidada com a utilização de lonas, pois seu preço é acessível. Portanto cabe o estudo de mais materiais capazes de possibilitar um ambiente adequado para o desenvolvimento e bem-estar dos animais, e de certo modo também sendo uma alternativa economicamente viável ao produtor. Cravo (2015) apresentou resultados satisfatórios para os índices de conforto das aves, com a utilização de um material de fonte reciclável como forro.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados, foi possível concluir que o forro de fibra mineral *Ecomin Filigran* contribuiu com a redução nos índices de conforto térmico de produção de frangos de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA FILHO, J.A.D. et al. Mudanças e uso das tabelas de entalpia. NUPEA ESALQ - USP, Piracicaba, 2007. Disponível em: <http://www.nupea.esalq.usp.br/imgs/tabelas_thumb/NovasTabelas.pdf>. Acesso em: 15 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>. Acesso em: 23 nov. 2017.

CRAVO, J. C. M. Painéis de partículas de saco de cimento e embalagem longa vida aplicados como forro em protótipos de aviários. 2015. 156f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

MEDEIROS, C. M. et al. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.9, n.4, p. 660-665, 2005.

OLIVEIRA, G. A. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 35, n.4, 2006. p.1398– 1405.

RODRIGUES, V. C et al. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. International Journal of Biometeorology, Lisse, Holanda, v.55, p. 455-459, 2011.

SANTOS, R. C. et al. Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, Paraíba, v.6, n.1, p. 142 – 146, 2002.

SEVEGNANI, K. B. Avaliação de tinta cerâmica em telhados de modelos em escala reduzida, simulando galpões para frangos de corte. 1997, 74f. Dissertação (Construções Rurais) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 1997.

TINÔCO, I. F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepção e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v.3, n.1, p. 01-26, 2001.

FECHAMENTO LATERAL PARA CURRAL DE MANEJO DE OVINOS DE PAINEL MODULAR DE CHAPA DE PARTÍCULA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Wanley Eduardo Lopes Júnior[1], Gustavo Alves Correia da Silva[2], Guilherme Henrique Ament Barbirato[3], Juliano Fiorelli[4].

[1]Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/ USP, Pirassununga, SP, wanley.lopes@usp.br.
[2]Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/ USP, Pirassununga, SP, gustavo.alves@usp.br.
[3]Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/ USP, Pirassununga, SP, guibarbirato@usp.br.
[4]Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/ USP, Pirassununga, SP, julianofiorelli@usp.br.

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho estrutural de painel modular de chapas de partículas de bagaço de cana-de-açúcar e madeira de reflorestamento como fechamento lateral de curral para manejo de ovinos e determinar as propriedades mecânicas (módulo de ruptura e módulo de elasticidade na flexão e adesão interna das partículas) das chapas de partículas homogêneas de bagaço de cana-de-açúcar após 6 meses de uso. Para avaliar os painéis modulares foi aferido o deslocamento horizontal dos painéis aplicados como fechamento lateral de curral para manejo de ovinos e de fechamento convencional metálico. Após uso, as chapas de partículas homogêneas foram caracterizadas seguindo as recomendações da NBR 14810:2013. Como resultado, o deslocamento horizontal desse sistema construtivo não convencional foi significativamente inferior quando comparando com modelo convencional de fechamento metálico. O desempenho mecânico após 6 meses de exposição dos painéis modulares às condições de uso do curral de manejo de ovinos mostrou que os painéis com revestimento superficial (verniz marítimo) atende as recomendações mínimas estabelecidas pelo documento normativo nacional para chapas de partículas estruturais de uso em condições úmidas e assim validou- se o uso desse sistema construtivo não convencional para fechamento lateral de curral para manejo de ovinos.
Palavras-chave: construções rurais; instalações para ovinos; deslocamento horizontal.

INTRODUÇÃO

Construções rurais é um segmento da Engenharia Rural de grande importância em qualquer tipo de planejamento para fomento de atividades agropecuárias (NOVAIS, 2014). A responsabilidade em relação ao desenvolvimento dos projetos das edificações rurais, muitas vezes é dos próprios proprietários ou de terceiros, os quais não possuem formação técnica para isso (MARUYAMA; FERNANDES, 2015). Na maioria das vezes, as novas instalações são planejadas e realizadas seguindo construções já existentes no

meio rural e dificilmente incorporam técnicas e tecnologias inovadoras. O Brasil, ainda na atualidade, apresenta uma grande escassez de buscas por novas tecnologias e pesquisas aplicando no desenvolvimento das instalações rurais zootécnicas, dependendo de recomendações e tecnologias desenvolvidas em outros países (SARTORI, 2015).

Tratando-se de materiais alternativos para diferentes tipos de finalidades, existe um aumento dos estudos do uso de resíduos lignocelulósicos e cada vez mais se percebe o valor de sua utilização como alternativa parcial ou integral de painéis aglomerados. A produção de painéis de partículas de resíduos lignocelulósicos é uma opção que proporciona agregar valor a esse subproduto, possibilitando atender à crescente demanda da indústria de painéis de madeira, além de contribuir com a diminuição do uso da madeira de floresta plantada (MENDES et al., 2010).

Sartori (2015) trabalhou com o desenvolvimento e caracterização de chapas de partículas de bagaço de cana-de-açúcar avaliando o seu desempenho físico-mecânico, com os resultados obtidos o autor concluiu que o material atende as determinações normativas para pode ser aplicado como componente estrutural seguindo as recomendações da norma ABNT (2006) NBR 14810:2006 – Chapas de madeira aglomerada.

Barbirato et al. (2018) apresentaram um estudo de painéis de partículas orientadas (OSB) a partir de resíduos de madeira Balsa (*Ochroma Piramidale*) aglomeradas com resina poliuretana à base de óleo de mamona. Os resultados obtidos indicam que apenas os painéis de 400 kg/m3 de densidade e 15% de resina atingiram as exigências para ser classificado como OSB tipo 1, segundo recomendações da norma europeia EN 300:2002 - Oriented Strand Board (OSB) – Definitions, classification and specifications.

O bagaço da cana-de-açúcar classificado hoje como coproduto de valor nas usinas de moagem de cana, sendo o material lignocelulósico mais abundante no Brasil (FONSECA,2009). Segundo dados do CONAB (2018), a safra de 2017/2018, para a produção de cana-de-açúcar no Brasil, foi de aproximadamente 633,26 milhões de toneladas, o que representa uma grande quantidade de subprodutos oriundos de indústrias sucroalcooleiras.

Recentemente, grandes empresas de carne bovinas no Brasil, começaram a investir no segmento da ovinocultura, segundo o censo agropecuário realizado pela Embrapa caprinos e ovinos em 2017, a produção de ovinos ultrapassou os 13 milhões de animais em território nacional (EMBRAPA, 2018). Isso mostra a busca para enriquecer seus

portfólios de produtos, em uma estratégia de consolidação com a indústria de alimentos mediante a procura de alternativas dentro do ramo de proteína animal, a fim de reduzir riscos com problemas relacionados a embargos sanitários (JESUS JUNIOR, RODRIGUES e MORAES 2010). Todavia, essas pesquisas são relacionadas quase que exclusivamente para a área de nutrição, reprodução e melhoramento genético. Apesar de essa abordagem contribuir para um melhor bem-estar e trazer inúmeros benefícios para o setor da carne, ainda falta tecnologias para as construções rurais que proporcione um melhor ambiente para os animais manejados.

Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo produzir e avaliar o desempenho estrutural por meio de teste de deslocamento transversal dos painéis modulares constituídos de partículas de bagaço de cana-de-açúcar e madeira de reflorestamento como fechamento lateral de curral de manejo para ovinos e a partir disso, avaliar o desempenho mecânico desses painéis após 6 meses de exposição as condições de uso em curral de manejo (tempo mínimo para uma possível identificação de patologias do material).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em 2 momentos distintos: 1- avaliação do comportamento mecânico do painel modular aplicado em curral de manejo para ovinos em comparação com modelo convencional metálico; 2- avaliação do comportamento físico e mecânico das chapas de partículas de bagaço de cana-de-açúcar após 6 meses de exposição às condições de uso do curral.

Produção do fechamento lateral

Para o fechamento lateral do curral de manejo dos ovinos foram utilizados painéis modulares de partículas de bagaço de cana-de-açúcar similares aos produzidos por Sartori (2015). Para a produção dos painéis, a matéria-prima primeiramente foi seca em estufa a 60 °C, sendo posteriormente peneirada com o intuito de retirar a porção mais fina. A obtenção das partículas ocorreu por meio da moagem em moinho de facas com malha de 8 mm. Para a adesão das partículas, foi utilizada resina poliuretana bicomponente à base de óleo de mamona, sendo um dos componentes poliol derivado do óleo vegetal, e o outro o isocianato polifuncional. As chapas de partículas tiveram como parâmetros de

fabricação prensagem a 5 MPa em um tempo de 10 minutos, temperatura a 100 °C e densidade nominal de 1,0 g/cm³. Depois da prensagem, os painéis permaneceram 72 horas em processo de estabilização, para posterior esquadrejamento e corte dos corpos de prova (CP), seguindo as recomendações da norma ABNT (2006) NBR 14810:2006 – Chapas de madeira aglomerada. As chapas que foram usados no protótipo apenas foram esquadrejados para a uniformização das dimensões. Para a fixação das chapas foram utilizados 12 parafusos de 13 cm de comprimento com forma de cabeça abaulada, também foram utilizadas 3 dobradiças de 10 cm x10 cm com 8 furos (Figura 01).

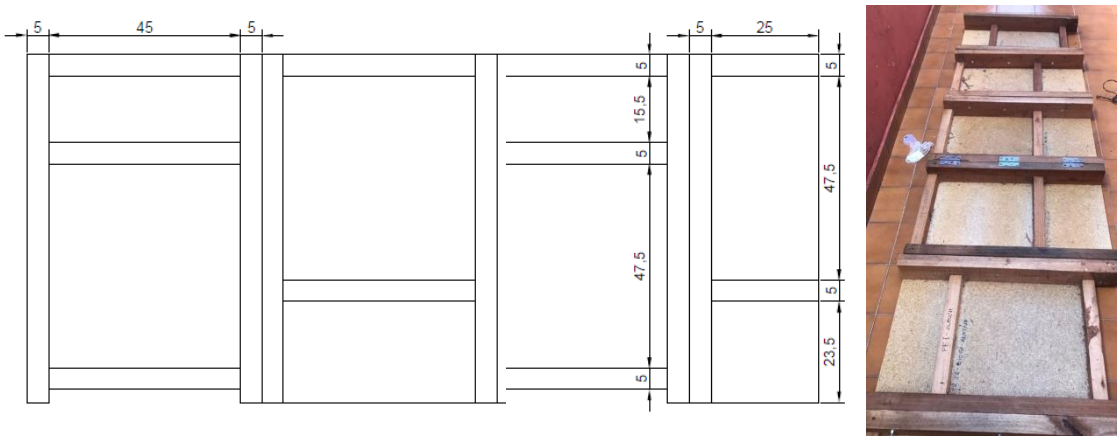


Figura 01. Modelo esquemático e painel modular de chapa de partículas e madeira de reflorestamento

Aplicação e avaliação do desempenho estrutural dos painéis aplicados no fechamento e na seringa do curral de manejo de ovinos

O experimento foi realizado no anexo do Laboratório de Biometeorologia e Etologia localizado no setor de caprino e ovinocultura da Prefeitura do Campus Administrativo da Universidade de São Paulo em Pirassununga-SP, em área sob as coordenadas 21º 59’ de latitude sul e 47º 26’ de longitude oeste (W.Gr) e altitude média de 635 metros. O clima da região é classificado, segundo Koppen, como Cwa, mesotérmico com chuvas predominantemente no verão, apresentando inverno seco e verões quentes, com temperatura média anual de 22°C e pluviosidade média anual próxima a 1363 mm.

Os painéis modulares foram instalados nas laterais da seringa do curral para manejo de ovinos (Figura 02a). As seringas têm como função aglomerar e direcionar os animais

para que entre em "fila" na balança ou tronco. A instalação convencional analisada como referência possuía uma estrutura metálica e uso rotineiro de manejos de ovinos.

No total, o painel modular constituído de chapas homogêneas de partículas de bagaço de cana-de-açúcar, permaneceram no local durante 6 meses, no período de 30/03/2017 a 30/09/2017, sendo nesse período realizado manejos com ovinos, foram utilizadas 12 ovelhas mestiças da raça Santa Inês, com idade média de 36 meses, 50 kg de peso vivo (PV) e condição de escore corporal entre 3 e 3,5 (Onde a escala é de 1 a 5, sendo 1 muito magra e 5 muito gorda) que estavam mantidas em pastagem de Coast-cross (*Cynodon dactilon* (L.) Pers.) sobre a exploração de sistema rotacionado, com livre acesso a sombra, água e a suplementação mineral.

Os painéis instalados na seringa do curral de manejo de ovinos foram revestidos superficialmente com 3 demãos de verniz marítimo. A instalação dos painéis modulares iniciou com o posicionamento e alinhamento com a estrutura convencional e pé diluvio, a fixação superior se deu por meio de arames lisos.

O desempenho estrutural dos painéis modulares instalados na seringa foi avaliado durante o manejo de ovinos. Foi utilizado dispositivo de aferição de deslocamento horizontal e registrados dados durante 3 manejos de ovinos fêmeas mestiças com predominância da raça Santa Inês, os manejos aconteceram com um lote de 12 animais, passando 4 animais por vez na seringa e permanecendo por 2 minutos, simulando assim um manejo convencional. (Figura 02b).



(a) (b)

Figura 02. Curral de manejo de ovinos. Painel modular instalado. b) sistema de aquisição de deslocamento horizontal.

Para determinação do modulo de ruptura (MOR) e modulo de elasticidade (MOE) foi realizado ensaio de flexão estática, em três apoios, em máquina universal de ensaios mecânicos da marca EMIC, modelo DL 30.000. Foram avaliados seis corpos de prova

(CP) esquadrejados e cortados da parte inferior do painel modular, região mais suscetível a degradação, com dimensões de 350 x 50 mm seguindo as recomendações da NBR 14810:2013.

O ensaio foi conduzido posicionando os corpos de prova sobre dois apoios da máquina universal de ensaios, com vão de 220 mm. A velocidade de ensaio foi de 6 mm/min. e foi utilizada célula de carga de 5 kN.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados de deslocamento lateral dos painéis convencionais metálicos e modulares de chapas de partículas de bagaço de cana-de-açúcar e madeira de reflorestamento aferidos durante os 3 manejos.

Tabela 1. Deslocamento horizontal de painel modular: convencional metálico e não convencional

Tabela 1 – Descolamento transversal

	Lado convencional (mm)		Lado painel modular (mm)	
	Dispositivo 1	Dispositivo 2	Dispositivo 1	Dispositivo 2
1° Manejo	21	19	8	4
2° Manejo	28	25	6	8
3° Manejo	19	21	7	5
Média	22		6	
Desvio padrão	3		2	

Legenda: Dados obtidos experimentalmente

Como observado os painéis modulares tiveram uma capacidade maior para resistir aos impactos se comparando com o lado convencional, com média de deslocamento 6,33 mm em quanto o convencional 22,16 mm o que corresponde a uma diferença de 90,5% (Tabela 1).

Sartori (2015) também constatou a eficiência da aplicação de painéis similares como fechamento lateral de curral de manejo de bovinos, sendo que o valor médio do deslocamento transversal instantâneo máximo obtido foi de 5 mm, valor muito inferior aos 28 e 22 mm obtidos no teste de impacto de corpo mole e simulação numérica, apresentado pelo autor.

Para o ensaio de flexão estática, os valores médios de MOR e MOE de 6 amostras retiradas das chapas homogêneas de partículas de bagaço de cana-de-açúcar após 6 meses de exposição como fechamento lateral da seringa para ovinos estão apresentados na Tabela 2.

Os resultados obtidos para o ensaio mecânico de flexão estática mostram que a média do módulo de ruptura (MOR) do material foi de 20,07MPa e o módulo de elasticidade (MOE) foi de 1792 MPa. Esses dados podem ser comparados com o Sartori (2015), que obteve valores médios de MOR 25,06 MPa e MOE 2021 MPa para placas com a mesma formulação após a aplicação como fechamento lateral de curral de manejo de bovinos. O valor de MOE é de fundamental importância para avaliar a rigidez do material, ou seja, a variação de deformação em relação ao incremento das tensões de flexão.

Tabela 2. Valores médios do módulo de ruptura (MOR) e módulo elástico (MOE)
Tabela 2 – Módulo de ruptura e Módulo elástico

Corpo de prova	Módulo de ruptura (MPa)	Módulo elástico (MPa)
CP 1	22,18	2151
CP 2	18,93	1599
CP 3	17,68	1439
CP 4	28,56	2185
CP 5	19,05	1949
CP 6	14,03	1427
Média	20,07	1792
Desvio Padrão	4,921	347,3

Legenda: Dados obtidos experimentalmente

O valor de MOR do painel em estudo foi superior aos obtidos por Silva et al. (2008), Battistelle et al. (2009) e similar ao de Sartori (2015), demonstrando que o processo de produção utilizado foi consistente e que a resina bicomponente à base de óleo de mamona se apresenta como potencial adesivo para fabricação de painéis de partículas de bagaço de cana-de-açúcar.

De forma geral, pode-se concluir que mesmo sobre a influência das condições de exposição, após 6 meses de uso, as chapas de bagaço de cana-de-açúcar atendem as recomendações mínimas (16 MPa) para essa propriedade estabelecida pela NBR 14810:2013 para uso como elemento estrutural em condições úmidas.

CONCLUSÃO

Com base nas condições em que este trabalho foi realizado, podem-se inferir as seguintes conclusões:

Os parâmetros de produção das chapas de partícula de bagaço de cana-de-açúcar e resina poliuretana a base de óleo de mamona foram adequados uma vez que o material,

após seis meses em condições de uso em curral de manejo de ovinos, apresentou propriedades mecânicas superiores ao estabelecido pela NBR14810:2013.

O painel modular de madeira de reflorestamento de chapas de partícula de bagaço de cana-de-açúcar pode ser indicado para uso como fechamento lateral para centro de manejo de ovinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 14810-3: Chapas de madeira aglomerada: Parte 3: métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

BARBIRATO, G. H. A. LOPES JUNIOR, W. E. HELLMEISTER, V. PAVESI, M. FIORELLI, J. OSB Panels with Balsa Wood Waste and Castor Oil Polyurethane Resin. Waste and Biomass Valorization. Springer Nature B.V. 2018. September 2018.

BATTISTELLE, R. A. G.; MARCILIO, C.; LAHR, F. A. R. Emprego do bagaço de cana-de-açúcar (saccharum officinarum) e das folhas caulinares do bambu da espécie dendrocalamus giganteus na produção de chapas de partículas. Revista Minerva, São Carlos, v. 5, n. 3, p. 297-305, 2009.

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Projeções do agronegócio: Brasil 2015/16 a 2024/25. Brasília: Mapa / ACS, 2016a. 108 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. A geração termoelétrica com a queima do bagaço de cana-de-açúcar no Brasil, Brasília: CONAB, 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Novo Censo Agropecuário mostra crescimento de efetivo de caprinos e ovinos no Nordeste. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/36365362/novo-censo-agropecuario-mostra-crescimento-de-efetivo-de-caprinos-e-ovinos-no-nordeste>. Acesso em: 08 fev. 2018.

FONSECA, B. G. Destoxificação biológica de hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana-de-açúcar empregado as leveduras *Issatchenkia occidentalis* e *Issatchenkia orientalis*. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

MARUYAMA, Cíntia Miua; FERNANDES, Leandro Carlos. TRADIÇÃO DA ARQUITETURA RURAL NO SUL E SUDESTE: DO SÉCULO XVI AO XX. 2015. 15 f. Monografia (Especialização) - Curso de Arquitetura, Uceff, Chapeco, 2015.

MENDES, R. F. et al. Painéis aglomerados produzidos com bagaço de cana em associação com madeira de eucalipto. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 38, n. 68, p. 285-295, jun. 2010.

NOVAIS, D. **Instalações Rurais.** 2014. 25 p. (Apostila).

SARTORI, D. L. et al. Modular panel with wood and particleboards of sugarcane bagasse dor cattle handing facilities. Acta Scientiarum, Maringá, v. 37, n. 1, p. 3-9, 2015.

SILVA, A. J. P.; FRANÇA SANTOS, W. L.; ROCCO LAHR, F. A. Particulas longas e orientadas de bagaço de cana-de-açúcar na produção de painel similar ao OSB. In. ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 11., 2008. Londrina, PR. Anais... Londrina, 2008.

ROWELL, R. M.; HAN, J. S.; ROWELL, J. S. Characterization and factors affecting fiber properties. In: NATURAL POLYMERS AND AGROFIBERS BASED COMPOSITES, 1., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2000. p. 115-134.

PREDIÇÃO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL MÉDIA CORPORAL DE CODORNAS JAPONESAS EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR

Monique de Oliveira Vilela[1], Richard Stephen Gates[2], Carlos Gutemberg de Souza Teles Junior[3], Willian Rufino Andrade[4], Hiago Henrique Rocha Zanetoni[5], Cecília de Fátima Souza[6], Ilda de Fátima Ferreira Tinôco[7]

[1]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. moniqueoliveiravilela@gmail.com
[2]Departamento de Agricultura e Engenharia Biológica - University of Illinois - Urbana-Champaign, Urbana – IL. rsgates@illinois.edu
[3]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. carlos.teles@ufv.br
[4]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. willian_rufino_andrade@hotmail.com
[5]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. hiagozanetoni@gmail.com
[6]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. cfsouzaf@yahoo.com.br [7]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. iftinoco@ufv.br

RESUMO – Um dos primeiros indicativos de estresse térmico das aves é alteração dos parâmetros fisiológicos. Sabe-se que o ambiente térmico afeta diretamente a temperatura superficial média do corpo das aves e, diante disso, objetivou-se, com este trabalho, desenvolver um modelo matemático para a predição da temperatura superficial corporal média de codornas japonesas, a partir de dados de temperatura do ar e da umidade relativa para as condições especificas deste estudo. Os dados estimados pela equação proposta foram validados por meio de análise de correlação com os dados mensurados pelo termômetro infravermelho. O modelo desenvolvido apresentou desempenho satisfatório quanto a predição da temperatura superficial corporal média neste ambiente em específico, apresentando coeficiente de determinação $R^2 = 0,923$. O coeficiente de correlação (R) entre os dados estimados e os dados mensurados foi de 0,961, indicando a confiabilidade do modelo proposto para a estimativa da temperatura superficial corporal das aves.
Palavras-chave: Ambiência, ambiente controlado, conforto térmico, modelo matemático, variável fisiológica.

INTRODUÇÃO

A coturnicultura vem se destacando no setor pecuário brasileiro principalmente pela rusticidade e longevidade das codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) e por se tratar de uma atividade bastante rentável e de rápido retorno econômico para quem deseja investir na exploração de ovos e carne, com ótima relação custo-benefício aos

 ISBN: 978-85-66836-24-0

produtores (SILVA et al., 2018; VILELA et al., 2016). Segundo dados do IBGE (2018), a produção de ovos de codorna em 2017 foi estimada em 290,8 milhões de dúzias e um efetivo de 15,5 milhões de cabeças no país.

Codornas são animais homeotermos, ou seja, possuem a capacidade de manter a temperatura do núcleo corporal estável, dentro de certos limites, independente da variação da temperatura do ambiente, permanecendo em constante troca de energia com o meio no qual estão inseridas (BAÊTA e SOUZA, 2010). Contudo, a otimização deste processo só é possível quando o ambiente se encontra em condições dentro da zona de termoneutralidade, onde se constata o mínimo dispêndio de energia para a manutenção da homeotermia e a máxima produtividade.

É notório que a manutenção de um ambiente térmico confortável e produtivo para as aves é um dos maiores desafios da avicultura em climas tropicais e quentes. Elementos climáticos, principalmente temperatura e umidade relativa do ar, vento e radiação solar são fatores preponderantes por afetarem diretamente o bem estar e a capacidade produtiva, reprodutiva e de sobrevivência das codornas (AMARAL, 2012; TINÔCO, 2001).

Em condições térmicas desfavoráveis, os animais necessitam ajustar seus padrões comportamentais e fisiológicos, a fim de realizar o balanço de calor. Um dos primeiros indícios de estresse térmico é evidenciado por alterações nas variáveis fisiológicas das aves, na tentativa de balancear suas trocas de calor com o ambiente (SCHIASSI et al., 2015). Segundo Vilela (2016), o ambiente térmico interfere diretamente na temperatura superficial média (TSM) de codornas japonesas, visto que, sob estresse por calor, o autor observou em seus estudos o aumento de até 13,5°C da TSM em relação às aves expostas ao ambiente termoneutro. Isso ocorre devido à vasodilatação periférica, que representa uma resposta fisiológica rápida perante ao estresse térmico, de modo a aumentar a dissipação de calor por meio dos processos de condução, convecção e radiação (GILOH, SHINDER e YAHAV, 2012).

Como visto, a temperatura superficial é um dos principais parâmetros fisiológicos que indicam condições de estresse térmico dos animais. Contudo, este parâmetro nem sempre é de fácil medição em instalações comerciais, uma vez que é preciso considerar a temperatura superficial de várias partes do corpo do animal com o auxílio de um termômetro de infravermelho, e a realização efetiva desse procedimento pode ser estressante aos animais, comprometendo sua produtividade. Diante disso, o objetivo do

presente trabalho foi desenvolver um modelo matemático para estimar a temperatura superficial média corporal das codornas, a partir da temperatura e da umidade relativa do ar, que são parâmetros de mais fácil acesso.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos adotados no presente experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), com o protocolo de registro número 07/2016.

O modelo para a predição da temperatura superficial de codornas japonesas foi determinado com base na temperatura e umidade relativa do ar, coletadas com o auxílio de sensores registradores de temperatura e umidade Hobo® (Modelo U14-001), e temperatura superficial corporal média das aves, mensurados diariamente, às 8 e às 14h, por meio de um termômetro infravermelho digital (aferição à distância, com mira a laser da marca Instrutherm® Instrumentos de Medição Ltda, São Paulo, BR, modelo TI – 860, com resolução de 1ºC, emissividade de 0,95 e amplitude de -30ºC à 270ºC).

Para isso, foram utilizadas 156 codornas japonesas em fase de pré-pico de postura e com idade inicial de 77 dias, procedentes de um mesmo lote e apresentando peso corporal de 173 ± 5,2 g. As aves foram distribuídas aleatoriamente em gaiolas de arame galvanizado, de modo a atender a densidade utilizada em campo: 106 $cm^2.ave^{-1}$. As gaiolas foram alocadas em três câmaras climáticas localizadas na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. Cada câmara climática possui área de 7,8m^2 e pé direito de 2,38m e apresenta sistema de aquecimento, umidificação e refrigeração do ar. A temperatura e umidade relativa do ar são pré-estabelecidas e acionadas por meio de micro controladores eletrônicos (Modelo MT-513R plus, Full Gauge Controls, Canoas, RS, BR), instalados no interior de cada uma das câmaras climáticas, com controle de temperatura na faixa de -10 a 70°C e resolução de 1°C; e controle de umidade relativa de 20 a 85%, com resolução de 0,1%. As câmaras são equipadas com dois exaustores axiais AMB (modelo FD08025S1M; DC 12 V; 0,15 A) com velocidade de 0,3 $m.s^{-1}$, que realizam a renovação do ar durante o período experimental.

As codornas foram submetidas a três condições térmicas ambientais: conforto térmico preconizado pela literatura (24°C e UR: 60-70%), calor seco (35°C e UR: 45-55%) e calor úmido (35°C e UR: 70-80%), durante um período experimental de três semanas.

Esses dados foram analisados para a elaboração do modelo de predição da temperatura superficial das aves, através de um modelo de regressão linear múltipla do tipo:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \varepsilon_i \quad (1)$$

Onde: Y_i – resposta no i-ésimo ensaio;

X_{i1} e X_{i2} – valores das duas variáveis preditoras no i-ésimo ensaio;

β_0 , β_1 e β_2 – parâmetros do modelo;

ε_i – termo do erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação que permite estimar a temperatura superficial média corporal das codornas com base na superfície de resposta gerada, a partir da temperatura do ar (°C) e da umidade relativa (%), para as condições em estudo, corresponde a:

$$T_{\text{superfície_corporal}} = 9{,}119 + (1{,}228 * \text{Tar}) - (0{,}0588 * \text{UR}) \quad (2)$$

A Tabela 1 apresenta os parâmetros, coeficiente de determinação e erro padrão da regressão obtidos para o modelo. A partir dos dados exibidos na Tabela 1, observa-se que os parâmetros da regressão foram altamente significativos, com P<0,0001.

Tabela 22. Parâmetros do modelo ± erro padrão, coeficiente de determinação (R^2) e erro padrão do modelo.

Parâmetros do modelo	Significância dos parâmetros do modelo	R^2	Erro padrão do modelo
$\beta_0 = 9{,}119 \pm 1{,}278$	$P < 0{,}0001^*$	0,923	1,935
$\beta_1 = 1{,}228 \pm 0{,}0254$	$P < 0{,}0001^*$		
$\beta_2 = -0{,}0558 \pm 0{,}0114$	$P < 0{,}0001^*$		

* Parâmetros da regressão significativos.

Observa-se que modelo apresentado na Equação 2 mostrou-se satisfatório para a predição da temperatura média corporal de codornas japonesas, com base na temperatura do ar e na umidade relativa, uma vez que constatou-se coeficiente de determinação R^2 = 0,923, ou seja, 92,3% da variável dependente consegue ser explicada pelos regressores do modelo proposto, como pode ser visto na Tabela 1.

Para validar o modelo, realizou-se a análise de correlação entre os dados estimados por meio da Equação 2 e os dados mensurados com o termômetro infravermelho, como exposto na Figura 1.

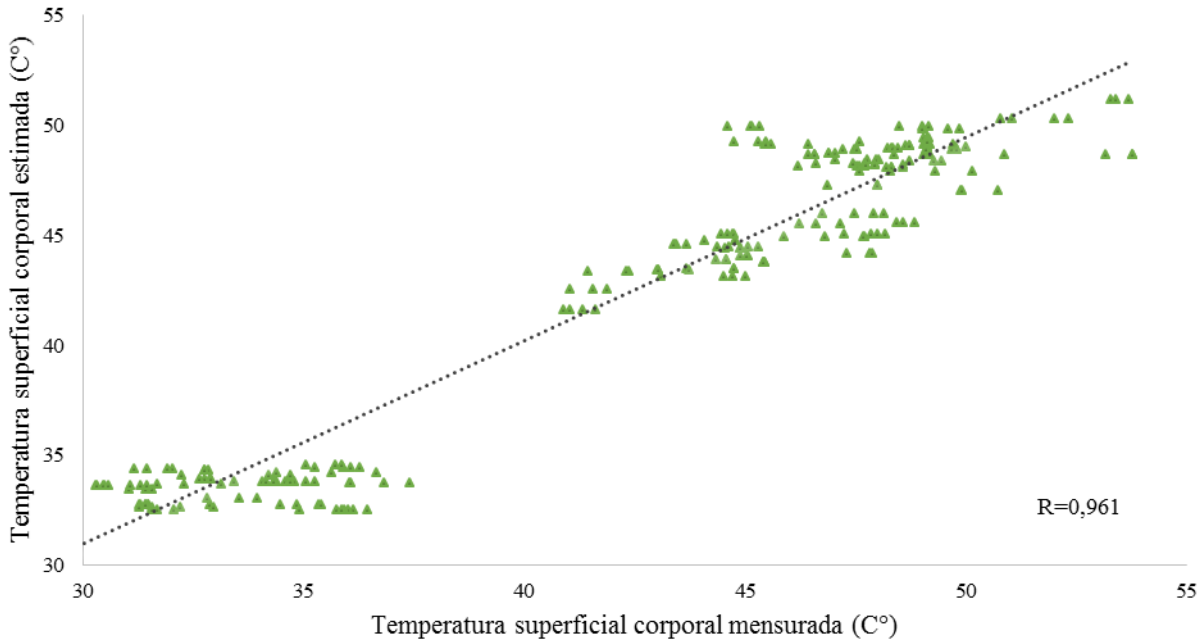


Figura 1. Correlação entre os dados estimados e mensurados para temperatura superficial corporal média das codornas.

A partir da Figura 1, é possível verificar o coeficiente de correlação de 0,961, apontando que o modelo proposto para a estimativa da temperatura superficial média corporal das codornas japonesas apresenta uma forte correlação com os valores obtidos por meio das mensurações com termômetro infravermelho, demonstrando alto grau de associação entre ambos os dados.

Segundo Moura et al. (2016), conforme a temperatura ambiental se eleva, as temperaturas superficiais médias da cabeça, asa, dorso, crista e patas também aumentam. Nascimento (2010) afirma que a alta temperatura superficial do animal incita o aumento

do fluxo sanguíneo na superfície corporal, indicando que pode haver a necessidade de maiores perdas de calor por meio dos mecanismos sensíveis.

CONCLUSÃO

O modelo proposto foi considerado eficiente para a predição da temperatura superficial corporal média de codornas japonesas em função da temperatura e umidade relativa do ar. Os dados estimados através do modelo são condizentes com dados reais, sendo esta uma ferramenta confiável para assistir pesquisadores e produtores na avaliação do ambiente térmico das aves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. G. (2012). Processamento de Imagens Digitais para Avaliação do Comportamento e Determinação do Conforto Térmico de Codornas de Corte. 82 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa.

BAÊTA, F. C., SOUZA, C. F. (2010). Ambiência em Edificações Rurais. 2a. ed. Viçosa: Editora UFV.

GILOH, M., SHINDER, D., YAHAV, S. (2012). Skin surface temperature of broiler chickens is correlated to body core temperature and is indicative of their thermoregulatory status. *Poultry Science*, v. 91, n. 1, p. 175–188.

IBGE. (2018). Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_informativo.pdf >.

MOURA, P. S., FURTADO, D. A., SOUZA, J. F. (2016). Temperatura superficial e emissão de calor sensível de codornas japonesas mantidas em diferentes temperaturas. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016. Foz do Iguaçu, Brasil.

NASCIMENTO, S. T. (2010). Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais. 149 f. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

SCHIASSI, L., YANAGI JUNIOR, T., FERRAZ, P. F. P., CAMPOS, A. T., SILVA, G. R., ABREU, L. H. P. (2015). Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. *Engenharia Agrícola, 35*(3), 390-396.

SILVA, A.F.; SGAVIOLI, S.; DOMINGUES, C.H.F., GARCIA, R.G. (2018). Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, vol.70, n.3, pp.913-920.

TINÔCO, I. F. F. (2001). Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 3, n. 1, p. 01–26.

VILELA, M. O., GATES, R. S., TINÔCO I. F. F., TELES JÚNIOR, C. G. S., ESTEVES, V. B. L., MORAIS, C.V., ROCHA, K. S. O. (2016). Influência do estresse por calor associado a dois níveis de velocidade do ar e duas faixas de umidade relativa no comportamento de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). In: I SIAPAS - Simpósio Internacional de Ambiência e Engenharia na Produção Animal Sustentável e V SIMCRA - Simpósio Nacional de Construções Rurais e Ambiência, Viçosa. *Ambiência e engenharia na produção animal sustentável: condições de climas quente e temperado*, p. 442-445.

VILELA, M. O. (2016). Comportamento e desempenho produtivo de codornas japonesas submetidas a diferentes regimes de calor e umidade, combinados com diferentes níveis de velocidade do ar. 2016. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CONFORTO TÉRMICO DE BOVINOS DA RAÇA NELORE EM EXPOSIÇÃO NA FEIRA AGROPECUÁRIA NA CIDADE DE SANTARÉM – PA

Mateus Levi Avelino Moura[1]; Felipe Takis Cunha[1]; Hugo José Amorim de Macedo[1]; João Vítor Silva de Sousa[1]; Luiz Felipe de Assis de Costa[1]; Samuel Maia Reis[1]; Sullyvan Silva Oliveira[1]; Graciene Conceição dos Santos[2]

[1]Estudante de Graduação em Zootecnia, Instituto de Biodiversidade e Florestas; Universidade Federal do Oeste do Pará, rua Vera Paz S/N, Salé, Santarém – Pará; CEP 68035110, Brasil; e-mail: mateusmoura2012@yahoo.com.br;
[2]Prof adjunta; Instituto de Biodiversidade e Florestas – Universidade Federal do Oeste do Pará.

RESUMO: Objetivo do presente trabalho foi avaliar as variáveis de conforto térmico de bovinos da raça nelore (*Bos taurus indicus)* em exposição na feira agropecuária na cidade de Santarém- PA. O experimento teve duração de 48 horas, sendo realizado entre os dias 11 e 13 de agosto de 2017, com 10 animais da raça Nelore, sendo 5 machos e 5 fêmeas. As variáveis ambientais foram monitoradas através de termômetros de bulbo seco/úmido e de globo negro, e para retratar a influência do ambiente foi aferida a temperatura superficial através de termômetro infravermelho com mira laser, a frequência respiratória pelo método de observação direta. As leituras foram realizadas durante 48h em intervalos de uma hora. As variáveis analisadas foram: temperatura ambiente (Tbs), Índice de Temperatura e umidade (ITGU). Umidade relativa do ar (UR), Frequência respiratória (FR). Os resultados mostraram que a Tbs teve variação média ao longo do dia entre 27,85ºC, e 34,65°C. A temperatura estava dentro do recomendado que é de 36ºC, podendo assim, descartar um desconforto térmico para os animais em questão em relação a Tbs. O valor de ITGU ideal seria até 74, e os resultados foram superiores com mínima de 78,31 e máxima de 85,97 no lado Oeste e no Leste de mínima de 77,43 e máxima de 83,06 no lado Leste. Com relação a UR, estava acima da ideal para bovinos que é de 60% e 70%, apresentando valores de mínima de 56% e máxima de 81,50%. Neste experimento, as médias das frequências respiratórias, foram de mínima 43 mov/min e máxima de 63 mov/min, demostrando situação de estresse sob controle (45 a 65 mov/min). Com essas variáveis, é notável que o ambiente na feira agropecuária não é o ideal para os bovinos em exposição, pois podem sofrer estresse pela movimentação de pessoas e pelas variáveis de conforto térmico.
Palavras-chave: Temperatura de globo negro, *Bos taurus indicus*, ITGU

INTRODUÇÃO

A bovinocultura possui para o Brasil grande importância econômica, e as exposições ou feiras agropecuárias contribuem para difundir as novidades do campo, produção e melhoramento genético, por meio da exposição desses animais (RAMOS et. al. 2013).

É importante que seja levado em consideração o conforto térmico dos animais expostos em feiras agropecuárias. Com as ferramentas bioclimatológicas é possível detectar os índices de conforto térmico dos animais e o ambiente térmico das instalações, pois quando expostos podem estar susceptíveis a esses fatores que influenciam diretamente no bem-estar e a produção animal.

A produção animal é influenciada por fatores como vegetação local (SKONHOFT et al. 2010), temperatura média do ar e altitude (CAMPBELL et al. 2010 e McMANUS et al. 2010). Estes fatores refletem na produção como um todo, devido à suas influências sobre características de produção e adaptação dos animais (JOOST et al. 2010).

Os Estados do Maranhão, Pará e Tocantins, localizados na região do Trópico Úmido, são privilegiados, tanto pela incidência de raios solares, quanto pelas condições vegetativas, climáticas e de temperatura, características que contribuem para produção de bovinos de corte, especialmente de animais da raça Nelore criados em pastagens, assim como se diferenciam das demais regiões do Brasil (FERREIRA et al., 2014).

A interação animal e ambiente deve ser considerada quando se busca maior eficiência na exploração pecuária, pois as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso da atividade. Dessa forma, o conhecimento das variáveis climáticas, sua interação com os animais e as respostas comportamentais, fisiológicas e produtivas são preponderantes na adequação do sistema de produção aos objetivos da atividade (FURTADO, et, al., 2014). Reconhecer as condições em que se encontram esses animais é de suma importância para a identificação de fatores que podem promover o desconforto dos mesmos, para que sejam corrigidos e assim amenizá-los, garantindo a os animais condições adequadas para o seu bem-estar e produtividade.

Objetivo do presente trabalho foi avaliar as variáveis de conforto térmico e variações fisiológicas de bovinos da raça nelore em exposição na feira agropecuária na cidade de Santarém- PA.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante a 40ª Exposição Agropecuária do Baixo Amazonas (latitude 020 25’ 56’’ S e longitude 540 41), no município de Santarém, Pará. Foram utilizados 10 animais da raça nelore machos.

Os animais foram alojados em um galpão construído, em alvenaria, laterais abertas nos lados leste e oeste, telhado em duas águas com telha de fibrocimento. Dentro do galpão havia duas linhas de baias, uma de frente da outra com corredor onde os visitantes da feira passavam para observar os animais. Os cochos e bebedouros eram de alvenaria, localizados dentro do galpão. O piso foi revestido de palha de arroz. O galpão foi construído com orientação no sentido norte/sul, o entorno do galpão era revestido com asfalto.

As variáveis ambientais foram monitoradas por meio de termômetros de bulbo seco/úmido e de globo negro (Tg) instalados a uma altura de 1,60m do piso, correspondente à altura média do dorso dos animais. As leituras foram realizadas durante 48h em intervalos de uma hora, sendo os valores obtidos usados para calcular o índice de globo negro e umidade (ITGU).

A instalação foi avaliada em função da temperatura de bulbo seco (Tbs) e da umidade relativa do ar (UR). O conforto térmico no interior da instalação foi obtido pela formula (Buffington et al. 1981).

ITGU = tgn + 0,36tpo - 330,08

Em que:

tgn - temperatura de globo

tpo - temperatura do ponto de orvalho

A frequência respiratória dos animais foi realizada pelo método de observação visual direta e contagem dos movimentos do flanco por 20 segundos e sua correção para um minuto.

Para se comparar os ambientes quanto aos variáveis Tbs, UR, ITGU, frequência respiratória temperatura superficial foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (lados do galpão: leste/oeste) horários), com 5 repetições (animais) durante 2 dias.

Os dados foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste “F” e as médias serão comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, realizadas com auxílio do programa SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados médios dos horários de temperatura do bulbo seco (Tbs), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura do globo estão apresentados na tabela 1.

Durante o período experimental detectou-se temperatura do bulbo seco (Tbs) de mínima 27,85 ºC no horário 7 e máxima 34,65 ºC no horário 16 do lado oeste do galpão, o que indica que a temperatura estava acima do recomendado, isso ocorre com médias maiores que 36ºC segundo LOPES 2009. Do lado leste teve de mínima 28,50 ºC no horário 7 e máxima 35,45 ºC no horário 16, temperaturas observadas abaixo das consideradas desconforto.

Tabela 1 - Valores médios dos parâmetros ambientais de temperatura do bulbo seco (Tbs), umidade relativa do ar (UR) observados nos diferentes lados do galpão durante 24h, para nelores em exposição, Santarém Pará, 2017.

	Tbs (Cº)		UR (%)	
Horas (h)	Oeste	Leste	Oeste	Leste
1	28,50b	29,15ª	76,50ª	61,00b
2	28,60b	29,05ª	78,00ª	62,50b
3	28,80b	29,35ª	81,00ª	68,50b
4	28,50b	29,15ª	80,00ª	68,00b
5	28,60b	29,05ª	81,50ª	66,50b
6	28,25b	28,80ª	81,50ª	67,00b
7	27,85b	28,50ª	75,50ª	54,50b
8	28,60b	29,15ª	74,00ª	52,50b
9	29,70b	31,60ª	69,50ª	50,00b
10	30,20b	31,70ª	70,00ª	49,00b
11	30,85b	32,60ª	63,50ª	44,50b
12	31,65b	32,90ª	64,00ª	46,00b
13	33,25b	34,15ª	59,00ª	43,50b
14	33,70ª	34,30b	58,00ª	42,00b
15	34,30ª	34,50b	56,00ª	41,00b
16	34,65ª	35,45b	57,50ª	41,00b
17	34,55ª	34,60b	66,00ª	42,00b
18	31,65b	32,20ª	68,50ª	50,00b
19	31,55b	33,45ª	70,50ª	50,50b
20	31,05b	31,85ª	70,50ª	52,50b
21	30,60b	31,25ª	72,00ª	53,50b
22	30,10b	30,65ª	72,00ª	55,50b
23	29,65b	30,40ª	72,50ª	55,50b
24	28,50b	29,25ª	73,50ª	57,50b
Média Geral	30,74b	31,47ª	70,85ª	53,54b

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

A umidade relativa (UR) coletada do lado oeste teve como mínima de 56% no horário 15 e máxima de 81,50% no horário 5 e 6, já do lado leste a mínima foi de 41% no horário 15 e 16 e máxima de 67% no horário 6.

No lado leste do galpão nos horários entre as 10h e 24h, e no lado oeste nos horários entre 1h9 e 8h a UR estaria fora da faixa de conforto, segundo Navarini (2009), que considera para bovinos a umidade relativa do ar adequada entre 60% e 70%.

Em todos os horários o lado oeste teve UR superior ao lado leste. Essas diferenças de temperatura e de umidade pode ter ocorrido pelo fato do galpão não estar construidona posição recomendada que é no sentido leste/oeste, com isso, parte do dia os animais estão sendo expostos ao sol, que incide diretamente dentro da instalação.

Em condições de clima tropical e subtropical, como ocorre na região, as coberturas são orientadas, normalmente, no sentido leste/oeste, para que haja menor incidência de radiação solar no interior das instalações, e como o galpão de exposição está em sentido norte/sul pode afetar negativamente o conforto térmico dos animais.

Na tabela 2, para os valores de ITGU, em todos os horários foram encontradas diferenças significativas entre os lados, sendo que nos horários de 8 e 10, o ITGU do lado oeste (78,86) foi menor que do leste (80,47) e nos outros horários o lado leste teve menores valores. Todos os horários de ambos os lados, os animais se encontram em situação de perigo que segundo Oliveira (2012) o valor de ITGU ideal seria até 74, e nesses horários foram superiores com mínima de 78,31 e máxima de 85,97 no lado Oeste e no Leste de mínima de 77,43 e máxima de 83,06 no lado Leste, o que pode ocasionar baixo rendimento.

Tabela 2 - Valores médios índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) frequência respiratória (FR) observados nos diferentes lados do galpão durante 24h, para nelores em exposição, Santarém Pará, 2017.

	ITGU		FR	
Horas	Oeste	Leste	Oeste	Leste
1	78,31ª	77,97b	49b	54ª
2	78,84ª	77,26b	52ª	48b
3	78,67ª	78,54b	46b	49ª
4	78,73ª	78,36b	45b	53ª
5	78,37ª	77,89b	44b	48ª
6	77,82ª	77,43b	42b	52ª
7	78,84ª	78,40b	44b	53ª

8	79,86b	80,47ª	48b	51ª
9	80,41ª	80,37b	54ª	44b
10	80,91b	81,29ª	44b	51ª
11	82,03ª	81,57b	46b	47ª
12	83,58ª	82,60b	42b	49ª
13	84,23ª	83,06b	51b	63ª
14	84,54ª	83,00b	49ª	47b
15	85,97ª	82,99b	49b	53ª
16	84,63ª	82,72b	56ª	52b
17	83,85ª	82,19b	55ª	53b
18	81,54ª	81,41b	45b	50ª
19	81,09ª	80,29b	38b	48ª
20	80,66ª	79,55b	43b	43ª
21	79,98ª	78,97b	49b	53ª
22	79,50ª	78,74b	59ª	53b
23	79,07ª	78,28b	51b	52ª
24	78,42ª	78,03b	50b	51ª
Média Geral	80,83ª	80,10b	47,76b	50,54ª

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

Segundo Cattelam (2013), ITGU acima de 83 é considerado situação de emergência. Os animais podem reduzir o consumo de matéria seca total a partir desses valores (NAVARI et al., 2009).

Os valores de ITGU mais elevado encontrado no trabalho foram registrados no horario 15 (85,97) obtido no lado oeste do galpão. Navarani (2009) obteve valores semelhantes de ITGU (97) no mesmo horário em um experimento feito com bovinos de cortes localizados no Município D'Oeste – PR.

Os valores de ITGU mais elevado encontrado no trabalho foram registrados na hora 15 (85,97) obtido no lado oeste do galpão. Navarani (2009) obteve valores semelhantes de ITGU (97) no mesmo horário em um experimento feito com bovinos de cortes localizados no Município D' Oeste – PR. Com isso o trabalho apresentado indicou que a hora 15 se caracterizou como o período mais estressante do galpão.

Quando a temperatura está acima da temperatura superior, o animal está em estresse calórico, com isso, irá ocorrer vasodilatação, que aumenta a frequência respiratória, diminuição da ingestão de alimentos, sudorese e aumento da ingestão de água (AZEVEDOS & ALVES, 2009).

Como pode ser notado na tabela 2, a FR dos animais foi maior na maioria dos horários no lado leste, com exceção dos horários 2,9,14,16,17 e 22, em que o lado oeste teve maiores índices. O lado oeste teve média de 47,76 mov/min, com mínima de 38 mov/min às 19 horas e máxima de 58,50 às 22 horas. O lado leste teve média 50,54 mov/min, com mínima de 43,13 às 20 horas e máxima de 62,63 às 13 horas.

Mastelaro (2016) cita que FR até 23 movimentos/min, indica que o animal está sem estresse; de 45 a 65 mov/min, estresse sob controle; 70 a 75 mov/min, início de estresse calórico; 90 mov/min, estresse acentuado; 100 mov/min, estresse sério com grandes perdas produtivas; e, acima e 120 mov/min, estresse mortal, em que os animais não conseguem beber água e nem se alimentar. Neste experimento, as médias das frequências respiratórias dos animais alojados tanto do lado leste, quanto do lado oeste, demonstram situação de estresse sob controle.

CONCLUSÃO

Os animais que ficaram expostos durante o período da feira, de acordo com o FR, estão em estresse sob controle, pois apresentaram valores entre 45 a 65 mov/min, em relação ao ITGU, os animais se encontram em situação de perigo, pois o ideal seria de até 74, e os valores obtidos no experimento, estão acima disso. Os valores obtidos de UR, mostraram que os animais podem estar sofrendo de desconforto térmico, pois apresentaram valores acima do ideal que é na faixa de 60% a 70%. Com os resultados dessas variáveis, é notável que o ambiente na feira agropecuária não é o ideal para os bovinos em exposição, pois podem sofrer estresse pela movimentação de pessoas e pelas variáveis de conforto térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, R. C. F. N. Estresse calórico em bovinos de corte criados à pasto e seus efeitos na sustentabilidade. Universidade federal de goiás escola de veterinária e zootecnia graduação em zootecnia. Goiânia- GO. 2013.

AZEVEDO, D.M.M.R. e ALVES, A.A. Bioclimatologia Aplicada à Produção de Bovinos Leiteiros nos Trópicos. Series Documentos n. °188. EMBRAPA Meio-norte, Teresina, PI, 2009.

BUFFINGTON, D. E. COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. PITT, D.; THATCHER, W. W. COLLIER, J. R. Black glob e humidity index (BG) as 73 comfort equation for dairy cows. **Trasaction of te ASAE,** v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CAMPBELL, W. B.; FREEMAN, D. C.; EMLEN, J. M. Correlations between plant phylogenetic and functional diversity in a high altitude cold salt desert depend on sheep grazing season: Implications for range recovery. Ecological Indicators, Alemanha, v. 10, n. 3, p. 676-686, 2010.

CATTELAM, J.; VALE, M. M. Estresse térmico. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias. RCPV (2013) 108 (587-588) 96-102.

FERREIRA, J. L. et, al. Espacialização climática e análise de dados longitudinais de bovinos Nelore criados nos Estados do Maranhão, Pará e Tocantins por meio de técnicas univariadas e multivariadas. Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2197-2210, jul./ago. 2014.

FURTADO, D. A. Comportamento ingestivo de caprinos anglo nubiano mantidos em ambiente termoneutro e sob estresse térmico. XLII congresso brasileiro de Engenharia agrícola- CONBEA. Campo Grande- MS. 2014

JOOST, S.; COLLI, L.; BARET, P. V. Integrating georeferenced multiscale and multidisciplinary data for the management of biodiversity in livestock genetic resources. Animal Genetics, Oxford, v. 41, p. 47-63, 2010. Supplement.

LOPES, A. C. R. Ganho de peso e rendimento de carcaça de bovinos de corte confinados com acesso a sombra. Dissertação apresentada a faculdade de medicina – UFA. 2009.

LOPES, J. S.; RORATO, P. R. N.; WEBER, T.; BOLIGON, A. A.; COMIN, J. G.; DORNELLES, M. A. Efeito da interação genótipo x ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na Região Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 54-60, 2008.

MASTELARO, A. P. Parâmetros fisiológicos e tricológicos na avaliação do conforto térmico em bovinos de corte. 2016. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

McMANUS, C.; PAIVA, S. R.; ARAÚJO, R. O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 39, p. 236-246, 2010.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E. C., et al. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.29, n.4, p.508-517, out./dez. 2009.

OLIVEIRA, PABLO T. L., TURCO, SILVIA H. N., de ARAÚJO, GHERMAN G. L., VOLTOLINI, TADEU V., MENEZES, DANIEL R., da SILVA, THIERES G. F., Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de bovinos Sindi alimentados com teores crescentes de feno de erva-sal Revista Brasileira de Ciências Agrárias [en linea] 2012.

SKONHOFT, A.; AUSTRHEIM, G.; MYSTERUD, A. A bioeconomic sheep-vegetation trade-off model, an analysis of the Nordic sheep farming system. Natural Resource Modelling, New Delhi, v. 23, n. 3, p. 354-380, 2010.

YAGLOU, C.P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. Archives of Industrial Health, Chicago, v.16, p.302-5, 1957.

INFLUÊNCIA DA INSERÇÃO DE DIÓXIDO DE TITÂNIO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE FIBROCIMENTOS COM CELULOSE BRANQUEADA

Isabelle Cristine de Carvalho Terra[1], Wisner Coimbra de Paula[2], Rômulo Marçal Gandia[3], Francisco Carlos Gomes[4], Rafael Farinassi Mendes[5], Tony Matheus Carvalho Eugênio[6], Ariane Cristine Valério[7]

[1]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. belle.eng@outlook.com
[2]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. wisner.depaula@deg.ufla.br
[3]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. romagandia@gmail.com
[4]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. fcgomes@deg.ufla.br
[5]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. rafael.mendes@deg.ufla.br
[6]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. tony.matheus@hotmail.com
[7]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. ac_valerio@hotmail.com

RESUMO - Ao longo do tempo, os revestimentos de fachadas das edificações e seus componentes de cobertura permanecem expostos a diversos agentes de degradação, sejam eles associados aos próprios materiais empregados ou a fatores externos. Essa exposição implica em manchas formadas a partir da deposição de partículas poluentes na superfície dos revestimentos, elevando seus custos para limpeza e manutenção. Uma vez que permanecem expostas à radiação solar, as fachadas se mostram atraentes ao uso de materiais fotocatalíticos, os quais catalizam a mineralização de agentes poluentes, transformando-os em produtos inócuos. A adição de dióxido de titânio (TiO_2) a compostos de fibrocimento desenvolve superfícies autolimpantes, reduzindo a formação de manchas e mantendo sua coloração original ao longo do tempo. Neste contexto, o presente trabalho avaliou as características físicas do fibrocimento com celulose branqueada produzido com adição de TiO_2, ou seja, com propriedades fotocatalíticas. Para isto, foram confeccionadas amostras de fibrocimento utilizando-se diferentes teores de dióxido de titânio em sua composição (0%, 5%, 10%, 15% e 20%). Os resultados dos índices físicos avaliados não apresentaram diferenças significativas entre os diversos teores de TiO_2 inseridos, corroborando sua viabilidade em fibrocimentos para fins fotocatílicos.
Palavras-chave: Densidade aparente, porosidade, absorção de água.

INTRODUÇÃO

Os elementos de cobertura das edificações apresentam funções de proteção e vedações externas, de forma que são contempladas exigências de durabilidade, estanqueidade, isolamento termoacústico e resistência ao fogo. Por outro lado, também atuam como acabamento final da edificação, destacando-se tanto na concepção estética

 ISBN: 978-85-66836-24-0

quanto na valorização econômica do imóvel, além de atuarem na composição dos cenários urbanos (CHAVES, 2009).

Ao longo do tempo, as fachadas permanecem expostas a diversos agentes de degradação, classificados como intrínsecos ou extrínsecos. Conforme Cincotto (1988), o primeiro grupo se refere às propriedades e atributos de materiais, componentes e sistemas que constituem a própria fachada, enquanto que o segundo remete à ação de agentes climáticos, matérias específicas (poeira, fuligem, micro-organismos) e ao movimento da água sobre as superfícies.

A exposição a tais fatores pode implicar em perda de desempenho dos materiais que constituem os elementos de fachada ou, quando ininterruptamente, até mesmo à ruína da própria edificação. Além disso, resulta na manifestação de manchas e eflorescências, que, por sua vez, desfiguram esteticamente a fachada (PETRUCCI, 2000).

Conforme Chaves (2009), as partículas de poluentes atmosféricos lançados na atmosfera se aderem às camadas superficiais e se integram aos materiais de construção expostos das fachadas, sendo eliminadas somente por meio de procedimentos específicos de limpeza. Ao longo do tempo, estas partículas se acumulam e permanecem aderidas às fachadas, alterando-se sob a influência de agentes climáticos e das próprias características dos materiais.

Por se tratar do componente de grande extensão em uma edificação, Chew et al. (2003) indicam que um sistema de fachada/cobertura defectivo implica em grande impacto nos custos de manutenção de uma edificação. No entanto, este valor pode ser consideravelmente reduzido caso seja assegurado máximo desempenho da fachada ao longo de sua vida útil.

De maneira semelhante, a NBR 15575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) classifica os revestimentos de fachada como manuteníveis, indicando que "São duráveis, mas necessitam de manutenção periódica, e são passíveis de substituição ao longo da vida útil do edifício". Já Chew et al. (2003) apontam a necessidade de *maintainable façades* (ou fachadas manuteníveis), que requeiram mínimos esforços de limpeza, reparo e substituição de elementos em uso.

Uma vez que permanecem expostas à radiação solar por longos períodos, as fachadas das edificações têm se mostrado particularmente atraentes para o uso de materiais fotocatalíticos. Estes materiais são compostos que, sob a incidência da luz solar,

aceleram a ocorrência de reações químicas e produzem agentes fortemente oxidantes, transformando assim as espécies poluentes em produtos inócuos (CASSAR, 2004).

Tais reações se caracterizam como processos oxidativos avançados, apresentando diversas aplicações ambientais, como purificação do ar, desinfecção da água, remediação de resíduos perigosos e tratamento de efluentes (LACEY; SCHIRMER, 2008). De modo geral, os materiais fotocatalíticos são corantes ou semicondutores, como o dióxido de titânio (TiO_2), o óxido de zinco (ZnO) e o sulfeto de cádmio (CdS), amplamente utilizados.

Para Fujishima et al. (2000), o dióxido de titânio (TiO_2) é o material fotocatalítico ideal, especialmente em função de sua grande disponibilidade, e por se tratar de um recurso relativamente barato, quimicamente estável e altamente oxidante. Adicionalmente, destaca-se por sua hidrofilicidade, caracterizada por ângulos de contato próximos a 0º, implicando na formação de lâminas d'água (em vez de gotas) que contribuem para a remoção de compostos orgânicos nas superfícies.

O dióxido de titânio é um pigmento estável, com alta resistência à mudança de cor, estabilidade térmica, excelente poder de cobertura e não tóxico. Por estes motivos, é utilizado como pigmento branco, sensor de gás, camada óptica, células solares, etc. Sendo as indústrias de tintas (57%), papel (13%), borracha e tintas para impressão os maiores consumidores (BALTAR et al., 2008).

Na construção civil, o uso de materiais fotocatalíticos teve início na década de 1990, no Japão, quando foram realizados testes em concretos e materiais cerâmicos por universidades e empresas, avaliando-se a eficiência de autolimpeza de suas superfícies (FUJISHIMA; ZHANG, 2005).

O dióxido de titânio mostra-se compatível aos materiais tradicionalmente utilizados na construção civil, viabilizando sua adição a argamassas, concretos e pinturas cimentícias. Para Cassar (2004), as matrizes cimentícias são o substrato ideal para a ocorrência da fotocatálise pelo TiO_2, uma vez que é um material básico, que permite a fixação tanto dos reagentes poluentes quanto dos produtos foto-oxidantes em sua superfície.

Na última década, diversos estudos têm abordado o emprego do dióxido de titânio em materiais de construção, especialmente em países europeus, como Itália e Portugal, tendo como foco argamassas e concretos de cimento branco (DIAMANTI et al., 2008; PEREIRA et al., 2009; GRAZIANI et al., 2014). No Brasil, há destaque ainda para outras

aplicações, tais quais pavimentos, tintas, superfícies cimentícias e elementos pré-fabricados de concreto (MARANHÃO, 2009; MELO, 2011).

A partir de então, sabendo-se que o TiO_2 atua como excelente fotocatalisador e é eficaz para a obtenção de alguns tipos de superfícies autolimpantes, manifesta-se a hipótese de que o material possa ser introduzido em fibrocimentos, com o objetivo de reduzir manchas em suas superfícies. Deste modo, retardando a velocidade com que as superfícies das coberturas das edificações ficam sujas ou manchadas, elimina-se a necessidade de realizar limpezas tão frequentes, reduzindo-se os custos envolvidos e resultando em um ambiente urbano mais agradável.

Neste contexto, torna-se necessário examinar se a proposta de produção de fibrocimento com a inserção de TiO_2 mantém as características necessárias e preconizadas em normas específicas para o bom desempenho do material, quanto às propriedades físico-mecânicas. É, portanto, necessário avaliar a qualidade dos materiais desenvolvidos com o TiO_2, garantindo que o mesmo mantenha as suas propriedades ao longo de sua vida útil e verificar a sua viabilidade, para que este fibrocimento, assim produzido, possa ser inserido no mercado da construção civil com credibilidade. Diante do cenário exposto e da ausência de maiores estudos brasileiros relacionados ao tema, é justificada a necessidade e importância desta pesquisa.

O presente trabalho buscou avaliar as características físicas do fibrocimento com celulose branqueada acrescido de dióxido de titânio com diferentes teores deste material.

MATERIAL E MÉTODOS

Os corpos de prova de fibrocimento foram produzidos pelo processo de extrusão através da extrusora disponível no laboratório da UEPAM, localizado na Universidade Federal de Lavras. O equipamento é constituído basicamente de um tubo contendo um parafuso rosqueado, onde o compósito é introduzido na parte sua traseira, sendo conduzido à parte frontal do tubo pela rosca em rotação (Figura 1).

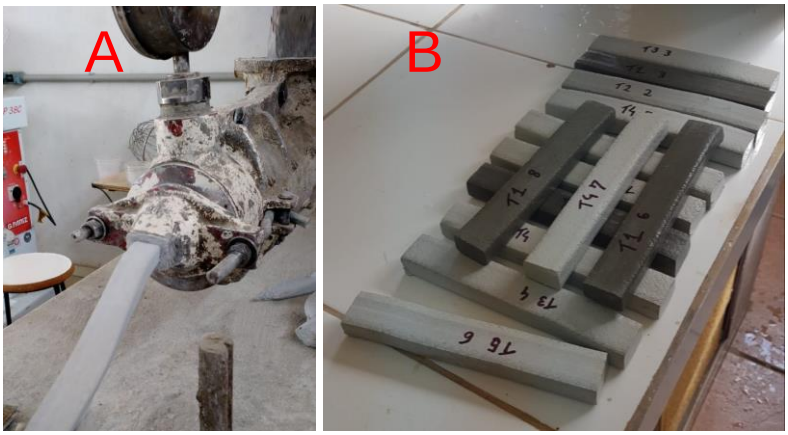


Figura 1. Processo de produção dos corpos de prova do fibrocimento (A) e corpos de prova já curados (B).

Para confecção dos corpos de prova de fibrocimento com celulose branqueada foi utilizado o cimento Portland CPV-ARI como principal aglomerante, na proporção de 60% em relação à massa total a ser produzida para cada tratamento (6,5kg) e adicionada à mistura a quantidade de 33% de calcário (filler carbonático, massa específica = 2,47 ± 0,20 g.cm^{-3}), no intuito de se reduzir os custos da produção do fibrocimento, além de modificadores reológicos à base de celulose HPMC (hidroxipropilmeteilcelulose) e ADVA, para reduzir a quantidade de água na mistura, sendo 1% em peso em relação à massa total. Esse modificador reológico e o redutor de água são importantes ao processo, pois impedem a separação das fases durante a homogeneização da mistura, garantindo, assim que, a mistura seja extrudável.

A fibra utilizada para dar resistência ao compósito é a celulose branqueada, no total de 5% em relação aos 6,5kg totais produzidos.

A essa mistura foi incorporado o dióxido de titânio (massa específica = 4,62 ± 0,11 g.cm^{-3}), em diferentes concentrações em relação à quantidade de calcário (0%, 5%, 10%, 15% e 20%), em sua substituição, e, após o processo de cura úmida, suas características físicas foram comparadas ao fibrocimento com celulose branqueada padrão (sem adição de dióxido de titânio).

Para se obter os valores de absorção de água, densidade e porosidade aparente, foi utilizada a técnica de imersão, conforme os procedimentos especificados pela norma C948 *American Society for Testing and Materials* – ASTM (1981), onde os corpos de prova são submersos por 24h, à temperatura ambiente, pesando-se a massa imersa, dentro da água e a massa úmida, retirando-se a amostra da água e enxugando-a levemente sua superfície para retirada do excesso de água. Logo após, realiza-se a secagem das amostras,

por período de 24 horas, em uma estufa à 70º C, e posteriormente, a pesagem para a determinação da massa seca.

Para a determinação destas propriedades físicas são utilizadas as seguintes equações:

$$\text{Densidade aparente (g/cm}^3\text{)} = Ms/(Mu - Mi)$$

$$\text{Porosidade aparente (\%)} = (Mu - Ms)/(Mu - Mi) * 100$$

$$\text{Absorção de água aparente (\%)} = ((Mu- Ms)/Ms) * 100$$

onde: Mu: Massa úmida; Ms: Massa seca; Mi: Massa imersa.

Para possibilitar melhor avaliação dos resultados dos ensaios, foi feita a análise estrutural utilizando microscópio estereoscópico. As imagens são referentes aos fragmentos dos corpos de prova de fibrocimento logo após os ensaios físicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, apresentam-se os valores dos índices físicos avaliados para as cinco diferentes concentrações. Observa-se que a porcentagem de 15% de adição de TiO_2 resultou em descontinuidade nos valores em relação aos demais tratamentos, indicando possível erro na etapa de produção do fibrocimento. Portanto, optou-se por retirá-lo das análises que se seguem.

Tabela 1. Valores de densidade aparente, porosidade e absorção de água para as porcentagens de inserção de TiO_2 no fibrocimento.

Tratamentos (%)	Densidade Aparente (g.cm-³)	Desvio Padrão Dens. Apar. (g.cm-³)	Porosidade (%)	Desvio Padrão Porosidade (%)	Absorção de Água (%)	Desvio Padrão Abs. Água (%)
0	1,89	0,02	19,15	0,98	10,16	0,63
5	1,92	0,09	19,22	0,76	10,01	0,21
10	1,96	0,15	19,48	1,87	9,94	0,47
15	1,85	0,01	20,25	0,43	10,94	0,24
20	1,98	0,24	19,00	1,84	9,71	0,30

Pelos desvios padrão calculados, as médias dos parâmetros avaliados são estatisticamente iguais.

Na análise das densidades aparentes dos fibrocimentos, conforme Figura 2, nota-se um ligeiro acréscimo nos valores absolutos, no entanto, pode-se concluir que são estatisticamente iguais, de acordo com os desvios padrão de cada tratamento.

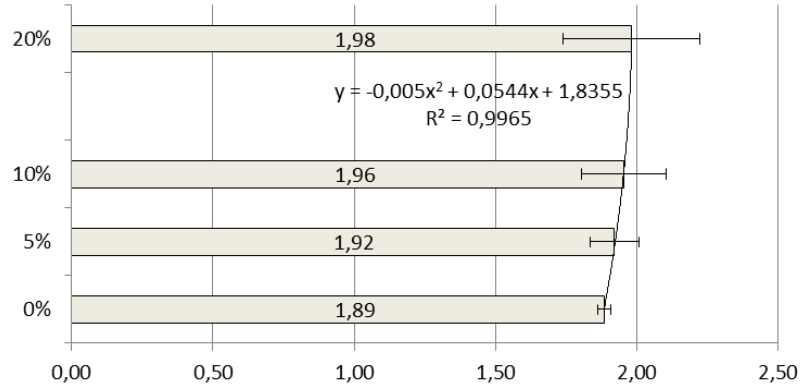


Figura 2. Valores médios de densidade aparente ($g.cm^{-3}$).

A possível justificativa para o discreto aumento de seus valores absolutos é devida à diferença entre as massas específicas do calcário (retirado) e do dióxido de titânio (acrescentado). Como a quantidade de calcário no compósito é baixa e o dióxido de titânio é uma parcela deste, infere-se que a argumentação se valida.

A absorção de água entre os tratamentos dos fibrocimentos não apresentou diferença estatística, de acordo com a Figura 3. Porém, é visto que ocorreu uma diminuição nos valores absolutos obtidos.

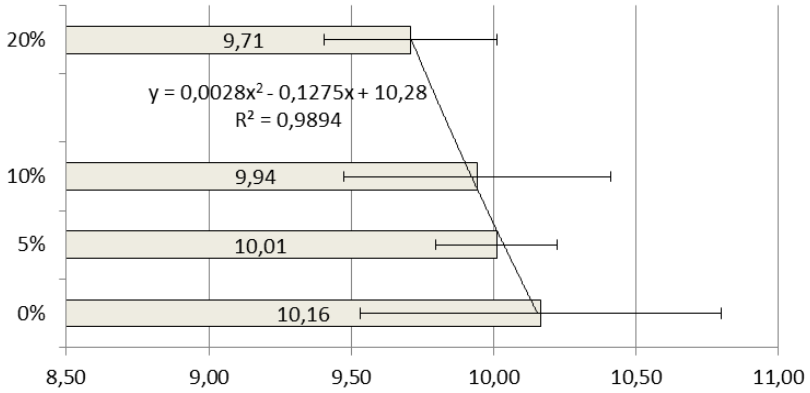


Figura 3. Valores médios de absorção de água (%).

Como a absorção de água de um material está diretamente relacionada à sua porosidade, como esperado a partir dos resultados da Figura 3, este parâmetro não se alterou estatisticamente entre os tratamentos (Figura 4).

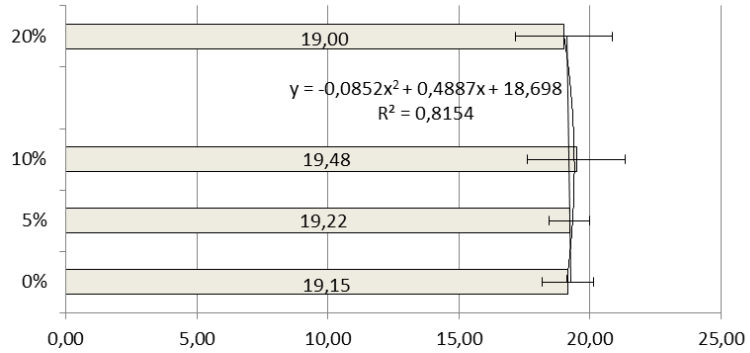


Figura 4. Valores médios de porosidade (%).

Os resultados obtidos para porosidade e absorção de água podem ser ratificados pelas imagens de microscopia eletrônica por varredura (MEV), mostradas na Figura 5, já que não se observam diferenças significativas de quantidade e dimensão de poros, assim com não apresentam fissuras ou heterogeneidade na pasta de cimento devida à inserção de TiO_2 entre os diversos tratamentos.

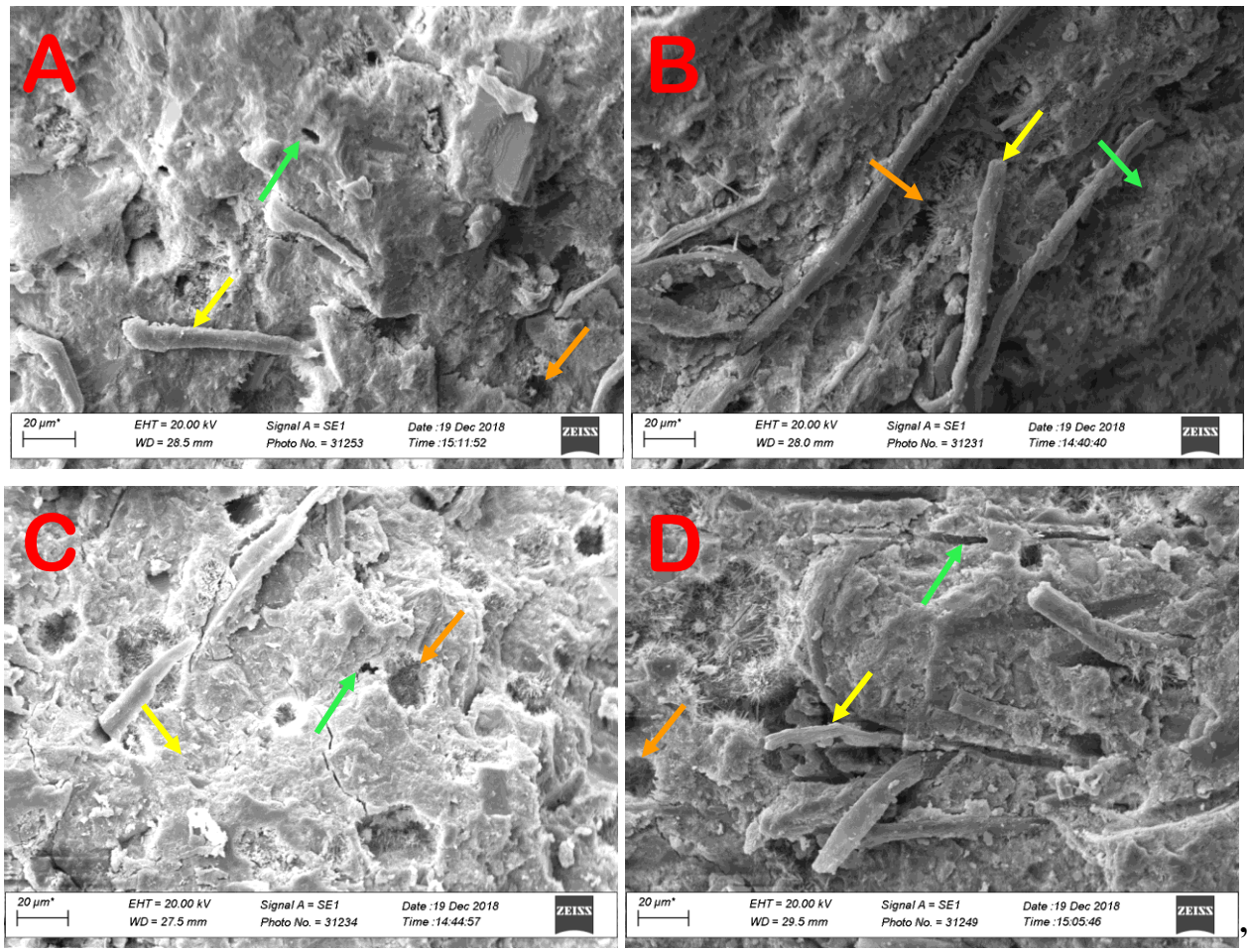


Figura 5. Microestrutura dos corpos de prova.
0% de TiO_2 (A), 5% de TiO_2 (B), 10% de TiO_2 (C), 20% de TiO_2 (D).

Nas imagens A, B, C e D podem ser observadas as fibras (setas amarelas), poros com produtos de hidratação do cimento (setas laranjas), locais de arrancamento das fibras (setas verdes). Estas particularidades relacionadas apresentam distribuição regular entre as imagens, confirmando que os diversos teores de TiO_2 inseridos não interferiram na porosidade e na absorção de água dos fibrocimentos.

CONCLUSÃO

A inserção de dióxido de titânio em substituição parcial do calcário na fabricação de fibrocimentos se mostrou viável, quanto aos índices físicos avaliados, já que não foram observadas diferenças significativas entre os diversos teores inseridos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 15575-1: Edificações Habitacionais − Desempenho Parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

BALTAR, C. A. M.; SAMPAIO, J. A.; ANDRADE, M. C.; PINTO, D. C. Minerais de Titânio. Comunicação Técnica elaborada para o Livro Rochas Minerais Industriais: Usos e Especificações, Parte 2 – Rochas e Minerais Industriais: Usos e Especificações, Capítulo 37 – pág. 841 a 863, Rio de Janeiro-RJ, dezembro de 2008.

CASSAR, L. Photocatalysis of cimentitious materials: clean buildings and clean air. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. MRS Bulletin n. 9.

CHAVES, A. M. V. A. Patologia e reabilitação de revestimentos de fachadas. 2009. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2009.

CHEW, M. Y. L.; TAN, P. P. Staining of facades. Singapore: World Scientific, 2003.

CINCOTTO, M. A. Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações. Tecnologia de edificações. São Paulo: PINI/IPT, 1988. p. 549-554.

DIAMANTI, M. V.; ORMELLESE, V.; PEDEFERRI, M. P. Characterization of photocatalytic and superhydrophilic properties of mortars containing titanium dioxide. Cement and Concrete Research, v. 38, n. 11, p. 1349-1353, jul. 2008.

FUJISHIMA, A.; RAO, T.; TRYK, D. Titanium dioxide photocatalysis. Journal of Photochemistry and Photobiology, n. 1, p. 1-21, 2000.

FUJISHIMA, A.; ZHANG, X. Titanium dioxide photocatalysis: present situation and future approaches. Comptes Rendus Chimie, v. 9, n. 8, p. 750-760, 2005.

GRAZIANI, L.; QUAGLIARINI, E.; OSIMANI, A.; AQUILANTI, L.; CLEMENTI, F.; YÉPRÉMIAN, C.; LARICCIA, V.; AMOROSO, S.; D'ORAZIO, M. Evaluation of inhibitory effect of TiO2 nanocoatings against microalgal growth on clay brick façades under weak UV exposure conditions. Building and Environment, n. 64, p. 38-45, 2013.

LACEY, M.; SCHIRMER, W. O uso da fotocatálise para a desinfecção e desodorização do ar interno. Ambiência: revista do setor de ciências agrárias e ambientais. v. 4. n. 2. p. 309-325. Maio-ago. 2008.

MARANHÃO, F. Método para redução de mancha nas vedações externas de edifícios. 2005. 106f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MELO, J. Desenvolvimento de peças pré-moldadas de concreto fotocatalíticas para pavimentação e purificação do ar. 2011. 191f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

PEREIRA, M. A. C.; JALALI, S.; PACHECO TORGAL, F. Argamassas aditivadas com Dióxido de Titânio: uma solução eficaz no combate aos graffitis. Materiais de Construção, p. 42-45, 2009.

PETRUCCI, H. M. C. A alteração da aparência das fachadas dos edifícios: interação entre as condições ambientais e a forma construída. 2000. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

TAXA DE PRENHEZ EM VACAS BÚFALAS SUBMETIDAS À IATF, UTILIZANDO PROTOCOLOS OVSYNCHPLUS OU PROGESTERONA

Luan Borges Souza[1]; Renata Rocha Vidal[2]; Ana Beatriz Silva Dias[2]; Andreia de Sousa Oliveira[2]; Alessandra dos Santos Belo Reis[3]; KedsonAlessandri Lobo Neves[4]

[1]Bacharel em Medicina Veterinária da Universidade da Amazônia (UNAMA), Rua Rosa Vermelha, 335 – Aeroporto Velho, PA, 68010-200, Brasil.
[2] Estudante de graduação de Zootecnia, Instituto de Biodiversidade e Florestas (UFOPA), Santarém, Pará. vidalrenata11@gmail.com
[3]Professora do curso de Medicina Veterinária da Universidade da Amazônia (UNAMA), Rua Rosa Vermelha, 335 – Aeroporto Velho, PA, 68010-200, Brasil.[4]Professor adjunto; Instituto de Biodiversidade e Florestas (UFOPA)

RESUMO: Os búfalos sofrem grandes influências externas que limitam sua eficiência reprodutiva. O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta ovariana e a taxa de prenhez após protocolos Ovsynch plus e Progesterona. Foram utilizadas vacas búfalas (n = 24), 40-60 dias pós-parto e média de ECC de 2,78. As vacas do grupo Ovsynch plus, no D0 e D9 receberam GnRH intramuscular, além disso, no D7 foram administrados 4,0mg de PGF2α e 400UI de eCG intramuscular. A inseminação foi realizada 16:00h após o segundo GnRH. Vacas no protocolo à base de progesterona no D0 receberam implante de progesterona e benzoato de estradiol intramuscular. NoD9, os implantes foram removidos e administrados 4,0 mg de PGF2α intramusculare 400 UI de eCG intramuscular. NoD11 as vacas receberam injeção de GnRH. A inseminação foi realizada 16:00h após. As análises estatísticas foram realizadas por meio de médias ± DP (desvio padrão). O diâmetro máximo do Folículo dominante foi de 14,22 ± 2,67mm contra 11,91 ± 1,46mm, o diâmetro máximo do Folículo ovulatório foi de 14,04 ± 3,32mm contra 12,46 ± 1,73mm, no grupo Ovsynch plus e P4, respectivamente. O tempo de ovulação após oGnRH foi de 43,2h versus 41,78h. As taxas de prenhez (TP) foram 33,33% versus 58,33% nos grupos Ovsynch plus e P4, respectivamente. O uso de protocolos à base de P4 em um programa de IATF, em Búfalo, melhora a TP em comparação com os protocolos Ovsynch plus.
Palavras-chave: bubalinos, reprodução, melhoramento, genética, Amazônia.

INTRODUÇÃO

O búfalo doméstico possui como característica notável em relação à sua reprodução, a sazonalidade, ou seja, apresentam atividade reprodutiva em determinado período do ano, relacionadas ainda a fatores genéticos e ambientais (Torres-Junior et al., 2016). Desta forma, a eficiência reprodutiva é afetada nos bubalinos pelo anestro estacional, nos meses de verão e pela baixa expressão de estros nos animais cíclicos (Sharmaet al., 2017).

Segundo estimativas recentes, o rebanho bubalino brasileiro gira em torno de 1.189.069 cabeças e a paraense em torno de 390.775 cabeças (MAPA, 2015).

Apesar de possuírem grande parcela na produção mundial de leite e carne, a reproduçãodos búfalos fica comprometida por fatores como puberdade tardia, menores reservas ovarianas, anestro sazonal, pouca expressão de estro, tempo de ovulação impreciso, baixa fertilidade com sêmen congelado e maior incidência de perdas embrionárias (Arshadet al., 2017).

A sincronização da ovulação e os protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em búfalas possuem como características principais, a eliminação da detecção do estro (Pereira, 2008). Devido a esses fatores, a IATF é utilizada para induzir a ciclicidade e melhorar os índices reprodutivos de vacas bubalinas, principalmente em anestro (Carvalho et al., 2016; Monteiro et al., 2016).A utilização de tecnologias apropriadas conduz ao aumento de produtividade e redução de impactos ambientais e sociais. Ambientais, porque permitem aumentar a produção sem necessidade de abertura de novas áreas, diminuindo a pressão de desmatamento.

Diversos protocolos já foram utilizados, obtendo graus variáveis de sucesso. O protocolo Ovsynch é capaz de induzir ciclicidade em búfalas e sincronizar o estro, uma vez que, ele é baseado em GnRH (hormônio liberador de gonadotrofinas) (Pursley, MeeeWiltbank, 1995). No entanto, este protocolo foi programado para sincronização de estro e ovulação em animais já cíclicos, apresentando baixa fertilidade nos animais em anestro (Gümen, Guenther&Wiltbank, 2003).

Como forma de reduzira baixa fertilidade no período de anestro, utiliza-se dispositivos intravaginais contendo progesterona, combinado com GnRH e eCG (gonadotrofina coriônica equina) (Carvalho et al., 2013), os quais são amplamente utilizados em vacas bovinas de corte com alta incidência de anestro ou escore de condição corporal (ECC) baixo, devido a similaridade do ciclo folicular (Pereira 2008).

Desta forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar as respostas ovarianas através de ultrassonografia e a taxa de prenhez em fêmeas bubalinas, com o uso de dois protocolos de IATF, Ovsynchplus e Progesterona.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma propriedade denominada fazenda Santo Antônio, localizada no município de Mojuí dos Campos – Pará, latitude 02º10'17 S e longitude 56º44'42'' W. O clima é quente e úmido (Am_4) (MARTORANO et al., 2017). Foram utilizadas 24 búfalas, da raça Murrah com idade entre 36 a 90 meses, multíparas, escore de condição corporal (ECC) médio de 2,78 (classificado de 1 a 5, 1 = magra e 5 = obesa) (AYRES et al., 2009), criadas em sistema extensivo com pastagem de *Panicummaximum*cultivar Mombaça, os animais foram divididos em 2 grupos. No grupo 1 (G1) foi realizado o protocolo 1 (Ovsynchplus), e no grupo 2 (G2) foi realizado o protocolo 2 (progesterona), de acordo com a figura 1 e 2, respectivamente. O Período experimental foi de julho de 2017 a janeiro de 2018.

Delineamento Experimental

As fêmeas foram avaliadas 10 dias antes do início do tratamento experimental,quanto à integridade reprodutiva, utilizando ultrassonografia transretal. As fêmeas foram aleatoriamente divididas, de acordo com o ECC, em dois grupos. Grupo OvsynchPlus e Grupo P4.

Grupo Ovsynch Plus

No dia zero (D0) às 16:00h foi utilizado US (ultrassonografia) para avaliar as estruturas ovarianas (folículos e presença de corpo lúteo (CL)), em seguida foi administrado 2,5ml de Hormônio Liberador de Gonadotrofinas – GnRH (SincroForte® Ouro Fino® 0,04mg) por via intramuscular (IM) profunda, usando seringa de 3ml e agulha 40x12. No dia sete (D7) às 16:00h foi utilizado US para avaliar o tamanho do folículo dominante e a presença ou não de CL, em seguida foi administrado 2ml de Cloprostenol (Sincrocio® Ouro Fino® 25mg $PGF_{2\alpha}$) por via IM e 400UI de Gondotrofina Coriônica equina-eCG (SincroeCG® Ouro Fino® 6.000UI). No dia nove (D9) às 16h foi utilizado US para verificação do tamanho do maior folículo dominante, em seguida administrado 2,5ml de GnRH (SincroForte® Ouro Fino®) por IM. No dia dez (D10) às 8:00h foi utilizado US para verificar o tamanho do folículo ovulatório e em seguida a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) (Figura1).

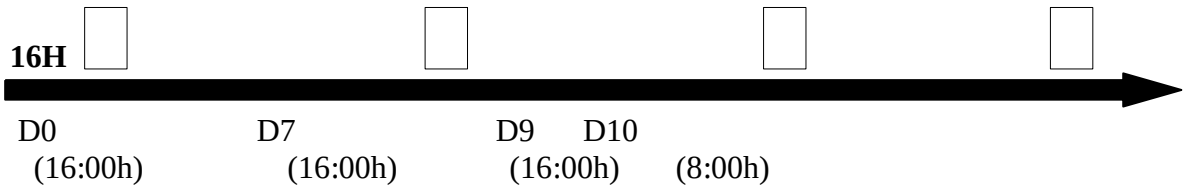


Figura 1. Figura referente ao uso do protocolo Ovsynch-eCG, utilizado no grupo Ovsynchplus.

Grupo Progesterona (P4)

No dia zero (D0) às 16:00h foi utilizado US para avaliar as estruturas ovarianas, (folículos e presença de corpo lúteo (CL)), em seguida introduziu-se o dispositivo intravaginal à base de progesterona (Sincrogest® Ouro Fino® 1g P4) e foi administrado via intramuscular (IM) profunda 2ml de Benzoato de Estradiol (RIC_BE® Tecnopec® 2mg BE) usando seringa de 3ml e agulha 40x12. No dia nove (D9) às 16:00h foi utilizado US para avaliar o tamanho do folículo dominante, em seguida administrou-se 2ml de Cloprostenol (Sincrocio® Ouro Fino® 25mg $PGF_{2\alpha}$) por via IM e 400UI de Gonadotrofina Coriônica equina-eCG (SincroeCG® Ouro Fino® 6.000UI). No dia onze (D11) às 16:00h foi utilizado US para verificação do tamanho do maior folículo dominante, em seguida administrado 2,5ml de GnRH (SincroForte® Ouro Fino®) por IM. No dia doze (D12) às 8:00h foi utilizado US para verificar o tamanho do folículo ovulatório e em seguida realizada a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). (Figura 2).

A inseminação artificial, nos dois grupos, foi realizada pelo mesmo técnico, utilizando sêmen congelado, com concentração de 25 (vinte e cinco) milhões de espermatozoides por 0,5ml, foram utilizados sêmen de 2 (dois) diferentes touros.

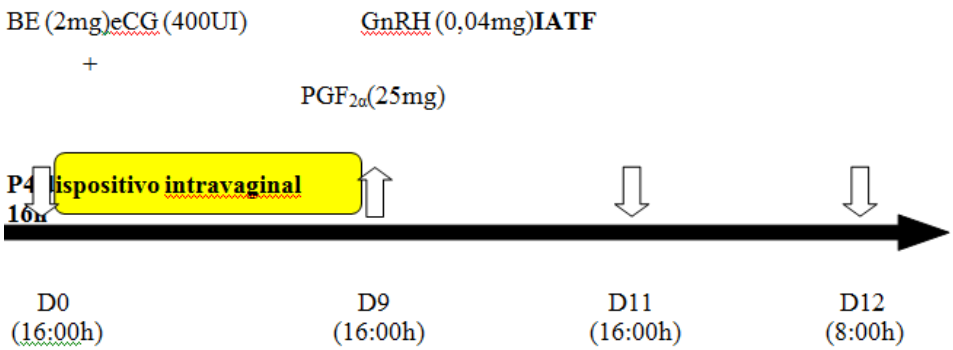


Figura.2. Figura referente ao uso do protocolo P4-eCG, utilizado no Grupo P4.

Dinâmica Folicular

A atividade ovariana foi monitorada por ultrassonografia transretal, por um mesmo operador, utilizando US (Mindray, DP20, 7,5MHZ transdutor linear). Exames ultrassonográficos foram feitos nos dias D0, D7, D9, D10, D11, D12 e a partir do D10 (protocolo Ovsynchplus) e D12 (protocolo P4) (figuras 3 e 4, respectivamente) de 12 em 12h até constatação da ovulação ou até 96 horas após a segunda dose de GnRH. Após 35 dias da inseminação foi realizado novo exame ultrassonográfico para detecção de prenhez, caracterizada pela presença de embrião viável, com batimento cardíaco.

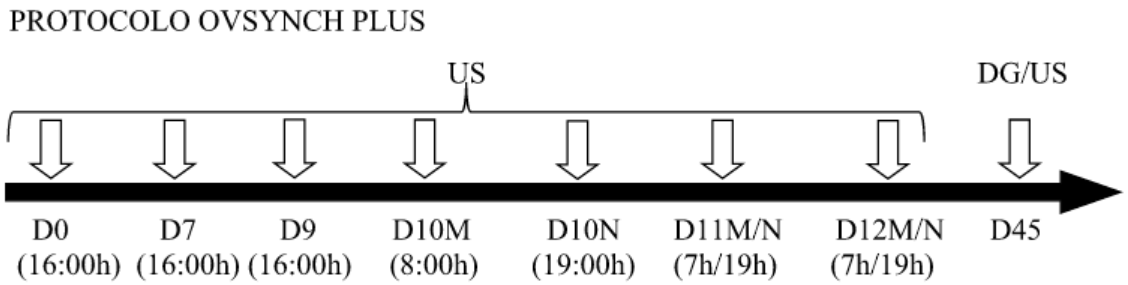


Figura 3: Dinâmica folicular do início do protocolo (D0) até o diagnóstico de gestação (D45).

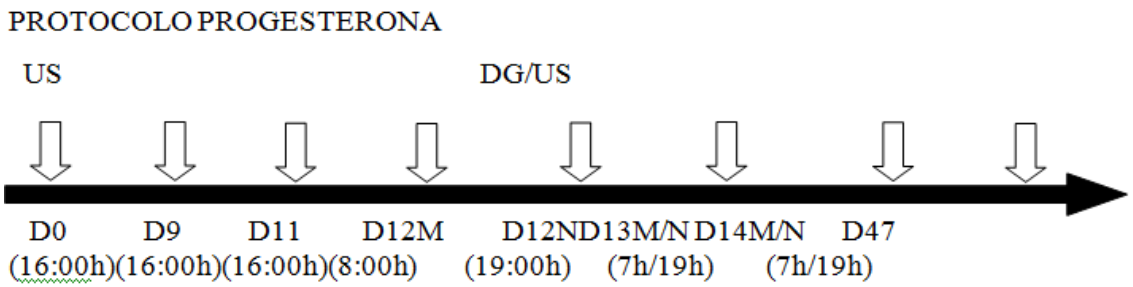


Figura 4: Dinâmica folicular do início do protocolo (D0) até o diagnóstico de gestação (D47).

Análise Estatística

Os dados referentes à dinâmica folicular e taxa de prenhez foram analisados utilizando estatística descritiva, através do programa excel (Office®, versão 2013,Microsoft, Brasil), com obtenção de médias e desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resposta Ovariana ao GnRH

A taxa de ovulação ao primeiro e segundo GnRH, foi de 75% e 66,6%, respectivamente, no grupo Ovsynchplus (gráfico1). Os dados referentes ao tamanho do folículo ovulatório, mostraram que animais de folículos pequenos (8,88±0,2mm) no momento do segundo GnRH, não responderam ao tratamento. Dados similares foram encontrados por Sharmaet al. (2017), ao avaliar o efeito do eCG adicionado ao protocolo Ovsynch. O tamanho do folículo ovulatório está relacionado ao número de receptores de LH, para resposta ao pico de LH e posterior ovulação, já discutido por Pursley, Mee&Wiltbank (1995) que observaram que animais com folículos menores que 8,0mm de diâmetro não respondem ao GnRH, devido menor número de receptores nas células da granulosa. Ramounet al. (2017) provaram também em estudos recentes que protocolos de ovulação à base de GnRH, com folículos menores que 11mm apresentavam baixas concentrações circulantes de estradiol e menores taxas de prenhez em vacas bovinas.

No grupo P4 a taxa de ovulação foi de 83,33% (gráfico1), portanto, maior que quando comparado aos dois momentos do grupo Ovsynch.Arshadet al. (2017) encontraram taxa de ovulação de 88% em protocolos de sincronização em bubalinos, baseados em P4 e GnRH, superior, portanto, ao encontrado neste trabalho.Naseer et al.(2011) observaram o efeito positivo na resposta ovariana com presença de folículos acima de 9mm, além dos sinais característicos de estro como edema de vulva, aumento na produção de estrógeno com liberação de muco cristalino e tonicidade uterina. Haider et al. (2015) em seu experimento, o qual avaliavam o efeito na taxa de prenhez de búfalas, após o uso de dispositivos intravaginaiscom ou sem a administração de GnRH, que protocolos à base de progesterona juntamente com GnRH obtiveram taxas de ovulação de 94%, o qual corrobora com o achado de Rhodes et al. (2002) que protocolos à base de P4-GnRH em vacas em anestro, eleva as concentrações de estrógeno, juntamentecoma pulsação de LHe crescimento do folículo dominante e, por conseguinte, induz a ovulação.

Tempo de Ovulação após oGnRH no protocolo Ovsynch Plus e P4.

A segunda dose de GnRH no protocolo Ovsynch Plus e a dose única no P4, tem como objetivos a sincronização da ovulação. No grupo P4, o tempo médio de ovulação após o GnRH, foi de 41,78 (Tabela1). Carvalho et al. (2013) utilizando protocolo em búfalos à base de progesterona, obtiveram média de 28,6h, portanto inferior ao presente trabalho, no protocolo P4. No entanto, Haider et al. (2015) indicaram índices maiores que os comparados com os dois trabalhos, o qual obteve intervalo médio de 68,4h, no protocolo CIDR-GnRH, porém inferior quando comparado com o uso somente do dispositivo à base de progesterona sem adição de GnRH, 76,13h, com tempo médio de ovulação após aplicação de GnRH em búfalas utilizadas no protocolo CIDR-GnRH de 32,4h.

Taxa de Concepção

Apesar de obter uma taxa de ovulação consideravelmente razoável, de 66%, o protocolo Ovsynchplus apresentou taxa de prenhez baixa, de 33% (tabela1). No entanto, um aspecto importante a se considerar é que 75% dos animais que ovularam após o primeiro GnRH, depois da segunda dose, conseguiram ficar gestantes.Baruselliet al. (2009) também encontraram taxas inferiores, 31,4%, em animais com ECC $\leq$ 3,0, as vacas se encontravam no período reprodutivo (outono e inverno), confrontando com o presente trabalho (verão). Demonstra-se que a adição de eCG além de aumentar o tamanho do folículo dominante, consequentemente o folículo ovulatório, eleva o índice de prenhez, em búfalas com baixa condição corporal e fora da estação reprodutiva. Com o uso do protocolo Ovsynch sem administração de eCG.Baruselliet al. (2002) obtiveram índice de 28,2% de prenhez, fora da estação reprodutiva, inferior ao comparado com este trabalho.

A taxa de prenhez obtida no protocolo P4 foi de 58,33% (tabela1), dados similares foram encontrados por Gutiérrez-Añezet al. (2017) quando avaliaram a taxa de concepção de animais usando dispositivos intravaginaisà base de progesterona comdiferentes concentrações. Negliaet al. (2018), estudaram o efeito dos protocolos de ressincronização e a taxa de prenhez em búfalas fora da estação reprodutiva, encontraram taxa de 56,6%, de prenhez, utilizando protocolos à base de P4.

Tabela 1. Valores referentes às mensurações foliculares dos protocolos Ovsynchplus e P4, fol. dominante, fol. ovulatório, tempo de ovulação e taxa de prenhez.

VARIÁVEL	OVSYNCH PLUS	P4
VACAS	12	12
D0 (mm)	8,49±1,70	10,3±3,82
D7 (mm)	8,63±3,27	-
D9 (mm)	12,45±3,64	9,7±1,86
D10 (mm)	12,61±3,78	-
D11 (mm)	-	11,14±2,96
D12 (mm)	-	11,41±2,86
Fol. Dominante (mm)	14,22±2,67	11,91±1,46
Fol. Ovulatório (mm)	14,04±3,32	12,46±1,73
Tempo de ovulação (h)	43,2±7,15	41,78±10,69
Taxa de prenhez %	33,33	58,33

Abreviações: Fol, folículo. D, dia.

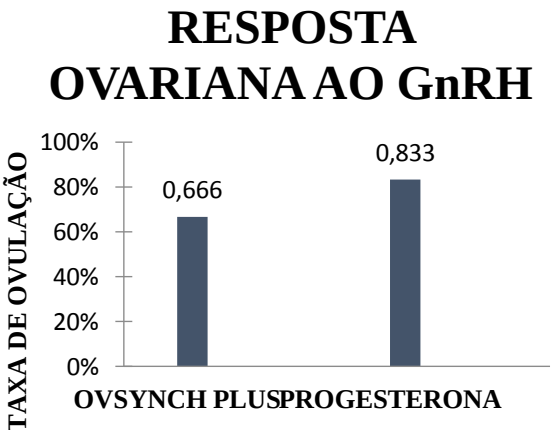


Gráfico 1. Resposta ovariana após administração de GnRH.

CONCLUSÃO

O tratamento da sincronização do estro e ovulação com o uso de protocolos à base de Progesterona em búfalos foi mais eficiente que o protocoloOvsynchplus, à base de GnRH,uma vez que o protocolo com P4, aumentou a taxa de ovulação e, por conseguinte, a taxa de prenhez em búfalos submetidos à IATF, elevando assim a taxa de desfrute da fazenda, permitindo que o produtor intensifique a produção de carne e leite hectare/ano sem necessidade de ampliação de fronteiras agrícolas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYRES, H., FERREIRA, R. M., TORRES-JÚNIOR, J. R. S., DEMÉTRIO, C. G. B., DE LIMA, C. G., BARUSELLI, P. S. Validation of body condition score as a predictor of subcutaneous fat in Nelore (*Bosindicus*) cows, Livest. Sci, 123, 175-179. 2009.

BARUSELLI, P. S., CARVALHO, N. A. T., HENRIQUEZ, C. E. P., AMARAL, R., NICHI, M. Synchronization of ovulation for timed artificial insemination during the off breeding season in the buffalo. *In*: Buffalo Symposium of Americas, 1, 2002, Belém, PA. *Proceedings.*Belém: BSA, 2002. p.418-420.

BARUSELLI, P. S., CARVALHO, N. A. T., JACOMINI, J. O. 2009. Eficiência uso da inseminação artificial em búfalos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal.* Supl., Belo Horizonte, n. 6, p. 104-110 dez. 2009.

CARVALHO, N.A., SOARES, J.G., AND BARUSELLI, P. S. 2016.Strategies to ever come seasonal anestrus in water buffalo, *Theriogenology,* 86(1), 200-206.

CARVALHO, N.A.T., SOARES, J.G., PORTO FILHO, R.M., GIMENES, L.U., SOUZA, D.C., NICHI, M., SALES J.S., BARUSELLI P.S. 2013.Equine chorionic gonadotropin improves the efficacy of a timed artificial insemination protocol in buffalo during the nonbreeding season. *Theriogenology*79. 2013. 423-428.

GUTIÉRREZ-AÑEZ, J.C., PALOMARES, R.A., JIMÉNEZ-PINEDA, J.R., CAMACHO, A.R., PORTILLO-MARTÍNEZ, G.E. 2017.Pregnancy rate in water buffalo following fixed-timed artificial insemination using new or used intravaginal devices with two progesterone concentrations. *Tropical animal health and production*.

GUMEN, A., GUENTHER, J.N., & WILTBANK, M.C. 2003.Follicular size and response to Ovsynch versus detection of Estrus in anovular and ovular lactating dairy cows.*Journal of Dairy Science,* 86, 3184-3194.

HAIDER, M. S., HASSAN, M., KHAN, A. S., HUSNAIN, A., BILAL, M., PURSLEY, J. R., AHMAD, N. 2015.Effect of timing of insemination after CIDR removal with or without GnRH on pregnancy rates in Nili-Ravi buffalo.*Animal Reproduction Science* 163 (2015) 24-29.

MARTORANO, L. G., VITORINO, M. I., DA SILVA, B. P. C., DE MORAES, J. R. S. C., LISBOA, L. S., SOTTA, E. D., REICHARDT, K. Climate conditions in the eastern amazon: Rainfall ariability in Belem and indicative of soil water déficit. *AfricanJournalof Agricultura Research*, v.12, p.1801-1810, 2017.

MAPA 2015. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dados de rebanho bovino e bubalino no Brasil – 2015.

MONTEIRO, B.M., DE SOUZA, D.C., VASCONCELLOS, G.S., CORRÊA, T. B., VECCHIO, D., DE SÁ FILHO, M.F., CARVALHO, N.A., AND BARUSELLI, P. S. 2016. Ovarian responses of dairy buffalo cows to timed artificial insemination protocol, using new or used progesterone devices, during the breeding season (autumn-winter), *Animal Science Journal,* 87(1), 13-20.

NASEER, Z., AHMAD, E., SINGH, J., AHMAD, N., 2011. Fertility following CIDRbased synchronization regimens in anoestrousNili-Ravi buffaloes.*Reproduction Domestic Animal.*46, 814–817.

NEGLIA, G., CAPUANO, M., BALESTRIERI, A., CIMMINO, R., IANNACCONE, F., PALUMBO, F., PRESICCE, G.A., CAMPINILE, G. 2018.Effect of consecutive re-synchronization protocols on pregnancy rate in buffalo (*Bubalusbubalis*) heifers out of the breeding season. *Theriogenology.* 2018.

PERERA, B.M.A.O. 2008.Reproduction in domestic buffalo, *Reproduction in Domestic Animals,* 43 Suppl 2, 200-206.

PURSLEY, J.R., MEE, M.O., & WILTBANK, M.C. 1995.Synchronization of ovulation in dairy cows usingPGF2α andGnRH.*Theriogenology,* 44, 915-923. 1995.

RAMOUN, A. A., EMARA, A. M., HELEIL, B. A., DARWEISH, S. A., ABOU-GHAIT, H. A. 2017. Hormonal profile and folicular dynamics concurrent with CIDR and insulin modified Ovsynch TAI programs and their impacts on the fertility response in buffaloes. *Theriogenology*. 104 (2017) 205-210.

RHODES, F., BURKE, C., CLARK, B., DAY, M., MACMILLAN, K., 2002. Effect oftreatment with progesterone and oestradiol benzoate on ovarianfollicular turnover in postpartum anoestrous cows and cowswhichhave resumed oestrous cycles. *Animal Reproduction Science*. 69, (2002) 139–150.

TORRES-JÚNIOR, J. R. DE S., RIBEIRO, D. L. S., PEREIRA, H. G., FRANÇA, I. G. 2016. Sazonalidade reprodutiva de bubalinos *(Bubalusbubalis)* em regiões equatorial e temperada *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, v. 40, nº 4, p. 142-147, out./dez. 2016.

AVALIAÇÃO DA AMBIÊNCIA EM UMA INSTALAÇÃO COMPOST BARN, EM CONDIÇÕES DE CLIMA SEMIÁRIDO, UTILIZANDO BAGANA DE CARNAÚBA COMO MATERIAL DE CAMA

Lucas Correia de Sampaio[1]; Marília Lessa de Vasconcelos Queiroz[1]; Maria Simone Mendes Peixoto[1]; Vinícius de Sena Sales Viana[2]; Lucas Batista Saraiva da Costa; Jennifer Araripe da Costa[1]; José Antonio Delfino Barbosa Filho[1]

[1]Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza-CE. lucassampaiolcs@gmail.com, simone.neambe@gmail.com, marilialvqueiroz@gmail.com, lucassbatistaa@hotmail.com, jenniferararipe@gmail.com, zkdelfino@gmail.com,
[2]Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. viniciussaless@live.com

RESUMO – Foi avaliada a ambiência de uma instalação de confinamento tipo Compost barn para bovinos leiteiros, onde foi usado como material de cama a bagana de carnaúba, material encontrado em abundância na região. Foram realizados cinco dias de coletas de dados, em que foram medidas: temperatura e umidade relativa do ar, através de miniestações meteorológicas, a temperatura superficial da cama com o uso de uma câmera termográfica. A frequência respiratória dos animais foi coletada para avaliar a resposta fisiológica dos animais ao ambiente. As avaliações foram feitas em dois turnos, manhã e tarde. A análises estatísticas dos dados foram realizadas com o auxílio do *software* Minitab 16. Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva básica, para verificação da normalidade dos dados. Após a verificação da normalidade foi realizado o teste de hipóteses t de Student, a 5% de significância. No período da manhã, a média de temperatura do ar registrada foi de 28,8ºC e umidade relativa do ar igual a 57%, enquanto no período da tarde a média da temperatura do ar alcançou 33,1ºC e a umidade relativa do ar caiu para 45%, o que já era esperado devido ao aumento natural da temperatura do ar no turno da tarde. A frequência respiratória no turno da manhã foi considerada dentro da faixa normal sendo 48 mov.min^{-1}, enquanto a tarde esse valor alcançou a média de 74 mov.min^{-1}, o que é um indicativo de que os animais estavam em situação de desconforto térmico. A partir do estudo, foi observado que a instalação conseguiu manter um microclima dentro da faixa recomendada para os animais no turno da manhã, mesmo com as temperaturas da região acima da faixa considerada ideal para a criação de bovinos de leite. No turno da tarde a média da temperatura do ar ficou acima do ideal. Os baixos valores de umidade relativa do ar ajudaram esses animais a serem mais eficientes em suas trocas térmicas o que refletiu na frequência respiratória do turno da manhã, que ficou dentro do considerado normal.
Palavras-chave: ambiência, bovinocultura, Compost barn.

INTRODUÇÃO

O Compost barn é um sistema alternativo para a criação de vacas leiteiras em confinamento. Este tipo de instalação é composto basicamente por uma grande área de

cama comum (área de descanso), que geralmente, é composta por maravalha ou serragem, mas devido ao alto preço desses insumos, em algumas regiões, materiais alternativos podem ser utilizados para reduzir os custos (SHANE *et al*., 2010). Esta cama é separada do corredor de alimentação ou cocho por uma mureta de concreto. A vantagem dessa instalação é o aumento do conforto dos bovinos leiteiros, que dispõem de uma maior área de descanso e tem maior liberdade para expressar seus comportamentos naturais. O diferencial deste sistema é a compostagem que ocorre ao longo do tempo com o material da cama e a matéria orgânica dos dejetos dos animais. (BARBERG *et al*., 2007).

Devido ao impacto positivo do sistema, ele também começou a ser utilizado no Brasil, porém por ser uma tecnologia recente, tendo sido adotado pela primeira vez no ano de 2011, faltam estudos a respeito do manejo em sistemas Compost barn. Principalmente dentro das condições climáticas brasileiras, necessitando, portanto, que mais pesquisas sejam realizadas para que os produtores de leite possam ter auxílio na implantação e adequação do sistema a sua realidade (MOTA *et al*., 2017). O uso de diferentes materiais de cama, para tornar o sistema mais viável economicamente, também é um desafio.

O conforto térmico dos animais dentro da instalação é de suma importância para os bons resultados do sistema produtivo, pois quando o animal está em conforto térmico o gasto energético para manter o sistema termorregulador é mínimo, refletindo na melhora dos índices produtivos, em melhores condições sanitárias e produtivas nos animais, além de a atividade reprodutiva não ser comprometida, uma vez que o desgaste dos processos fisiológicos é mínimo. Um indicativo de conforto pode ser a observação do comportamento dos animais, frequência respiratória e temperatura corporal (BAÊTA & SOUZA, 1997).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a ambiência de uma instalação Compost barn utilizando bagana de carnaúba como material de cama, em região de clima semiárido e seu reflexo sobre os animais inseridos nesta instalação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Russas, localizado no estado do Ceará, em um galpão de confinamento do tipo Compost barn para bovinos leiteiros, onde estavam alojadas 58 vacas mestiças (*Bos taurus* x *Bos indicus*) da raça holandesa e gir. O

 ISBN: 978-85-66836-24-0

clima da região é considerado tropical semiárido, com pluviometria média de 824 mm com chuvas concentradas de janeiro a maio. A área de cama possuía 525 m², com 50 m de comprimento e 10,5 m de largura, com isso, a densidade de vacas na área de descanso era de 9,05 m². O material de cama utilizado era bagana de carnaúba. Quanto aos aspectos construtivos, o galpão era composto por telhado de duas águas, formado por telha do tipo galvanizada, o pé-direito possuía 5,0 m. Neste galpão haviam oito ventiladores distribuídos uniformemente ao longo de todo galpão.

O estudo corresponde a dados parciais de experimento de mestrado, onde se utilizou dados referentes às coletas realizadas no período de 2 a 6 de agosto de 2018. Foram realizados registros referentes às variáveis ambientais locais e às variáveis fisiológicas nos animais ao longo de cinco dias consecutivos, nos turnos da manhã e da tarde.

O monitoramento ambiental foi realizado por meio do registro da temperatura (T ar) e umidade relativa do ar (UR), coletadas através de três miniestações meteorológicas e *Data Logger*, sendo estas programadas para registrarem as informações em intervalos de 10 minutos.

O registro da frequência respiratória (FR) foi realizado no galpão Compost barn, utilizando-se a técnica de observação e contagem dos movimentos do flanco dos animais por 20 segundos, marcados com um cronômetro. O número de movimentos respiratórios contado durante 20 segundos foi posteriormente multiplicado por três, para que fosse obtida a frequência dos movimentos respiratórios por minuto.

A medida da temperatura superficial (TS) da cama foi feita através de uma câmera termográfica da marca Fluke®, posicionada a uma distância de um metro. A emissividade do visor foi ajustada para 0,75, valor considerado mais adequado para a palha, segundo Incropera e DeWitt (2003). Foram coletados valores de TS em 60 pontos equidistantes no interior do galpão. Essas medidas foram utilizadas para o cálculo da média de temperatura superficial da cama, que havia sido inserida no galpão cerca de três meses antes das coletas de dados.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software* Minitab 16. Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva básica para verificação da normalidade dos dados. Após a verificação da normalidade, foi realizado o teste de hipóteses t de Student, a 5% de significância, para duas amostras dependentes, para testar a hipótese de diferença ou igualdade entre as médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão os resultados das médias de temperatura e umidade relativa do ar no interior e na área externa ao galpão, temperatura superficial e frequência respiratória coletados no mês de agosto. Este mês, na região de estudo, é considerado de clima seco com precipitação média de 4 mm.

Foi observado que houve diferença estatística significativa ($p<0,05$), entre as médias nos turnos em todas as análises realizadas. Como esperado, no turno da tarde foram obtidas médias de temperatura do ar superiores ao turno da manhã, o que afetou o nível de umidade relativa do ar que sofreu uma redução de 12% em relação ao turno da manhã.

Tabela 1. Médias de temperatura do ar – T ar (ºC), umidade relativa do ar - UR (%) e frequência respiratória, nos turnos da manhã e tarde.

Turnos	T ar (interna)	T ar (externa)	UR (interna)	UR (externa)	Temperatura superficial da cama (bagana de carnaúba)	Frequência respiratória
Manhã	28,8*	32,8*	57*	50*	27,8*	48*
Tarde	33,1	35,3	45	45	32,4	74

Médias seguidas de ns nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$) e médias seguidas de * nas colunas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p<0,05$).

As condições ideias para vacas em lactação seriam temperaturas entre 0 a 16ºC, para *Bos taurus*, com limites críticos de -10 e 27°C; já para *Bos indicus*, entre 10 e 27°C, com limites críticos de 0 e 35°C; e para animais mestiços, estima-se limites de temperatura ideal entre 5 e 31°C, com a umidade relativa do ar entre 60 a 70% (BAÊTA & SOUZA, 2010; PEREIRA, 2005; PIRES & CAMPOS, 2003), acima dessa faixa os animais já entrariam em situação de estresse por calor. De maneira geral, nas condições climáticas do Brasil esses animais estão quase sempre submetidos ao estresse térmico, visto que o país se encontra em uma zona tropical, em que as temperaturas geralmente estão acima da faixa considerada como ideal. Foi observado nos dados coletados no período da manhã, que a média de temperatura interna se encontrou dentro do intervalo recomendado para animais mestiços, a temperatura externa do galpão se encontrava 4ºC acima da interna, demonstrando que a instalação ofereceu um microclima mais ameno aos animais.

No turno da tarde, a temperatura interna da instalação teve um média de 33,1ºC, ficando acima da faixa ideal, sendo a temperatura externa 35,3ºC, e apesar de o galpão ter proporcionado uma temperatura mais amena, essa ainda estava em fora da faixa de conforto para os animais.

As médias da UR estavam abaixo do considerado ideal, sendo 57% e 50% no turno da manhã na área interna e externa, respectivamente, e 45% à tarde no interior e exterior do galpão. Porém como as temperaturas do ar se encontravam acima da faixa recomendada, segundo Mollo Neto e Nääs (2014) a forma de perda de calor considerada mais eficiente nesta situação é a evaporativa, por meio da pele e trato respiratório, sendo esta dificultada quando a umidade se encontra elevada, devido ao nível de saturação de umidade no ar, o que aumenta o estresse térmico. Portanto o nível de umidade baixo pode ter sido positivo para o conforto térmico das vacas, uma vez que facilitou as trocas térmicas por meios evaporativos

Segundo Bewley *et at*. (2012), a temperatura superficial da cama geralmente possui um valor próximo ao valor da temperatura do ar, devido aos fatores ambientais que ajudam na dissipação do calor, como umidade, evaporação e a velocidade dos ventos. Portanto, as temperaturas superficiais da cama de bagana de carnaúba neste estudo obtiveram resultados positivos, pois não ultrapassaram a temperatura do ar em nenhum dos dois turnos, o que proporciona aos animais maior conforto térmico ao se deitarem para realizar as trocas térmicas por contato, principalmente no período da tarde em que as temperaturas foram mais altas.

A frequência respiratória (FR) dos animais apresentou um aumento de 54% entre o turno da manhã e da tarde, o que é um reflexo do aumento da temperatura do ar, que fez com que os animais aumentassem as trocas térmicas evaporativas através da respiração no turno da tarde. No período da manhã a média da FR foi de 48 $mov.min^{-1}$, que segundo Hahn e Mader (1997) é considerado normal e não indica estresse térmico, já no turno da tarde a FR chegou a média de 74 $mov.min^{-1}$. Segundo Silanikove (2000) uma frequência respiratória de 40-60; 60-80 e 80-120 mov./min, caracteriza, estresse baixo, médio-alto e alto, respectivamente. Assim, a média da FR obtida no turno da tarde indicou uma condição de estresse médio-alto, segundo este autor, evidenciando um maior nível de estresse térmico neste turno.

CONCLUSÃO

Durante o período avaliado, foi observado que no turno da manhã as temperaturas do ar no interior da instalação se mantiveram dentro da faixa considerada ideal para as vacas em lactação, o que não aconteceu no turno da tarde. A umidade relativa do ar esteve abaixo da recomendada para estes animais. Entretanto, a baixa umidade pode ter tido um impacto positivo no conforto dos animais, pois facilitou as trocas térmicas por meio de processo evaporativo, o que pode ser observado através da frequência respiratória, que esteve dentro do considerado normal no período da manhã. O material de cama utilizado apresentou um desempenho positivo, pois a média da temperatura superficial da cama não ultrapassou os valores da média temperatura do ar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A.; RENEAU J, K. Performance, health and well-being of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.1575-1583, 2007

MOLLO NETO, M.; NÄÄS, I.A. Software de agricultura de precisão para monitorar parâmetros ambientais de conforto térmico na bovinocultura de leite. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.8, p.112-127, 2014.

MOTA, V. C.; CAMPOS, A. T.; DAMASCENO, F. A.; RESENDE, E. A. M.; REZENDE, C. P. A.; ABREU, L. R.; VAREIRO, T. Confinamento para bovinos leiteiros: Histórico e características. **PUBVET**, v.11, n.5, p.433-442, 2017.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais**: Conforto animal. 2ª ed. Viçosa: EDUFV, 2010, 269p.

PEREIRA, J. (2005). **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal**. FEPMVZ, Belo Horizonte.

PIRES, M. F. A; CAMPOS, A. T. Relação dos dados climáticos com o desempenho animal. In: Dados climáticos e sua utilização na atividade leiteira, 1ª ed. Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, v.1, 250p. 2003.

SHANE, E. M.; ENDRES, M. I.; JANNI, K. A. Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: A descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**, v.26, n.3, p.26-465, 2010.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, n.1, p.1-18, 2000.

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA DA CAMA DE BAGANA DE CARNAÚBA EM INSTALAÇÃO COMPOST BARN UTILIZANDO A GEOESTATÍSTICA

Lucas Correia de Sampaio[1]; Maria Simone Mendes Peixoto[1]; Marília Lessa De Vasconcelos Queiroz [1]; Vinícius De Sena Sales Viana[2]; Lucas Batista Saraiva da Costa[1]; Jennifer Araripe da Costa[1]; José Antonio Delfino Barbosa Filho[1]

[1]Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza-CE. lucassampaiolcs@gmail.com, simone.neambe@gmail.com, mariliavqueiroz@gmail.com, lucassbatistaa@hotmail.com, jenniferararipe@gmail.com, zkdelfino@gmail.com,
[2]Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG. viniciussaless@live.com

RESUMO – O estudo avaliou, no início de agosto de 2018, a utilização da bagana de carnaúba como material alternativo de cama para bovinos leiteiros em uma instalação tipo Compost Barn em município no interior do estado do Ceará. Foram realizadas coletas de dados durante cinco dias, em que as temperaturas internas e superficiais da cama foram medidas em 60 pontos no interior do galpão. As coletas eram realizadas nos turnos matutino e vespertino. Os valores de temperaturas interna e superficial dos cinco dias de coleta foram utilizados para os cálculos das médias para cada um dos pontos avaliados, com isso, foram elaborados gráficos a partir da definição dos modelos de semivariogramas. Após a definição dos modelos espaciais, foram elaborados mapas de krigagem a fim de representar as variações de temperatura ao longo do galpão. Foi observado que em ambos os turnos as temperaturas internas estavam abaixo da faixa recomendada e não havia uniformidade nas temperaturas na extensão do galpão, com uma temperatura máxima de 42,5ºC, o que indica que o processo de compostagem estava ocorrendo de forma lenta e pode ter facilitado a proliferação de agentes infecciosos, contribuindo para casos de mastite e havendo, por tanto, uma necessidade de mudanças no manejo da cama. As temperaturas superficiais não ultrapassaram os limites mensurados para a temperatura do ar, o que pode ser considerado positivo para o conforto térmico dos animais.
Palavras-chave: ambiência, bovinocultura, krigagem.

INTRODUÇÃO

A criação desse sistema Compost barn aconteceu nos Estados Unidos da América, no estado de Virginia na década de 1980, como um sistema alternativo a partir de modificações feitas no sistema de *loose housing* (WAGNER, 2002), formado por uma grande área de cama comum (área de descanso), normalmente os materiais utilizados são a maravalha ou a serragem, sendo a área de cama separada do corredor de alimentação ou cocho por um beiral de concreto (BARBERG et al., 2007b). Um ponto importante para que o sistema Compost barn funcione de forma adequada é o material de cama que será

utilizado na propriedade. Para que um material funcione adequadamente no processo de compostagem, ele precisa ser rico em carbono, possuir boa capacidade de absorção de água, promover conforto para que os animais se deitem e não deve provocar alergias as vacas (PETZEN et al., 2009).

Os materiais mais utilizados como cama no Compost barn são o pó de serra ou a maravalha (BARBERG et al., 2007a), pois, além de terem as características desejáveis ao sistema, ainda apresentam facilidade para o processo de incorporação junto aos dejetos. Esses materiais, contudo, não possuem apenas vantagens, pois possuem o custo alto para os produtores em algumas regiões, surgindo assim um interesse por alternativas de material para a cama (SHANE et al., 2010). Materiais como palha de trigo, de milho e de soja, sementes de linhaça, cascas de arroz e de café, bagaço, papel e casca de amendoim já foram testados e se mostraram eficientes e com potencial para serem utilizados sozinhos ou associados a outros materiais nos EUA (SHANE et al., 2010).

Dentro do contexto de materiais alternativos para o Compost barn surge a bagana de carnaúba, um resíduo agroindustrial da palha da palmeira *Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore, sendo gerado após extração da cera de suas folhas. Trata-se de um resíduo muito encontrado em propriedades que fazem a produção de cera de carnaúba e, usualmente, este material é visto como um resíduo da produção e é indesejável, sendo eliminado através da queima, o que aumenta ainda mais o impacto ambiental (ALVES & COELHO, 2006). Entretanto, para a utilização deste insumo são necessários dados científicos que possam avaliar o desempenho desse material na compostagem e seu custo benefício. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho térmico da bagana como material de cama alternativo para bovinos em confinamento no sistema Compost barn utilizando o método de Krigagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Russas, em um galpão de confinamento tipo Compost barn para bovinos leiteiros, O clima da região é considerado tropical semiárido com pluviometria média de 824 mm com chuvas concentradas de janeiro a maio. Estavam alojadas 58 vacas mestiças (*Bos taurus* x *Bos indicus*) da raça holandesa e gir. A área de cama possuía 525 m², com 10,5 m de largura e 50 m de comprimento, a densidade de vacas na área de descanso era de 9,05 m². O galpão era

composto por telhado de duas águas, formado por telha do tipo galvanizada. O pé direito possuía 5,0 m e possuíam oito ventiladores distribuídos uniformemente ao longo de todo galpão. Foram executados dois manejos diários para o revolvimento do material com um trator utilizando um escaficador, estes sendo realizados às 4:00h e às 16:00h, horários em que os animais estavam na ordenha.

O estudo corresponde a dados parciais de experimento de mestrado, onde se utilizou dados referentes às coletas realizadas no período de 2 a 6 de agosto de 2018, nos turnos matutino e vespertino.

A primeira medida realizada foi a temperatura superficial da cama, sendo está avaliada com o uso de uma câmera termográfica da marca Fluke® a uma distância de um metro, em que a temperatura era mensurada a partir da temperatura média da imagem, a emissividade (Ɛ) foi ajustada para 0,75, valor de referência para a palha (INCROPERA & DEWITT, 2003), pois a cama havia sido inserida no galpão a cerca de três meses anterior às coletas. Foram medidos 60 pontos equidistantes distribuídos ao longo do galpão. Foi realizada também a medida de temperatura interna da cama nos mesmos 60 pontos do galpão, com o uso de um termômetro digital, tipo espeto, a uma profundidade de 20 cm. No período da manhã as coletas foram realizadas às 9:30h, horário em que os animais eram levados para a sala de espera para o banho por aspersores, e no turno da tarde as coletas eram realizadas às 15:30h horário em que as vacas eram deslocadas para a sala de ordenha.

Os valores de temperatura interna e superficial dos cinco dias de coleta foram utilizados para os cálculos de médias para cada um dos pontos avaliados, com isso foram elaborados gráficos a partir da definição dos modelos de semivariogramas, utilizando o programa de análise geoestatística GS+™ GeoStatistics for the Environmental Sciences Version 10. Para uma melhor representação das variações de temperatura na instalação, foi utilizado o programa SURFER® (Golden Software, Inc.), para a elaboração dos mapas de interpolação por krigagem ordinária.

A Equação 1 foi utilizada para a análise geoestatística, ela faz uma estimativa da estrutura e a dependência espacial entre as observações por meio do semivariograma, para a obtenção de medidas de dependência espacial entre as variáveis estudadas.

$$\gamma(h) = \left(\frac{1}{2N(h)}\right) \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Equação 1

Onde:

h é a distância de separação entre as medidas;

N(h) é o número de pares experimentais de dados medidos de $Z(x_i)$ e $Z(x_i+h)$;

$Z(x_i)$ é o valor da variável para posição x_i não estimado (verdadeiro) considerada como uma variável aleatória, função da posição da amostragem *x*;

$Z(x_i+h)$ é o valor da mesma variável na posição x_i+h em qualquer direção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os mapas de distribuição espacial com as médias de temperatura interna encontradas no turno da manhã e tarde, respectivamente, como é possível observar existe uma concentração maior de calor no centro da instalação, onde as temperaturas chegaram a atingir a média de 42,5ºC, essa concentração de calor pode ser explicada pelo fato dessa área da instalação ter a maior concentração de animais, tornando-a mais viável para o processo de compostagem, devido a maior quantidade dejetos.

Em ambos os turnos, as faixas de temperatura alcançadas estavam abaixo dos valores recomendados para o processo de compostagem, que deve ficar entre 43,3 a 65,0°C (NRAES-54, 1992). Outro autor, ainda considera o parâmetro ideal ainda mais alto, com a faixa de temperatura variando de 54 a 65ºC, o que mostra que no galpão estudado o processo deveria estar ocorrendo de forma lenta, o que torna a cama um local muito propício a proliferação de agentes infecciosos, como os causadores da mastite ambiental (JANNI et al., 2007).

A partir dos mapas analisados foi observado que mesmo com os dois manejos de revolvimento da cama diariamente, a compostagem ainda não estava ocorrendo de forma eficiente, por conta da baixa temperatura interna e a falta de uniformidade de temperatura ao longo da instalação, necessitando por tanto, ajustes no manejo do material.

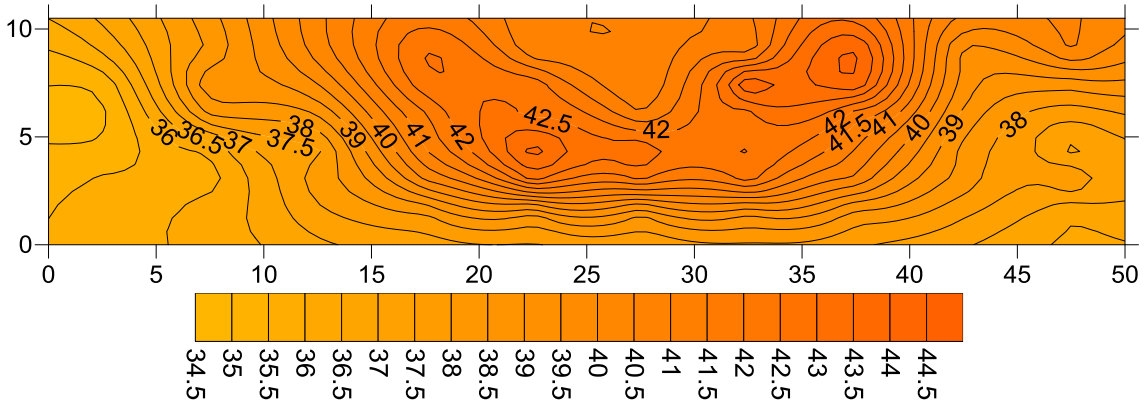


Figura 1. Distribuição espacial da temperatura interna da cama (ºC) de bagana de carnaúba, em galpão de confinamento tipo Compost Barn, no turno da manhã.

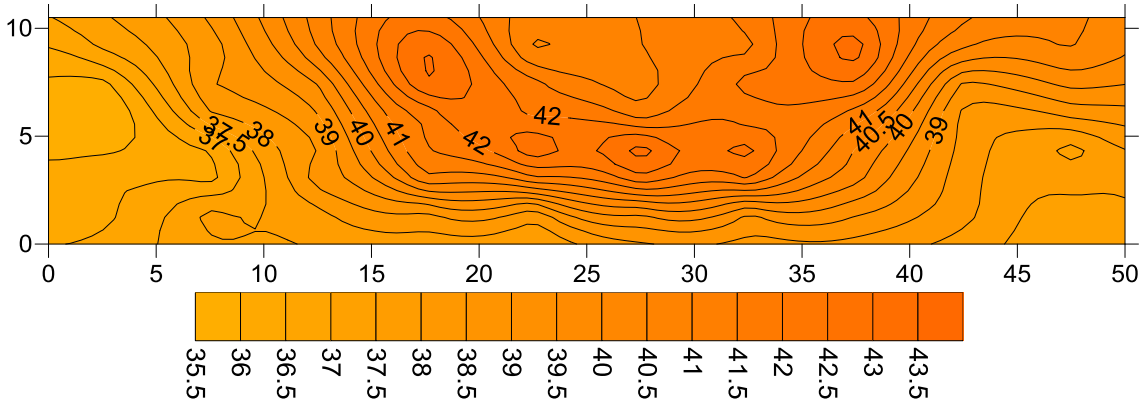


Figura 2. Distribuição espacial da temperatura interna da cama (ºC) de bagana de carnaúba, em galpão de confinamento tipo Compost Barn, no turno da tarde.

As Figuras 3 e 4 apresentam o mapa de distribuição espacial com as médias de temperatura superficial encontradas no turno da manhã e tarde, respectivamente, como é possível observar o centro da instalação foi o local onde houveram temperaturas mais amenas em ambos os turnos, possivelmente por essa região da instalação não sofrer incidência de radiação solar em nenhum dos dois turnos analisados, o que explica a maior concentração dos animais nesse local. Já as extremidades do galpão apresentaram zonas mais quentes possivelmente devido a maior incidência da radiação solar em parte da manhã e próximo ao final da tarde. As temperaturas superficiais se mantiveram próximas dos valores de temperaturas do ar na maior parte do galpão, em ambos os turnos.

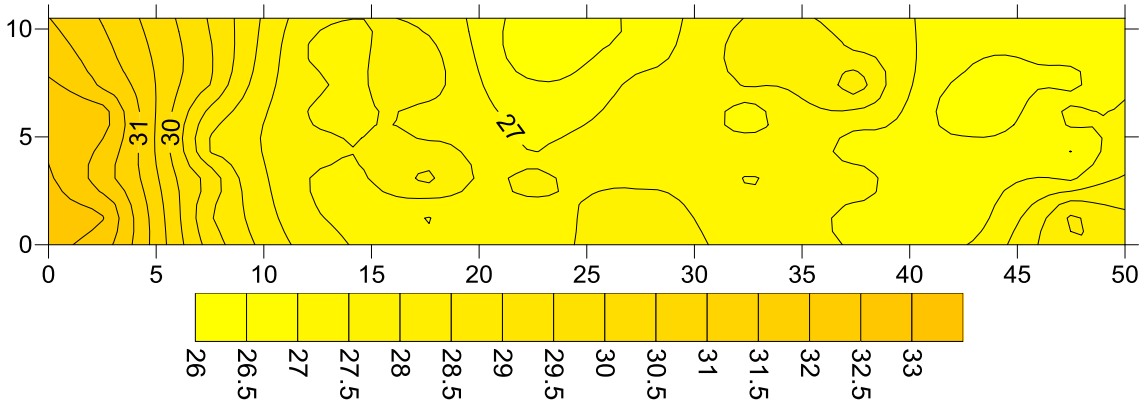


Figura 3. Distribuição espacial da temperatura superficial da cama (ºC) de bagana de carnaúba, em galpão de confinamento tipo Compost Barn, no turno da manhã.

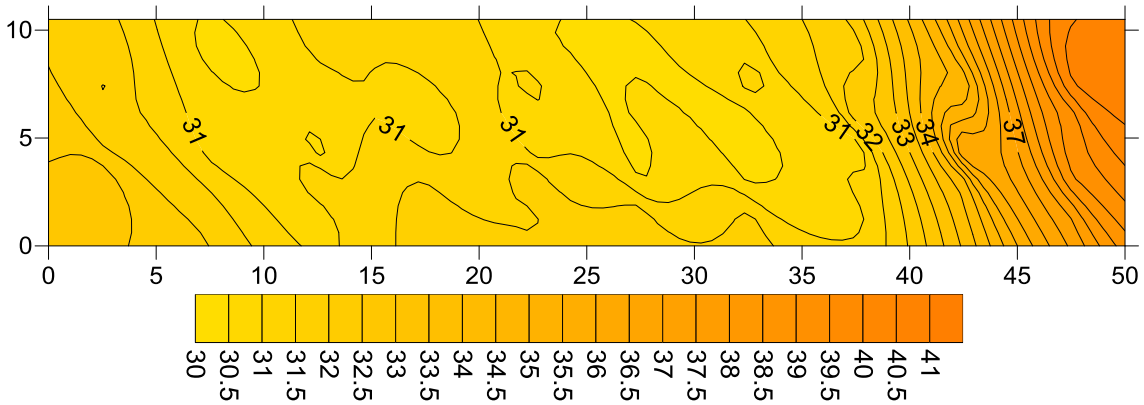


Figura 4. Distribuição espacial da temperatura superficial da cama (ºC) de bagana de carnaúba, em galpão de confinamento tipo Compost Barn, no turno da tarde.

CONCLUSÃO

Com análise dos mapas de isolinhas para temperatura interna, foi observado que o material não atingiu as temperaturas recomendadas para a eficiência do processo de compostagem. A análise dos mapas de temperatura superficial mostrou resultados positivos, pois na maior parte da instalação as médias da temperatura superficial não ultrapassaram os valores de temperatura do ar, em ambos os turnos, o que possibilita mais conforto aos bovinos de leite ao serem alojados em cama formada por bagana de carnaúba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. O.; COELHO, J. D. Tecnologia e relações sociais de produção no extrativismo da carnaúba no nordeste brasileiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), 2006, Fortaleza, **Anais...**Fortaleza: 2006. p.44.

BARBERG, A.E.; ENDRES, M.I.; JANNI, K.A. Compost dairy barns in Minnesota: A descriptive study. Appl. **Eng. Agric**., v.23, n.2, p.231-238, 2007a.

BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; SALFER, J. A.; RENEAU J, K. Performance, health and well-being of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.1575-1583, 2007b.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P. **Fundamentos da transferência de calor e massa**. 5° edição, editora LTC. Rio de janeiro, RJ, 2003.

JANNI, K. A.; ENDRES, M. I.; RENEAU, J. K.; SCHOPER, W. W. Compost dairy barn layout and management recommendations. **Applied Engineering in Agriculture**, v.23, p.97–102, 2007.

PETZEN, J.; WOLFANGER, C.; BONHOTAL, J.; SCHWARZ, M.; TIMOTHY, T.; YOUNGERS, N. Eagleview compost dairy barn - case study. Farm viability institute, 2009. Disponível em: http://cwmi.css.cornell.edu/eagleview.pdf. Acesso em: 07/01/2019

SHANE, E. M.; ENDRES, M. I.; JANNI, K. A. Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: A descriptive study. **Applied Engineering in Agriculture**, v.26, n. 3, p.26-465, 2010.

WAGNER, P. E. 2002. Bedded pack shelters.http://crbh.psu.edu/das/research-extension/dairy/dairy-digest/articles/beddedpack-shelters.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUA INFLUÊNCIA SOBRE AVIÁRIOS CLIMATIZADOS DE FRANGOS DE CORTE

Athalita Ester Mendonça da Silva Piva Ferreira[1], Tadayuki Yanagi Junior[2], Silvia de Nazaré Monteiro Yanagi[3], Giselle Borges de Moura[4], Alessandro Torres Campos[5], Valcimar Ferreira de Carvalho[6]

Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras - MG.
[1]athalitaester@hotmail.com.
[2]yanagi@deg.ufla.br.
[3]silvia.yanagi@deg.ufla.br.
[4]giselle.moura@deg.ufla.br.
[5]campos@deg.ufla.br.
[6]valcimar@gmail.com.

RESUMO - As mudanças climáticas poderão afetar negativamente a produção de frangos de corte no Brasil. O presente trabalho relata a influência das mudanças climáticas sobre o ambiente térmico no interior de aviários climatizados para criação de frangos de corte. Para tanto, o ambiente térmico foi predito por intermédio de um modelo matemático baseado em equações de transferências de calor e massa. Os aviários simulados possuíam características construtivas formadas pela combinação de duas coberturas (galvanizada e fibrocimento), um fechamento lateral do tipo cortina e dois sistemas de resfriamento (nebulização e placas porosas). Dados meteorológicos foram usados como dados de entrada para as simulações referentes ao cenário atual e futuro (2100), visando o estudo de possíveis mitigações de condições térmicas não desejadas. As pesquisas indicam que os galpões equipados com sistema de resfriamento de placas porosas umedecidas demonstram condições de conforto para as aves, quando se considera a temperatura média do ar no mês mais quente. No entanto, considerando a temperatura máxima do ar, nenhum aviário simulado foi capaz de propiciar condições de conforto térmico para as aves.
Palavras-chave: ambiência avícola, modelagem matemática, mudanças climáticas.

INTRODUÇÃO

O destaque da avicultura de corte brasileira no cenário nacional e internacional deve-se, entre outros motivos, ao constante desenvolvimento técnico-científico do setor. Entretanto, em decorrência da demanda mundial por alimentos, fibras e energia, tem-se verificado a ocorrência de mudanças climáticas que podem influenciar a aptidão bioclimática de diversas regiões produtoras de produtos de origem animal.

As mudanças climáticas representam um grande desafio para a avicultura brasileira, pois tendências de aumento da temperatura do ar em certos períodos do ano e em determinados locais, além da ocorrência de extremos climáticos, podem gerar prejuízos

aos produtores. Por serem animais homeotérmicos, os frangos de corte são capazes de manter a sua temperatura corporal dentro de limites estreitos, contudo, podem apresentar perdas produtivas consideráveis quando o ambiente térmico extrapola os limites de conforto (LARA & ROSTAGNO, 2013; SCHIASSI et al., 2015).

Para o estudo das mudanças climáticas tem-se aplicado às séries temporais de elementos climáticos o teste não paramétrico de Mann-Kendall (MK) (KENDALL, 1975; MANN, 1945), método robusto, sequencial e não paramétrico utilizado para verificar se determinada série de dados possui uma tendência temporal de alteração estatisticamente significativa. Com este propósito, esta pesquisa traz a possibilidade de averiguar as possíveis influências das mudanças climáticas sobre o ambiente térmico no interior de aviários fechados e climatizados para criação de frangos de corte no município de Uberaba, Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Séries de dados climáticos e análise de tendências

Séries de dados com valores médios mensais de temperatura de bulbo seco média ($t_{bs,m}$), temperatura de bulbo seco máxima ($t_{bs,x}$) e umidade relativa (UR) do ar referentes ao município de Uberaba – MG (19,73ºS de latitude, 47,95ºW de longitude e altitude de 737,0 m), do ano de 1961 até 2017, pertencentes às redes de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foram utilizados nesta pesquisa. A escolha do município deve-se ao fato deste estar inserido em uma mesorregião de grande importância na produção de frangos de corte, apresentando o clima quente e seco, grande favorável à criação.

Para a análise das tendências foi aplicado às séries temporais de elementos meteorológicos o teste MK (KENDALL, 1975; MANN, 1945). A hipótese de nulidade (H_0) do teste MK considera a existência de estabilidade da série temporal; assim, a sequência de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade permanece inalterada (série aleatória simples). Por sua vez, a hipótese alternativa (H_1) considera que a série de valores possui tendência de redução ou aumento, se o valor do coeficiente de Mann-Kendall for negativo ($MK<0$) ou positivo ($MK>0$), respectivamente. Desta forma, o teste Z, ao nível de 5% de significância deve ser aplicado. A estatística S

 ISBN: 978-85-66836-24-0

foi obtida pela Equação 1, sendo que, n é o número de observações, X_j e X_i são os valores sequenciais dos dados e sgn (ϕ) é a função de sinal. A função de sinal assume valor de 1 se ϕ > 0; 0 se ϕ = 0 e -1 se ϕ < 0.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} sgn(X_j - X_i) \quad (1)$$

Assumindo a hipótese de que os dados são identicamente distribuídos e independentes (KENDALL, 1975), a média e a variância da estatística Z são obtidas pelas Equações 2 e 3, respectivamente. O m é o número de grupos de classificação associados, cada um associado a um ti.

$$E(S) = 0 \quad (2)$$

$$Var(S) = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (2 \cdot n + 5) - \sum_{i=1}^{m} ti \cdot (ti-1) \cdot (2 \cdot ti + 5)}{18} \quad (3)$$

Assim, o valor de Z pode ser calculado pela Equação 4.

$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{Var(s)}}, seS > 0 \\ 0, seS = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{Var(s)}}, seS < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Para se obter as tendências para o ano de 2100, aplicou-se a análise de regressão linear entre a variável aleatória Y (séries de $t_{bs,m}$ ou $t_{bs,x}$ ou UR) e o tempo (X), através do teste paramétrico de significância t sobre o coeficiente angular (β) (LONGOBARDI & VILLANI, 2010).

Modelo matemático aplicado

A metodologia matemática proposta e validada por Carvalho (2006), baseada em balanço de calor e massa em regime permanente, foi aplicada para a determinação do

índice de temperatura e umidade (ITU) (THOM, 1959), Equação 5, ao longo dos volumes de controle de um aviário climatizado.

$$ITU = t_{bs} + 0{,}36 \cdot t_{po} + 41{,}5 \quad (5)$$

Em que, ITU - índice de temperatura e umidade (adimensional); t_{bs} - temperatura de bulbo seco do ar (°C); e t_{po} - temperatura de ponto de orvalho (°C). Inicialmente, o modelo prediz a temperatura de bulbo seco ($t_{bs\ i}$) e a razão de mistura no volume de controle VC (i) (Equações 6 e 10, respectivamente).

$$t_{bs,i} = \frac{q_{mi} + q_{soi} + q_{hi} + q_{si} + A + B - \left(\beta_i \cdot \rho_{água} \cdot \dot{V}_{água} \cdot hfg_i\right)}{C} \quad (6)$$

Em que, t_{bsi} - temperatura de bulbo seco no VC atual (i), °C; q_{m_i} - calor sensível ganho de fontes mecânicas, elétricas e outras, tais como motores e luzes, respectivamente, no i-ésimo VC, W; q_{so_i} - calor sensível resultante da absorção da radiação solar no interior do galpão para o i-ésimo VC, W; q_{h_i} - calor sensível ganho dos sistemas de aquecimento no i-ésimo VC, W; q_{s_i} - calor sensível liberado pelos animais alojados no i-ésimo VC, W; β_i - fração de água nebulizada no i-ésimo VC; $\rho_{água}$ - densidade da água, kg m^{-3}; $\dot{V}_{água}$ - vazão volumétrica da água aplicada pelo sistema de nebulização, m^3 s^{-1}; e hfg_i - calor latente de vaporização da água no i-ésimo volume de controle, em J.kg^{-1}. Os parâmetros A, B e C estão descritos pelas Equações 7, 8 e 9, respectivamente.

$$A = \left(\sum_{j=1}^{m} U_{ij} \cdot A_{ij} + F_i \cdot P_i - 1006 \cdot \rho_{infi} \cdot \dot{V}_{infi}\right) \cdot t_{bso} \quad (7)$$

$$B = 1006 \cdot (\rho_{i-1} \cdot \dot{V}_{i-1} \cdot t_{bsi-1} + \rho_{PAD} \cdot \dot{V}_{PAD} \cdot t_{PAD}) \quad (8)$$

$$C = \sum_{j=1}^{m} U_{ij} \cdot A_{ij} + F_i \cdot P_i + 1006 \cdot \left(\rho_{i-1} \cdot \dot{V}_{i-1} - \rho_{infi} \cdot \dot{V}_{infi} + \rho_{PAD} \cdot \dot{V}_{PAD}\right| \quad) \quad (9)$$

Em que, U_{ij} - coeficiente global de transferência de calor, para o i-ésimo VC e jésimo componente da estrutura da instalação, W m^{-2} K^{-1}; A_{ij} - área associada ao i-ésimo volume de controle (VC) e j-ésimo componente estrutural do galpão, m^2; F_i - fator de ganho de calor no i-ésimo VC (obtido experimentalmente), W m^{-1} K^{-1}; P_i - perímetro do

galpão no i-ésimo VC, m; ρ_{infi} - densidade do ar que infiltra no VC, kg m^{-3}; $\dot{V}_{infi}$ - vazão volumétrica do ar que infiltra no i-ésimo VC, m^3 s^{-1}; t_{bso} - temperatura de bulbo seco no ambiente externo, °C; ρ_{i-1} - densidade do ar que entra no VC, kg m^{-3}; $\dot{V}_{i-1}$ - vazão volumétrica do ar que entra no i-ésimo VC, m^3 s^{-1}; t_{bsi-1} - temperatura de bulbo seco no VC anterior (i-1), °C; ρ_{PAD} - densidade do ar que atravessa a placa porosa umedecida, kg m^{-3}; $\dot{V}_{PAD}$ - vazão volumétrica do ar que atravessa a placa porosa umedecida, m^3 s^{-1}; e t_{PAD} - temperatura do ar após passar pela placa porosa umedecida, °C.

$$W_i = \frac{\rho_{i-1}\cdot\dot{V}_{i-1}\cdot W_{i-1}+\rho_{infi}\cdot\dot{V}_{infi}\cdot W_{infi}+\rho_{PAD}\cdot\dot{V}_{PAD}\cdot W_{PAD}+\beta_i\cdot\dot{m}_{águai}\cdot\dot{m}_{pi}}{\rho_{i-1}\cdot(\dot{V}_{i-1}+\dot{V}_{infi}+\dot{V}_{PAD})} \quad (10)$$

Em que, ρ_{PAD} - densidade do ar que atravessa a placa porosa umedecida, kg m^{-3}; $\dot{m}_{águai}$ - massa de água inserida pela nebulização no i-ésimo VC, kg s^{-1}; $\dot{m}_{pi}$ - taxa de produção de umidade no i-ésimo VC, kg s^{-1}; $\dot{V}_{PAD}$ - vazão volumétrica do ar que atravessa a placa porosa umedecida, m^3 s^{-1}; W_{PAD} - razão de mistura do ar que atravessa a placa porosa umedecida, kg kg^{-1}; ρ_{infi} - densidade do ar que infiltra no VC, kg m^{-3}; $\dot{V}_{infi}$ - vazão volumétrica do ar que infiltra no i-ésimo VC, m^3 s^{-1}; W_{infi} - razão de mistura do ar que infiltra no i-ésimo VC, kg kg^{-1}; ρ_{i-1} - densidade do ar que entra no VC, kg m^{-3}; $\dot{V}_{i-1}$ - vazão volumétrica do ar que entra no i-ésimo VC, m^3 s^{-1}; W_{i-1} - razão de mistura do ar que entra no i-ésimo VC, kg kg^{-1}; ρ_i - densidade do ar que sai do VC, kg m^{-3}; $\dot{V}_i$ - vazão volumétrica do ar no i-ésimo VC, m^3 s^{-1}; e W_i - razão de mistura do ar no i-ésimo VC, kg kg^{-1}.

Para a t_{po} e demais variáveis psicrométricas necessárias foram usadas as metodologias propostas por Wilhelm (1976) e Albright (1990), respectivamente.

Testes

Valores de índice de temperatura e umidade médio (ITU_m) e máximo (ITU_x) foram simulados em 125 volumes de controle (VC), no interior de aviários climatizados,

baseadas nos valores de $t_{bs,m,}$ $t_{bs,x,}$ respectivamente, e UR, considerando os cenários atual (média dos elementos meteorológicos dos últimos 5 anos) e futuro (2100). Os aviários simulados possuíam dimensões de 12 x 125 x 2,5 m, com cobertura de telhas galvanizadas, em que U = 6,073 W m^{-2} K^{-1} (U = coeficiente global de transferência de calor) ou de fibrocimento (U = 5,80 W m^{-2} K^{-1}). Os fechamentos laterais simulados foram de cortinas (U = 5,971 W m^{-2} K^{-1}). A ventilação é promovida por 10 exaustores (64,55 m^3 h^{-1}). Para os aviários com fechamento lateral por cortinas, a vazão que infiltra em cada VC com cortina é de 0,1324 m^3 h^{-1}, sendo que, a diferença atravessava o PAD (placa porosa umedecida) ou entrava pela entrada de ar, no caso da existência de PAD ou apenas nebulização, respectivamente.

O resfriamento evaporativo foi promovido por dois diferentes meios: nebulização e placas porosas umedecidas (10,7 x 1,8 m, eficiência de 70%). O sistema de nebulização estudado foi composto de 7 linhas transversais com 10 nebulizadores (6 L h^{-1} $nebulizador^{-1}$) situadas a 15, 25, 35, 45, 60, 80 e 110 m em relação à extremidade oposta aos exaustores (CARVALHO, 2006). As configurações dos aviários simulados, considerando os dados de $t_{bs,m}$ e $t_{bs,x,}$ são listadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Configurações dos aviários climatizados simulados (AS) para os cenários de atual e 2100, com base na temperatura de bulbo seco média do ar ($t_{bs,m}$,°C).

AS	t_{bs}	Te.	Fech.	SA	AS	t_{bs}	Te.	Fech.	SA
$M1_{atual}$	$t_{bs,m\ (atual)}$	G	C	VN	$M1_{2100}$	$t_{bs,m\ (2100)}$	G	C	VN
$M2_{atual}$	$t_{bs,m\ (atual)}$	G	C	VP	$M2_{2100}$	$t_{bs,m\ (2100)}$	G	C	VP
$M3_{atual}$	$t_{bs,m\ (atual)}$	F	C	VN	$M3_{2100}$	$t_{bs,m\ (2100)}$	F	C	VN
$M4_{atual}$	$t_{bs,m\ (atual)}$	F	C	VP	$M4_{2100}$	$t_{bs,m\ (2100)}$	F	C	VP

Te: tipo de telha (G: galvanizada, F: fibrocimento); Fech: fechamento lateral e cabeceiras do aviário (C: cortinas); AS: sistema de arrefecimento (VN: ventilação + nebulização; VP: ventilação + placas porosas de umedecimento).

Tabela 2. Configurações dos aviários climatizados simulados (AS) para os cenários de atual e 2100, com base na temperatura de bulbo seco máxima do ar (tbs,x,°C).

AS	t_{bs}	Te.	Fech.	SA	AS	t_{bs}	Te.	Fech.	SA
$X1_{atual}$*	$t_{bs,x\ (atual)}$	G	C	VN	$X1_{2100}$	$t_{bs,x\ (2100)}$	G	C	VN
$X2_{atual}$	$t_{bs,x\ (atual)}$	G	C	VP	$X2_{2100}$	$t_{bs,x\ (2100)}$	G	C	VP
$X3_{atual}$	$t_{bs,x\ (atual)}$	F	C	VN	$X3_{2100}$	$t_{bs,x\ (2100)}$	F	C	VN
$X4_{atual}$	$t_{bs,x\ (atual)}$	F	C	VP	$X4_{2100}$	$t_{bs,x\ (2100)}$	F	C	VP

Te: tipo de telha (G: galvanizada, F: fibrocimento); Fech: fechamento lateral e cabeceiras do aviário (C: cortinas) AS: sistema de arrefecimento (VN: ventilação + nebulização; VP: ventilação + placas porosas de umedecimento).

Para os testes considerou-se que os frangos de corte Cobb tinham massa corporal de 2,4 kg e sendo criados na densidade de alojamento de 14 aves m^{-2}, com sistema de iluminação acionado durante 11 h dia^{-1}. Os valores de $t_{bs,m}$, $t_{bs,x}$ e UR usados nas simulações referem-se àqueles oriundos do mês mais crítico, ou seja, o mês que resultou nos maiores valores de t_{bs}.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da análise de tendências indicou a existência de tendências ao longo dos meses do ano, sendo que, o mês nos quais a $t_{bs,m}$, $t_{bs,x}$ e UR apresentaram valores mais críticos foi o mês de outubro (Tabela 3). Desta forma, simulações de percentagem do aviário em condições de conforto determinado em função ITU_m e ITU_x ($PC_{ITU,m}$ e $PC_{ITU,X}$ respectivamente) para o mês de outubro foram executadas e listadas na Tabela 5.

Tabela 3. Resultados das análises de tendência a partir do teste não-paramétrico de Mann-Kendall ao nível de 5% de probabilidade e de regressão linear aplicados aos dados de temperatura de bulbo seco média e máxima mensais ($t_{bs,m}$ e $t_{bs,x}$, respectivamente) e umidade relativa do ar (UR) referentes ao Município de Uberaba – MG, de 1961 a atual.

Mês	$t_{bs,m}$ (°C)		$t_{bs,x}$ (°C)		UR (%)	
	atual	2100	atual	2100	atual	2100
1	24,6	26,1	31,1	-	75	-
2	24,4	27,2	31,1	35,1	74	-
3	24,0	-	30,4	-	78	-
4	22,9	25,2	30,1	32,6	74	-
5	20,8	-	28,5	-	72	-
6	19,7	-	27,8	-	70	-

7	19,0	-	27,8	28,2	62	-
8	21,3	-	30,8	33,6	51	-
9	23,9	26,0	32,6	36,5	50	-
10	25,1	28,9	33,1	38,8	58	46
11	24,1	25,6	30,5	31,9	74	-
12	24,3	24,4	30,8	33,4	77	-

Tabela 4. Percentagem do aviário em condições de conforto (PC) e valor médio e desvio padrão do ITU (entre parênteses) calculados com base no índice de temperatura e umidade (ITU < 74) para as configurações dos aviários climatizados simulados (AS) nos cenários atual e futuro (2100), com base na temperatura de bulbo seco média e máxima do ar($t_{bs,m}$ e $t_{bs,x}$, respectivamente) no mês de outubro.

AS	**PC_{ITU}**	**AS**	**PC_{ITU}**	**AS**	**PC_{ITU}**	**AS**	**PC_{ITU}**
$M1_{atual}$	36,8 (74±1,0)	$M1_{2100}$	0,0 (77±0,42)	$X1_{atual}$	0,0 (82,1±0,58)	$X1_{2100}$	0,0 (86,8±1,41)
$M2_{atual}$	100,0 (71,4±1,35)	$M2_{2100}$	74,4 (73±1,13)	$X2_{atual}$	0,0 (79,8±0,63)	$X2_{2100}$	0,0 (82,8±0,36)
$M3_{atual}$	36,8 (74,4±1,03)	$M3_{2100}$	0,0 (77,0±0,43)	$X3_{atual}$	0,0 (82,1±0,59)	$X3_{2100}$	0,0 (86,8±1,41)
$M4_{atual}$	100 (71,3±1,34)	$M4_{2100}$	75,2 (73,0±1,13)	$X4_{atual}$	0,0 (79,8±0,63)	$X4_{2100}$	0,0 (82,8±0,36)

Os aviários climatizados testados com sistema de nebulização apresentaram valores de PC_{ITU} iguais ou inferiores a 48%, para o cenário atual e considerando a $t_{bs,m}$. Para este cenário, o uso de sistemas de resfriamento por placa porosa umedecida (PAD), propiciaram que 100% do aviário seja classificado como estando em conforto. Segundo Lavor et al. (2008), valores de ITU menores que 74 são considerados como confortáveis para a criação de frangos adultos. Por sua vez, para o cenário futuro, considerando as tendências obtidas verificadas pelo teste MK e quantificadas pela regressão linear, observa-se que, os aviários simulados não foram capazes de fornecer condições térmicas de conforto (ITU < 74) às aves.

Os testes, considerando a $t_{bs,x}$ (Tabela 5), seja para o cenário atual quanto para o futuro, indicam que os aviários simulados não são capazes de proporcionar condições de conforto para os frangos de corte. Ao longo de todo período considerado, situações como estas podem ocorrer, tanto nos períodos mais quentes do dia, quanto para aqueles dias com temperaturas elevadas ou em condições térmicas resultantes de ondas de calor.

Pesquisas conduzidas em escala comercial e laboratorial (VALE et al., 2016) demonstram condições térmicas advindas de ondas de calor afetando a mortalidade e o ambiente de produção de frangos de corte, respectivamente. Portanto, a temperatura para

criação de frangos de corte aclimatizados e sob as condições de manejo e alimentação praticados no Brasil necessitam de um constante estudo e aprimoramento para obterem maior eficiência na produção.

CONCLUSÃO

No interior dos aviários fechados e climatizados, equipados com placas porosas umedecidas e com o uso da nebulização, resultaram em ambientes térmicos mais adequados para criação de frangos de corte, exceto naqueles períodos em que ocorrem os valores de temperaturas do ar máximas. Simulações realizadas considerando o cenário futuro (2100) indicam a incapacidade dos aviários estudados em promover condições de conforto térmico para as aves ao longo de toda a sua extensão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, L.D. Environment control for animals and plants. St. Joseph: ASAE, 1990. 453p.

CASSUCE, D.C.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; ZOLNIER, S.; CECON, P.R.; VIEIRA, M.F.A. Atualização da temperatura de conforto térmico para frangos de corte de até 21 dias de idade. Engenharia Agrícola, v.33, n.1, p.28-36, 2013.

CARVALHO, V.F. Modelagem e zoneamento do ambiente térmico para avaliar o desempenho de frangos de corte criados em galpões climatizados. 2006. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

KENDALL, M.G. Rank correlation methods. London: Charles Griffin, 1975. 210p.

LARA, L.J.; ROSTAGNO, M.H. Impacto do estresse térmico sobre a produção de aves. Animals, v.3, n.2, p.356-369, 2013.

LAVOR, C.T.B.; FERNANDES, A.A.O.; SOUZA, F.M. Efeito de matérias isolante térmicos em aviários no desempenho de frango de corte. Revista Ciências Agronômicas, Fortaleza, v.39, n.2, p.308-316, 2008.

LONGOBARDI, A.; VILLANI, P. Trend analysis of anual and seasonal rainfall time series in the Mediterranean area. International Journal of Climatology, v.30, p.1538-1546, 2010.

MANN, H.B. Nonparametric test against trend. Econometrika, v.13, p.245-259, 1945.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, P.F.P.; CAMPOS, A.T.; SILVA, G.R.; ABREU, L.H.P. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. Engenharia Agrícola, v.35, n.3, p.390-396, 2015.

THOM, E.C. The discomfort index. Weatherwise, v.12, n.1, p.57-60, 1959.

VALE, M.M. Effect of a simulated heat wave in thermal and aerial environment broilerrearing environment. Engenharia Agrícola, v.36, n.2, p.271-280, 2016.

WILHELM, L.R. Numerical Calculation of Psychrometric Properties in SI Units. Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers), v.19, n.2, p.318-321, 1976.

MODIFICAÇÃO AMBIENTAL EM INSTALAÇÕES RURAIS COM O USO DE PAINÉIS AGLOMERADOS DE PARTÍCULAS

Diogo de Lucca Sartori[1], Roger Fernando Costa Isquerdo[1], Guilherme Scioli Gutnik[1], João Paulo Augusto Rezende Filho[1], Guilherme Henrique Ament Barbirato[2], Wanley Eduardo Lopes Junior[2], Juliano Fiorelli[2]

[1]Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Unesp, Faculdade de Ciências e Engenharia, Engenharia de Biossistemas, Tupã-SP. diogo.sartori@unesp.br; rogerbazzo@hotmail.com; guilherme.gutnik@hotmail.com; joaorezendefilho@hotmail.com
[2]Universidade de São Paulo, USP, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Engenharia de Biossistemas, Pirassununga-SP. guilhermebarbirato@terra.com.br; wanley.lopes@usp.br; julianofiorelli@usp.br

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a modificação do ambiente em modelos de instalações em escala reduzida e distorcida destinadas a produção agropecuária, com a aplicação de painéis aglomerados de partículas de resíduos da agroindústria. Foram utilizados dois modelos de galpões em escala reduzida e distorcida para a aplicação do forro constituído de painéis aglomerados de partículas e estudo da caracterização do ambiente térmico interno. A coleta dos dados das variáveis térmicas do ambiente no interior das instalações foi realizada no mês de dezembro de 2018 e foram selecionados dez dias do período com temperaturas máximas, e posteriormente, determinado o índice de temperatura e umidade (ITU). Os resultados obtidos demonstram que, o forro composto dos painéis aglomerados de partículas foi eficiente em atuar como uma barreira térmica, pois o ambiente contendo esta modificação apresentou valores de temperatura do ar (Tar) e ITU menores quando comparados com o ambiente sem o forro nas mesmas condições externas. Foi possível constatar a possibilidade de realizar modificação do ambiente térmico nas instalações estudadas, utilizando painéis aglomerados de partículas como forro, com o benefício de proporcionar melhores condições de conforto térmico e consequentemente melhor bem-estar em instalações destinadas a produção animal.
Palavras-chave: ambiência, conforto ambiental, material alternativo, resíduo da agroindústria.

INTRODUÇÃO

O bom desenvolvimento de qualquer atividade pecuária depende de vários fatores, sendo o conforto proporcionado aos animais que são confinados no interior de instalações em sistemas mais intensificados, um dos mais importantes para o sucesso da atividade, proporcionando condições adequadas para se ter uma boa produtividade e para isso, o controle das variáveis climáticas nas instalações é o um fator determinante (GARDA, 2016). Somado a isso nota-se uma crescente preocupação com o desenvolvimento e utilização de medidas para adequação do microclima no interior das instalações

destinadas a produção animal, devido ao aumento das médias de temperaturas e sua tendência com as alterações climáticas.

Não existe o chamado "clima perfeito" na agropecuária, na maioria dos casos é preciso corrigir um ou mais elementos climáticos desfavoráveis e alterar outros para se obter o bioclima ou ambiência adequada (ABREU, 2014). Proporcionar um ambiente adequado, que não possua grande variação desses fatores climáticos internos, faz toda diferença no desenvolvimento de qualquer atividade.

Um desafio encontrando para as condições brasileiras é a definição de um modelo de edificação capaz de proporcionar melhor conforto térmico para os dias quentes e que permita um isolamento para que o calor gerado internamente não seja facilmente dissipado para o exterior em dias frios (BIAGGIONI, 2008). Atualmente muitas pesquisas vêm sendo realizadas com materiais alternativos, para a alteração do ambiente interno de instalações destinadas a produção pecuária e que apresentam ótimo potencial como isolantes térmico e que somado ao contexto de materiais ecossustentáveis, tornando a proposta deste trabalho de grande interesse pois propõe analisar os efeitos da utilização de painéis aglomerados de partículas de resíduo agroindustrial como forro e seus possíveis benefícios de conforto e inovação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a modificação do ambiente em modelos de instalações em escala reduzida e distorcida destinadas a produção agropecuária, com a aplicação de painéis aglomerados de partículas de resíduos da agroindústria como forro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Faculdade de Ciências e Engenharia, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) em Tupã, centro-oeste do estado de São Paulo, onde estão localizados os dois modelos de galpões em escala reduzida e distorcida que foram utilizados para a aplicação do forro constituído de painéis aglomerados de partículas e estudo da caracterização do ambiente térmico interno.

O clima da região do oeste paulista segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (Clima tropical de altitude), com estação seca bem definida durante o inverno, e com temperatura média anual de 24,5°C e precipitação pluviométrica média anual de 1364,9 mm.

Os modelos de instalações têm como localização as coordenadas geográficas de 21°55'39.56" de latitude sul e 50°29'30.98" de longitude oeste e foram projetados em escala reduzida e distorcida, geometricamente similares a galpões convencionais, na escala 1:10, determinada a partir da relação entre as dimensões reais e as reproduzidas na área experimental, com orientação Leste-Oeste (Figura 1).

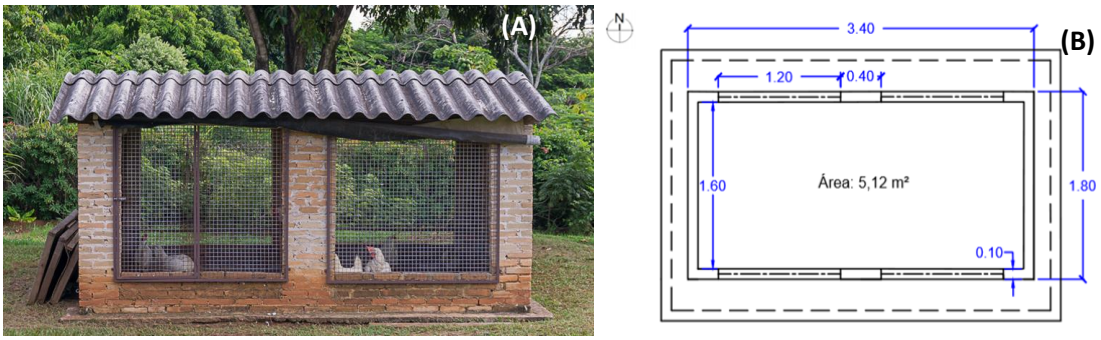


Figura 1. Vista externa dos modelos de galpões em escala reduzida e distorcida (A) e suas dimensões representas em planta baixa (B).

A produção dos painéis aglomerados de partículas lignocelulósicas foi realizada utilizando como matéria-prima fibrosa a casca de amendoim e como matriz, para a adesão entre as partículas, utilizou-se a resina poliuretana à base de óleo de mamona, bi-componente (componente A um poliol derivado do óleo vegetal e componente B o isocianato polifuncional). Foram produzidos painéis aglomerados de partículas com dimensões de 550 x 550 x 15 mm e densidade de 500 kg/m^3. Estes painéis aglomerados de partículas foram fixados como forro, para realizar a modificação de um dos modelos de galpões, para o estudo de sua influência como barreira que sirva para alterar o ambiente térmico interno destas instalações (Figura 2).

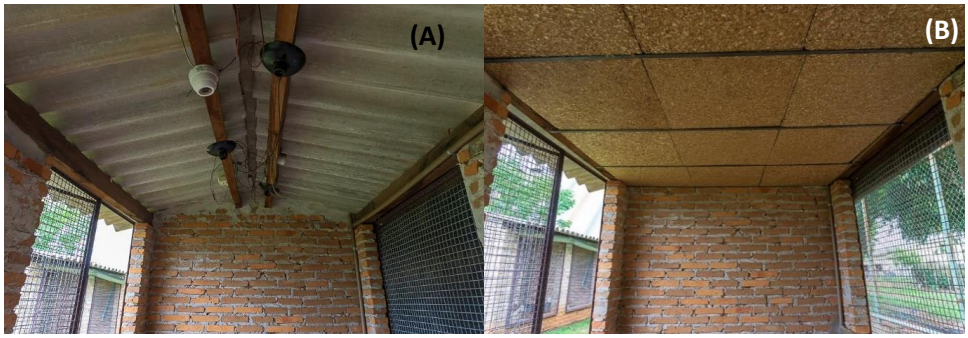


Figura 2. Vista interna dos modelos de galpões em escala reduzida e distorcida sem forro (A) e com forro de painéis aglomerados de partículas (B).

A coleta dos dados das variáveis térmicas do ambiente no interior das instalações foi realizada no mês de dezembro de 2018, sendo que para determinar o comportamento do ambiente térmico das instalações foram selecionados os dez dias do período com temperaturas máximas, baseado nos dados obtidos da estação meteorológica automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), com coordenadas geográficas de 21°55'37.83" latitude sul e 50°29'24.74" longitude oeste, instalada a uma distância aproximada de 182 m das instalações utilizadas no experimento. Desse modo, foram considerados três ambientes para a avaliação, sendo o interior dos dois modelos de galpões em escala reduzida e distorcida, um sem o forro (SF) e o outro com o forro de painéis aglomerados de partículas (CF), e o ambiente externo (AE).

Foram utilizados aparelhos registradores *data loggers*, modelo HOBO U12- 011 da marca Onset, para registrar a cada 15 minutos no período das 8h às 18h, os dados das variáveis térmicas temperatura do ar (Tar) e umidade relativa (UR) na região central dos dois modelos de galpões a uma altura de 0,30 cm do piso, considerando o centro de gravidade de aves comerciais de acordo com Cravo (2012) e Santos et al. (2002).

Com os dados obtidos das condições internas das instalações foi calculado o índice de temperatura e umidade (ITU), sendo este utilizado para avaliar o ambiente térmico através das variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar, de acordo com a metodologia descrita por Buffington et al. (1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios das temperaturas do ar (Tar), umidade relativa (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) dos três ambientes avaliados.

Tabela 1. Valores médios das variáveis climáticas estudadas para os três ambientes.

Ambiente	Tar (°C)	UR (%)	ITU
Sem Forro (SF)	32,2±4,4	57±14	70±4
Com Forro (CF)	29,8±3,4	62±14	68±3
Ambiente Externo (AE)	29,9±4,4	65±16	-

Para a Tar foi observado que o ambiente CF apresentou a menor média para esta variável comparada aos outros dois ambientes, sendo que esta ficou bem próxima ao valor

obtido no AE. Quando comparamos o ambiente interno das duas instalações (SF e CF), nota-se uma diferença de 2,4°C com o maior valor obtido na instalação sem a presença do forro, que apresentou Tar média de 32,2°C e que demonstra que a presença do forro constituído de painéis aglomerados de partículas pode ter contribuído com este menor valor de Tar no interior da instalação.

Quanto aos valores de ITU para o ambiente interno das duas instalações, que leva em consideração a UR do ambiente, observou-se o maior valor médio de 70 para o ambiente SF, sendo uma diferença de 2 pontos a mais quando comparado com o CF. Os valores obtidos são considerados dentro da zona de termoneutralidade recomendada de acordo com a classificação para aves de postura proposta por Barbosa Filho (2004), que define valores de ITU entre 71 a 75 como situação de conforto, mas vale ressaltar que o valor médio obtido para este índice de conforto térmico para o ambiente CF poderia ser ainda menor, já que quando comparado os valores de UR entre os dois ambientes internos, nota-se que o ambiente CF apresentou um valor médio de 5% superior para a UR.

Na Figura 3 é apresentado o gráfico elaborado com base nos valores médios de Tar para os ambientes SF, CF e AE para cada um dos dez dias selecionados. Com base nestas informações é possível identificar o comportamento dos dois ambientes internos das instalações (SF e CF), comparadas as condições do AE.

Fica evidente que o forro composto dos painéis aglomerados de partículas atua como uma barreira térmica, que auxilia na manutenção da Tar em níveis menores quando comparamos com o ambiente SF nas mesmas condições de Tar externas. Sendo que para todos os dez dias avaliados, o ambiente SF manteve a Tar com valores superiores ao encontrado no AE. Isso já não ocorreu no ambiente CF, que apresentou no geral Tar inferiores ao AE sendo ligeiramente superior em apenas dois dias.

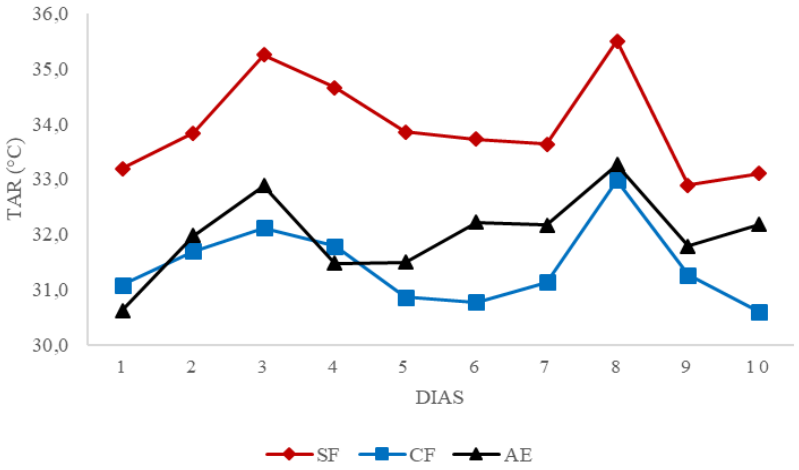


Figura 3. Gráfico das médias de temperaturas do ar para os dez dias dos três ambientes estudados.

CONCLUSÃO

Foi possível constatar a possibilidade de realizar a modificação do ambiente de instalações destinadas a produção agropecuária e consequentemente do ambiente térmico utilizando painéis aglomerados de partículas como forro, proporcionando uma redução na transferência de energia térmica para o interior dos modelos de galpões em escala reduzida e distorcida. Com isso podendo proporcionar melhores condições de conforto térmico e consequentemente um melhor bem-estar para os animais nestas instalações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P G. **Manejo de Aviários Abertos**. 2014. Disponível em https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1013899/1/final7761.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2018.

BARBOSA FILHO, J. A. D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. 2004. 123f. Dissertação Mestrado. Piracicaba: USP, 2004.

BIAGGIONI, M. A. M. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 961-972, out./dez. 2008.

BUFFINGTON, D. E.; COLLIER, R. J.; CANTON, G. H. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. **Transactions of the A.S.A.E**, n. 26, pp. 1798-1802. 1983.

CRAVO, J. C. M., et al. Caracterização tipológica de aviários em uma integradora do Estado de São Paulo. **Revista de Ciências Agrárias** / Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. vol. 55, p. 80-84. 2012.

GARDA, N. **Sistema de produção: produção de leite pelo sistema de Compost Barn**. Curso de Administração. Universidade de Passo Fundo, Casca, RS. 59 f. 2016.

SANTOS, R. C. et al. Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, vol.6, n.1, p. 142-146, 2002.

CISTERNAS RURAIS PARA REGULARIZAÇÃO DE PERÍODOS DE SECA NO ESTADO DE RIO GRANDE DO SUL

Ana Paula Cassaro Favarim[1], Rodrigo Couto Santos[2], Rafaela Silva Cesca[3], Francisco Pedroso Fernandes[4], Gismery da Silva Monteiro[5], Hélio Ávalo[6]

[1]Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), UFGD, Dourados – MS, Fone: (0xx18)99737-8394, paulacassaro@hotmail.com;
[2] FCA/UFGD, Dourados – MS, rodrigocouto@ufgd.edu.br;
[3]FCA/UFGD, Dourados – MS, rafaela.s.cesca@gmail.com;
[4]FCA/UFGD, Dourados – MS, franciscopedroso@ufgd.edu.br;
[5]FCA/UFGD, Dourados – MS, gismery@gmail.com;
[6]Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Campo Grande -MS, helioavalo@hotmail.com

RESUMO - Devido às condições climáticas adversas, em algumas épocas do ano há períodos de escassez de água no Brasil. A busca pelo desenvolvimento sustentável frente às questões ambientais tem despertado interesse nas estratégias de racionalização da água. A cisterna é conhecida como um reservatório fechado que pode armazenar a água da chuva dos telhados para uso em tempos de escassez. Além disso, também tem seu viés sustentável, fornecendo o uso de água na produção vegetal e animal. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar o potencial de um modelo de cisterna fechada como uma construção rural utilizada no abastecimento de água durante a estação seca no Rio Grande do Sul. Foi realizado o dimensionamento de uma cisterna, considerando a precipitação média de um ano para o Rio Grande do Sul, volume da cisterna e área mínima do telhado para coleta de água, sendo verificado que um telhado de 8 x 9m é o suficiente para abastecer uma família de 4 pessoas. Ao final do estudo foi possível concluir que as cisternas são uma alternativa construtiva viável para a captação e armazenamento de água nos períodos de seca na região estudada. Cisternas também são recomendadas para a produção de plantas e animais, com benefícios relacionados ao uso sustentável e economia de água.
Palavras-chave: Construções rurais, estiagem, reserva de água.

INTRODUÇÃO

A busca pelo "desenvolvimento sustentável" frente às questões ambientais tem ocasionado grande preocupação por parte dos governantes, de forma a buscarem problemas não apenas que resolvam questões voltadas ao desenvolvimento, mas também relacionadas a imagem que é refletida na sociedade (RODRIGUES et al., 2016).

O planeta Terra é constituído pela maior parte de água, possuindo aproximadamente 70% de sua superfície coberta por este líquido, porém apenas 2,5% deste montante é de água doce, sendo a maior parte encontrada em geleiras e em aquíferos de difícil acesso (DE SOUZA & MORAES, 2016).

No Brasil, as reservas hídricas geralmente atendem as necessidades de uso, entretanto, devido às condições climáticas adversas, em algumas épocas do ano estão havendo períodos de escassez. Segundo Koetz et al. (2010) a falta de água, comum em parte da região Nordeste do Brasil passa a ser observada também com maior frequência na região Sul do Brasil, principalmente no Rio Grande do Sul, despertando o interesse por estratégias de racionalização da água.

Ao contrário do ocorre no restante do Brasil, nos meses de maior seca no País, acontece alta densidade pluviométrica, com excesso de chuvas concentradas, no Rio Grande do Sul. Porém, durante os meses de novembro a abril, o Estado recebe uma influência menor do trópico úmido, quando as chuvas são mais intensas em quase todo o Brasil.

A ausência de chuva no verão do Rio Grande do Sul é um fenômeno natural, o que exige um tratamento estrutural e não emergencial. Em anos excepcionalmente secos na Patagônia, quando coincide com a predominância do fenômeno conhecido como La Niña, chove menos no Rio Grande do Sul. Em outros locais, para combater o efeito da estiagem, uma estrutura muito utilizada para a captação e armazenamento da água das chuvas é a cisterna, estrutura esta ainda pouco comum neste Estado (COCCO et al., 2017).

A cisterna é conhecida como um reservatório fechado para armazenar água de chuva proveniente de telhados, secadores de grãos, pátios de residências, etc. Se bem armazenada esta água pode ser utilizada para uso doméstico (MARTINS & NOGUEIRA, 2015). Devido às condições climáticas, o Sul e o Nordeste apresentam períodos de escassez diferenciados, porém parecidos em intensidade, o que propicia uma captação da precipitação em épocas diferentes. No Rio Grande do Sul, portanto, pode-se acumular a água abundante no inverno para ser usada no verão, ao contrário do que ocorre no Nordeste.

As cisternas são importantes pois minimizam os problemas com verminoses, reduz o tempo gasto por dia para buscar água nos açudes, evita a dependência aos caminhões-pipa, fixa a população na região e proporcionam às famílias captação de água com mais qualidade, ou seja, aquela proveniente das chuvas (DOS SANTOS et al., 2015).

Posto isto, o objetivo deste estudo foi analisar o potencial de um modelo de cisterna fechada como construção rural, importante sistema paliativo do problema de abastecimento de água para a população do meio rural no período da seca no Rio Grande do Sul.

METODOLOGIA

Segundo Feitosa et al. (2018) as cisternas são reservatórios que podem ser de forma retangular, quadrada, cilíndrica, pré-fabricadas, construídas, enterradas ou não, entre outras, que captam a água principalmente dos telhados das casas por meio de calhas ligadas a tubulações. O reservatório deve ser fechado para evitar a evaporação e a contaminação da água (Figura 1).

Segundo Azevedo et al. (2007), para a conservação da água, é interessante que a cisterna fique enterrada até aproximadamente dois terços da sua altura, mantendo a temperatura da água mais baixa. Da mesma forma, para evitar a contaminação desta água, torna-se necessário o uso de fossa séptica, separadas destas construções rurais, para o tratamento e posterior armazenamento de água residuária, com uso em pequenas irrigações, manejo de animais e principalmente consumo humano.



Figura 1. Modelos de cisterna circular. Fonte: FEITOSA et al. (2018); DOS SANTOS et al., (2015).

No Rio Grande do Sul, o verão é o período de maior evaporação, e menor precipitação, diminuindo ou secando rios e reservatórios. Entretanto, a precipitação nos demais períodos do ano, é suficiente para o armazenamento de água nas cisternas para uso na época da seca, por famílias da zona rural (CERA & FERRAZ, 2015).

Segundo De Sousa et al. (2017) como critério a ser avaliado na captação e armazenagem da água da chuva, deve ser considerada a demanda de água para as pessoas

atendidas e o índice médio de precipitação para a região do RS no período de um ano. Para fins de dimensionamento, deve ser considerada a área do telhado envolvido no projeto e o tempo mínimo de armazenagem da água no reservatório.

No dimensionamento de uma cisterna, o índice de precipitação deve ser obtido em instituições confiáveis como INPE, INMET, entre outros. O cálculo do volume da cisterna ($V_{cisterna}$) foi obtido pela a Equação 1, proposta por Gris et al. (2017):

$$V_{cisterna} = D_{diária} \times N_{dias} \quad (2)$$

em que:

$V_{cisterna}$ = volume da cisterna (m^3);

$D_{diária}$ = demanda de água (m^3);

N_{dias} = número de dias de uso de água (365 dias).

Para fins desse projeto, a água enviada às cisternas será captada exclusivamente por telhados, visto que estas possuem menor contato com contaminantes mantendo melhor qualidade. Assim, segundo Gris et al. (2017) faz parte do projeto um tratamento prévio da cobertura do telhado deixando-o melhor destinado para este fim.

A área superficial do telhado, ou área necessária para a captação da chuva ($A_{necessaria}$) foi calculada considerando a precipitação média anual para a localidade ou região mais próxima, de forma a atender ao volume necessário de água anual para uma família, por meio Equação 2 proposta por Gris et al. (2017):

$$A_{necessária} = \frac{V_{cisterna}}{Precipitação} \quad (2)$$

em que:

$A_{necessária}$ = área mínima do telhado ou outra superfície (m^2);

$V_{cisterna}$ = volume da cisterna (L);

Precipitação = precipitação média anual (mm).

Koetz et al. (2010) recomendam que se possível construa um telhado com superfície molhada pouco maior que a necessária no projeto demandado, pois caso ocorra chuva menor que a de projeto ou maior consumo não haverá falta de água no período da seca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cisterna foi projetada para uma família de quatro pessoas com demanda média anual de água de 300 L. dia^{-1}, como recomendado por Koetz et al. (2010), para a região do Rio Grande do Sul (RS). dimensionamento de cisternas que uma família de 4 pessoas necessite em média de 300 L. dia^{-1} de água, por ano. E considerando 365 dias em um ano, o volume da cisterna determinado pela Equação 1 foi de 109.500 L de água (300 x 365 = 109.500L). Segundo o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (PROCERGS, 2018), a precipitação média anual varia entre 1500 mm na região de fronteira com o Uruguai e a Argentina e 2100 mm na região Norte do Estado, conforme verificado na Figura 2.

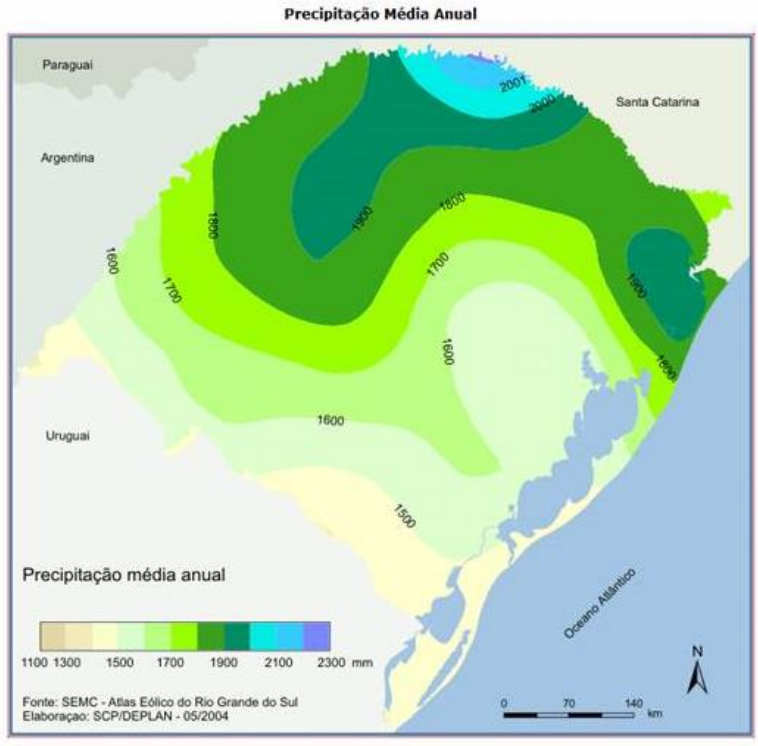


Figura 2. Precipitação média anual. Fonte: PROCERGS (2018)

Considerando no cálculo a menor precipitação média anual para RS de 1500 mm, e um volume de água anual necessário de 109.500 L, a área necessária de telhado ou outra superfície para captação da água obtida pela Equação 2 foi de 73 m².

Neste caso, uma casa simples com telhado de duas águas (Figura 3), é capaz de captar o volume de água de 109.500 L. Ajustando a área do telhado para 75 m^2, será necessário um telhado com 37,5 m^2 em cada água. Neste caso, se for arbitrado para cada água, dimensões de 9 metros de largura por 8 metros de comprimento e um telhado com 30º de declividade, tem-se um telhado com 37,6 m^2 em cada água e a seguinte estrutura:

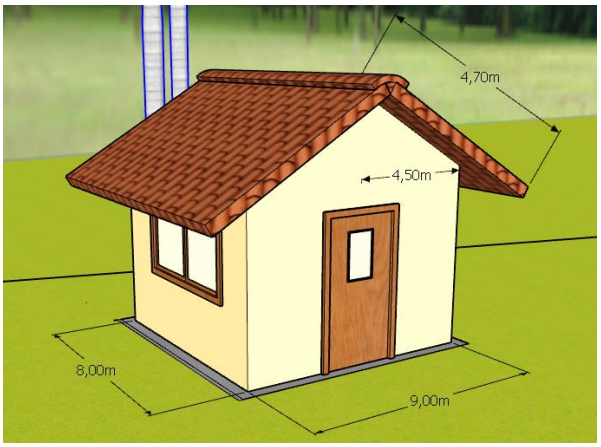


Figura 3. Casa de duas águas. Fonte: Os autores

Analisando a Figura 3 é possível verificar que uma casa com uma projeção horizontal da cobertura de 9 x 8 m seria suficiente para captar a água necessária para atender os períodos de seca. Todavia, se disponível, recomenda-se o uso de valores de precipitação mínima anual exatamente na região em que será construída a cisterna e também alguns outros fatores, como evaporação e absorção do telhado, para assim, obter uma maior exatidão do que realmente acontece no local.

Segundo Brito et al. (2012) se bem manejada, a água armazenada em cisternas pode ser utilizada não apenas para consumo humano, mas também na produção vegetal, conforme Figura 4, onde são mantidas fruteiras e hortaliças para consumo familiar. Araujo et al. (2011) consideram a possibilidade de cultivar várias espécies frutíferas com cisterna de produção e, com a produção obtida, incrementar melhorias significativas na dieta das famílias rurais atendidas.



Figura 4. Cisternas de produção vegetal. Fonte: DOS SANTOS et al. (2015)

A cisterna também é mais uma opção para atender à demanda de água para pequenos animais (Figura 5), como aves, suínos, caprinos e ovinos. As tecnologias de captação e armazenamento da água de chuva são uma solução para diminuir os problemas causados por estiagens severas em sistemas de criações de animais nas épocas do ano que ocorrem estiagem. Para aproveitar essa água, a Embrapa Suínos e Aves de Concórdia (SC) recomenda a construção de cisternas de produção animal (EMBRAPA, 2012).



Figura 5. Cisternas de produção animal. Fonte: DOS SANTOS et al. (2015)

Um exemplo de custo da cisterna para armazenamento de água de consumo humano com capacidade de armazenamento de 31 mil litros de água, construída com caixas pré-moldadas em 2016 foi de aproximadamente R$ 12.380,00, considerando todas conexões, instalações elétricas e peças de coleta de água (ROTHER et al., 2016).

CONCLUSÕES

Baseando-se na média anual de precipitação para a região de fronteira no Rio Grande do Sul, a utilização de cisternas demonstrou ser uma alternativa construtiva viável para a captação e armazenamento de água nos períodos de estiagem desta região.

As cisternas são soluções para grandes estiagens, e por ser uma tecnologia mais limpa, acessível e sustentável, colaboram para a preservação do meio ambiente e qualidade de vida de populações com restrição de acesso a água.

O aproveitamento do uso da água da chuva no meio rural torna-se uma realidade com a implantação de cisternas de produção vegetal e animal, apresentando benefícios relacionados ao uso sustentável e economia da água.

Recomenda-se a execução de estudos mais aprofundados com a finalidade de se verificar a influência de outros fatores, como a evaporação e absorção de água por parte do telhado no sistema.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e CNPq pelo apoio dado para a concretização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, J. O.; BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B. Água de chuva pode incrementar qualidade nutricional da dieta das famílias. **In:** Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza - CE. 2011.

AZEVEDO, M. A. de; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B. do; LEAL, A. F. **Cisternas Rurais**. Revista Educação Agrícola Superior. ABEAS, v. 22, n. 1, p. 47-52, 2007.

BRITO, L. T. L.; ARAÚJO, J. O.; CAVALCANTI, N. B.; SILVA, M. J. Água de chuva armazenada em cisterna produz frutas e hortaliças para o consumo pelas famílias rurais: estudo de caso. **In:** Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Campina Grande - PB. 2012.

CERA, J. C.; FERRAZ, S. E. T. Variações climáticas na precipitação no sul do Brasil no clima presente e futuro. Revista Brasileira de Meteorologia, v.30, n.1, p.81-88. 2015.

COCCO, G. P. R.; DE ALMEIDA, G. H. L.; LUPP, L. S. L.; JACOB, R. S.; BODEVAN, R. I.; BARBOSA, R. K. R. C..; SALES, V. D. S. L. Projeto de aproveitamento da água

de chuva para o uso não potável domiciliar. **Percurso Acadêmico,** v.7, n.13, p.42-73. 2017.

DE SOUSA, A. B.; DE ANDRADE NETO, C. O.; MAIA, A. G. Análise dos métodos de dimensionamento de cisternas com base na avaliação de volumes calculados para zonas pluviais homogêneas distintas. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais,** v. 5, n.2, p.147-160. 2017.

DE SOUZA, J. S.; MORAES, B. S. Analysis of public policies implemented for water management in Brazil. **Ciência e Natura,** v.38, n.2, p.913-918, 2016.

DOS SANTOS, D. B.; MEDEIROS, S.S.; BRITO, L.T.L.; GNADLINGER, J.; COHIM, E.; PAZ, V.P.S.; GHEYI, H.R. Captação, manejo e uso de água de chuva/organizadores. **INSA.** Campina Grande, PB, 2015.

EMBRAPA. Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves. 2012. Disponível em < http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_v7r28u3f.pdf>. Acesso em: 15 dez. de 2018.

FEITOSA, E. R.; YADA, M. M.; SOARES, N. M. Uso de cisternas na captação da água da chuva para uso animal. **Revista Interface Tecnológica,** v.15, n.1, p.305-314, 2018.

GRIS, V. G. C.; BERTOLINI, G. R. F.; JOHANN, J. A. Rural tanks: economic viability and perception of farmers in Palotina-PR. **Revista Nera,** v.37, p. 169-194. .2017.

KOETZ, M.; SANTOS, R. C.; SILVA, N. M.; CABACINHA, C. D.; FERREIRA, W. C.. Uso de cisternas como prevenção às secas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, p. 1-7, 2010.

MARTINS, S. C. A S.; NOGUEIRA, N. O. Captação de água da chuva em propriedades rurais**. Nucleus,** v. 12, n.1, p.87-106, 2015.

PROCERGS – Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão DO Rio Grande do Sul. Clima, temperatura e precipitação. 3ed. 2018. Disponível em <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/midia/imagem/precipitacao3> Acesso em 20 jan. 2019.

RODRIGUES, A. L. S.; MIRANDA, A. C.; OLIVEIRA, J. P.; TORRES, K. R. C., CARVALHO, M. M.; ALMEIDA, R. V.; MOREIRA, S. P. R. Meio ambiente e sustentabilidade: a questão dos recursos hídricos e tecnologias de tratamento. **Revista Expressão,** n. 9, p.1-15, 2016.

ROTHER, F.; DEWES, T.; SCHNEIDER, M. Coleta da água da chuva: um meio sustentável e eficaz. **Revista Infinity,** v.1, n.1, 2016.

COMPARAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO DE PROTÓTIPOS DE AVIÁRIOS DO TIPO *DARK HOUSE* E CONVENCIONAL

Giselle Borges de Moura[1], Natalia Valentina Gervásio da Silva [2], Carla Teresa Silva dos Reis[3], Lívia Veloso Rodrigues[4], Jaqueline de Oliveira Castro[5]

[1]Professora Doutora, Universidade Federal de Lavras, giselle.moura@deg.ufla.br.
[2]Graduanda em Zootecnia, 11º período, Universidade Federal de Lavras, gervasio.natalia@outlook.com.
[3]Graduanda em Engenharia Agrícola, 4° período, Universidade Federal de Lavras, carlareis@outlook.com.
[4]Graduanda em Engenharia Civil, 9° período, Universidade Federal de Lavras.
[5]Professora Doutora, Universidade Federal de Lavras, jaqueline.castro@deg.ufla.br

RESUMO - A reconhecimento de instalações para produção animal é de extrema importância para avaliar a capacidade de isolamento térmico, e formas de controle das variáveis ambientais as quais os animais estão submetidos. O trabalho teve como objetivo comparar o ambiente térmico de construções do tipo *Dark House* e convencional para criação de frangos de corte. Foram utilizados dois protótipos em escala reduzida e distorcida de aviários do tipo *Dark House* e convencional com cortina, e cinco dias de experimentação. Foram coletados: Temperatura (T°, °C), Umidade Relativa (UR, %), Temperatura de Ponto de Orvalho (Tpo, °C) e Temperatura de Globo Negro (Tgn, °C), por meio de dataloggers posicionados em 3 pontos das instalações. As temperaturas externas e internas do telhado foram coletadas em três períodos do dia, em seis pontos do telhado. Foram feitos os cálculos do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e a Entalpia (h). Utilizou-se as médias dos dados para comparação entre as construções. O comportamento da variação da T° e da UR das duas construções foram semelhantes, sendo que o galpão *Dark House* apresentou uma maior resistência a mudança das variáveis ao longo do dia, sugerindo uma maior capacidade isolante desse tipo de construção, e consequentemente uma maior variação da T° e UR interna dos aviários convencionais. Os altos valores de ITGU para o galpão *Dark House*, aponta um desconforto térmico maior comparado aos aviários convencionais. A Entalpia foi maior nos aviários convencionais confirmando uma maior quantidade de energia (calor) comparado aos aviários *Dark House*. Sendo assim, são se descarta o uso de sistemas de climatização para um melhor controle do ambiente interno nos dois tipos de construções, para se obter índices dentro da faixa de conforto térmico dos animais.
Palavras-chave: aviários, ambiência, conforto térmico

INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil tem sido destaque nos últimos anos pela qualidade dos produtos e baixo custo de produção. Entre 2006 e 2016 a produção de carne de frango quase dobrou, passando de 9,34 para 12,90 milhões de toneladas (ABPA, 2016). O melhoramento genético, inovações na nutrição e maior densidade na produção são alguns

fatores que propiciaram esse grande crescimento na produção avícola brasileira, mas que aumentou a exigência das aves em relação ao ambiente (TINOCO, 2017).

Em países de clima tropical e subtropical, onde se observa altas temperaturas ao longo do ano, um dos grandes desafios na produção de aves é a redução desses efeitos climáticos sobre os animais. O excesso de frio e principalmente o excesso de calor influencia diretamente na criação das aves, podendo causar mortalidade nas diferentes fases de criação, alteração no consumo de ração e na qualidade do produto final (NÄÄS, 2000).

Para isso, é importante a caracterização do ambiente térmico para que o conforto das aves seja atendido e consequentemente, obter uma melhor produtividade. Esse ambiente é dado por diversas variáveis como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento, dentre outros. Além de índices calculados como ITGU, e entalpia que é uma maneira eficiente de avaliar o efeito dessas variáveis sobre os animais, podendo auxiliar na tomada de decisão em um sistema de climatização (DAMASCENO, 2010).

Segundo Curtis (1983), as modificações ambientais são divididas em duas classes: modificações primárias e modificações secundárias, ou também, acondicionamento térmico natural e acondicionamento térmico artificial. As modificações primárias ou acondicionamento térmico natural são aquelas relacionadas ao galpão e todo o ambiente que o circunda, como tipo de construções, materiais utilizados, além de fatores como o clima da região, orientação do galpão e ventilação natural.

As modificações secundárias ou acondicionamento térmico artificial, é o uso de recursos para controle do microclima da instalação. Pode exigir maior uso de recursos energéticos e de mão de obra por exemplo, e por isso, devem ser usados quando se esgotar todos os recursos primários para o controle do ambiente (DAMASCENO, 2010).

Com isso, o objetivo do trabalho foi comparar o ambiente térmico de aviários, com coleta de dados de variáveis ambientais e índices de conforto térmico, a fim de se obter dados sobre o desempenho das construções.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras no estado de Minas Gerais. Localizado a 21º 14' 43" S

de latitude, 44º 59' 59" W de longitude e com 919 metros de altitude. A região é dada como Cwa pela classificação climática de Köppen-Geiger.

Foram avaliados 2 galpões: um modelo convencional com cortina, e outro modelo *Dark House* construídos em escala reduzida e distorcida. As escalas adotadas na construção dos modelos é de 1:10 na largura, 1:25 no comprimento e 1:2 na altura do pé direito, obtendo assim, 1,5m de largura, 6m de comprimento e altura do pé direito de 1,5m.

O aviário convencional foi construído em blocos de concreto estrutural, e fechamentos laterais com parede dupla de cortina de cor azul, com uma porta para acesso ao interior do protótipo. Piso de concreto e telhado em estrutura metálica com 2 águas com telhas de fibrocimento.

O aviário do tipo *Dark House* tem a mesma estrutura, porém suas laterais foram fechadas, e nas fachadas posterior e anterior, foi instalado painel evaporativo e exaustores, compondo o sistema de climatização por pressão negativa. Nesse aviário, as coletas foram conduzidas com o sistema de climatização desativado, para que fosse possível a coleta dos dados referentes à tipologia construtiva.

As variáveis Temperatura (T°, °C), Umidade Relativa (UR, %), Temperatura de Ponto de Orvalho (Tpo, °C) e Temperatura de Globo Negro (Tgn, °C), foram obtidas por meio de *data loggers* posicionados em 3 pontos geométricos de cada instalação. Nos registradores centrais, foram colocados o sensor de temperatura externa (Globo Negro). Para essas variáveis foram registrados dados de 10 em 10 minutos, das 8:00 até as 18:00 horas dos 5 dias. Foram feitas médias de todo o período de experimento para comparação dos dados.

As temperaturas superficiais externas e internas do telhado foram coletadas em três períodos do dia: entre 8 e 9 horas, 12 e 13 horas, e, 17 e 18 horas. Foram coletados dados de 6 pontos geométricos na face interna e externa da telha. A aferência da temperatura foi feita com um termômetro de infravermelho à uma distância de 40cm da telha. Foram feitas médias de todos os pontos coletados em cada faixa de horário de cada aviário.

O cálculo da entalpia (h) dado por kJ kg-1 de ar seco, foi feito com os valores médios obtidos pelos *data loggers* usando a equação proposta por Rodrigues (2011):

$$h = 1{,}006Tbs + \frac{UR}{Patm} \times 10^{\left(\frac{7{,}5 \times Tbs}{237{,}3} + Tbs\right)} \times (71{,}28 + 0052 \times Tbs)$$

onde:

Tbs - temperatura de bulbo seco, °C

UR – umidade relativa, %

P_{atm} - pressão atmosférica, kPa

O Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), foi calculado segundo a equação proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = Tgn + 0{,}36Tpo - 330{,}08$$

onde:

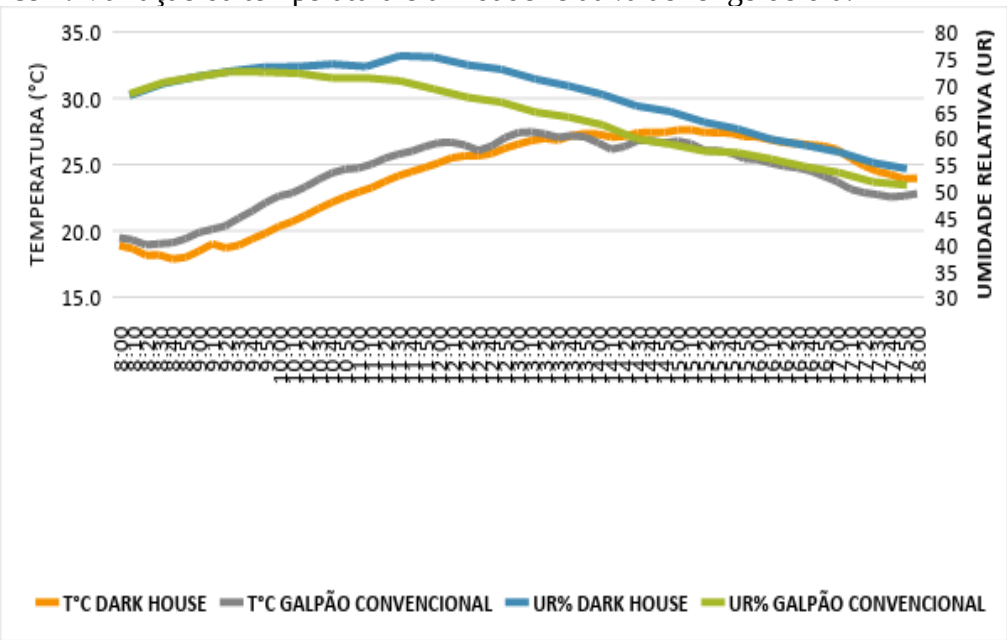
Tgn – temperatura de globo negro, °C

Tpo – temperatura de ponto de orvalho, °C

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico 1 representa a variação da umidade relativa (%) e temperatura (°C) ao longo do dia entre os dois galpões.

Gráfico 1. Variação da temperatura e umidade relativa ao longo do dia.



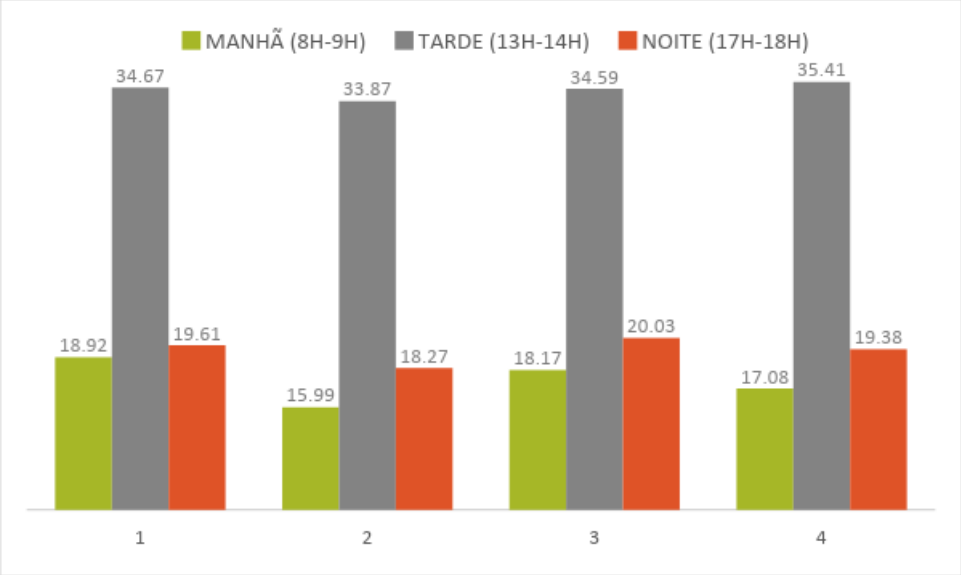
Não foram observadas diferenças significativas entre a temperatura e umidade relativa interna entre os galpões. O comportamento da curva também foi semelhante

levando em consideração a variação da temperatura externa ao longo do dia. No período de maior temperatura, teve uma menor umidade relativa e o oposto também foi observado.

A UR nos dois galpões variou de 40% a 76%. Abreu & Abreu (2011) cita valores ideais de umidade para produção de frangos em torno de 60 a 70%. Foram encontradas temperaturas mínimas de 16°C e máximas de 28°C nas duas instalações.

O gráfico 2 mostra as médias de temperaturas aferidas na parte interna e externa da telha. Não houve uma variação significativa entre as temperaturas internas e externas da telha nos diferentes períodos do dia. As propriedades térmicas do fibrocimento, pode ter influenciado na temperatura e umidade dentro dos galpões, mas o comportamento dessas variáveis ao longo do dia indica que a telha não isolou o ambiente interno das variações de temperatura e umidade durante o dia.

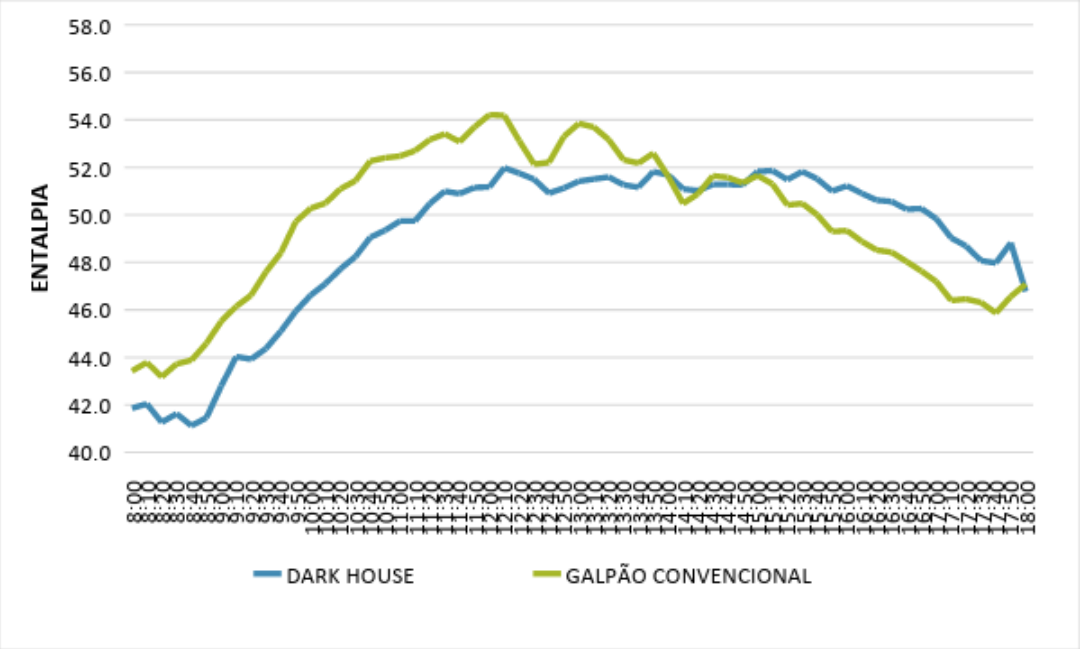
Gráfico 2. Temperaturas superficiais médias interna e externa dos galpões nos diferentes períodos do dia.



A entalpia segundo Rodrigues (2011) é a quantidade de energia de ar úmido por massa de ar seco, ou seja, é a quantidade de energia do sistema. Quanto maior o valor da entalpia, maior o desconforto do animal. O gráfico 3 mostra a variação da entalpia ao longo do dia nos dois galpões.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

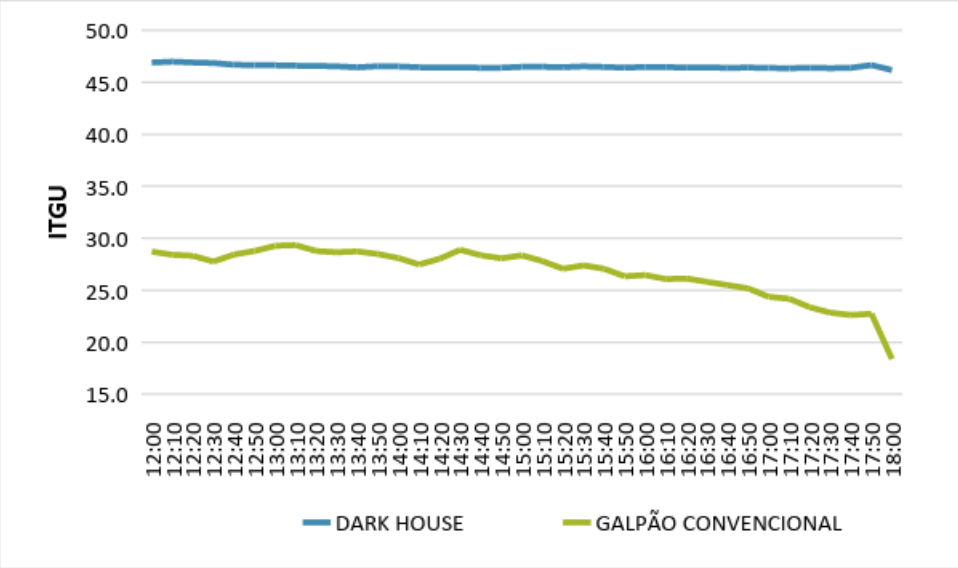
Gráfico 3. Comparação da entalpia entre as construções



Foram encontrados valores máximos de 54,2 e 52,0 para o galpão convencional e *Dark House* respectivamente, no intervalo entre 12:00 e 12:10 horas para as duas construções. Segundo o Índice de Entalpia de Conforto (IEC) proposta pelo Núcleo de Estudos em Ambiência Agrícola e Bem-estar Animal (NEAMBE) da Universidade Federal do Ceará, esses valores se encontram na faixa intermediária (alerta) de conforto, da primeira até a sexta semana de criação de frangos de corte.

O gráfico 4 compara os índices de ITGU das instalações. O ITGU calculado no aviário do tipo *Dark House* se manteve praticamente constante e com valores mais altos no período da tarde comparado ao aviário convencional. Segundo Medeiros (2005), os índices de ITGU encontrados estão na faixa de conforto térmico das aves. Mas a ausência do sistema acondicionamento térmico artificial, grande variação de temperatura e umidade ao longo do dia juntamente com maior entalpia observada no período da tarde, poderia indicar um maior desconforto térmico em que os animais poderão ser submetidos nessa instalação.

Gráfico 4. Comparação do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU)



CONCLUSÃO

Concluiu-se que em relação as variáveis avaliadas no trabalho, não houve divergências muito grandes de temperatura e umidade relativa dentro dos galpões. A temperatura interna e externa do telhado não variou muito nos diferentes galpões nas diferentes faixas de horário.

O aviário do tipo convencional poderia causar um desconforto térmico menor comparado ao tipo *Dark House* levando em consideração o ITGU. Mas se usado os valores de entalpia, as duas construções se encontram na faixa de alerta.

Sendo assim, são se descarta o uso de sistemas de climatização para um melhor controle do ambiente interno nos dois tipos de construções, para se obter índices dentro da faixa de conforto térmico dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 40, p. 1-14, 2011.

ANDREAZZI, Márcia Aparecida, et al. DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM AVIÁRIO CONVENCIONAL E DARK-HOUSE. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 2018, 16.1.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). Relatório anual 2016. Disponível em: http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais. Acesso em: 27 set. 2018

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais – conforto animal. Viçosa: UFV, 1997. 246p

COSTA GOMES, Raphaela Christina, et al. Predição do índice de temperatura do globo negro e umidade e do impacto das variações climáticas em galpões avícolas climatizados. *Ciência Rural*, 2011, 41.9.

CURTIS, Stanley E., et al. *Gestão ambiental na pecuária* . Iowa State University Press, 1983.

DAMASCENO, Flávio Alves, et al. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. *Pubvet*, 2010, 4: Art. 986-991.

DE ALECRIM, Paulo Dias; CAMPOS, Alessandro Torres; JÚNIOR, Tadayuki Yanagi. Sistema automatizado embarcado em microcontrolador para controle e supervisão do ambiente térmico para aviários. *Científica*, 2013, 41.1: 33-45.v

DE PAULA, Marcos Oliveira, et al. Identificação da tipologia construtiva de galpões avícolas no estado do Espírito Santo. 2012.

FERREIRA, R.A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

LAVOR, Carlos Tadeu Bandeira; FERNANDES, Antonio Amaury Oriá; DE SOUSA, Francisco Militão. Efeito de materiais isolantes térmicos em aviários no desempenho de frango de corte. *Revista Ciência Agronômica*, 2008, 39.2: 308-316.

MARTIN BIAGGIONI, Marco Antonio, et al. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. *Semina: Ciências Agrárias*, 2008, 961-971.

MEDEIROS, C. M.; BAETA, F. da C.; OLIVEIRA, R. F. M. de; TINOCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa - MG, v.13, n.4, p.277-286, 2005.

NÄÄS, I. A. Modelos de aviários de frango de corte em termos estruturais e de isolamento. *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE EM CLIMA QUENTE*, 2000, 1: 50-63.

NAZARENO, Aérica C., et al. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2009, 13.6: 802-808.

NOWICKI, Rodrigo, et al. Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 2011, 14.1.

OLIVEIRA, Karina Volpe, et al. Sistema Dark House de produção de frangos de corte: uma revisão. *SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA*, 2013.

RODRIGUES, Valéria Cristina, et al. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. *International Journal of Biometeorology*, 2011, 55.3: 455-459.

RODRIGUES, VALÉRIA CRISTINA, et al. Instalações avícolas do estado de São Paulo–Brasil: Os principais pontos críticos quanto ao bem estar e conforto térmico animal. *THESIS*, 2009, 5.11.

SAVASTANO JR, HOLMER, et al. Desempenho de alguns sistemas de cobertura par aviários. *Engenharia Rural*, 1997, 8.1: 1-11.

TINÔCO, I. de FF. Avicultura Industrial&58; Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. *Revista brasileira de ciência Avícola*, 2001, 3.1: 01-26.

YANAGI JUNIOR, T. Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal: relação bem-estar animal x clima. *Infobibos: Informações Tecnológicas*, 2006.

CAPACIDADE TERMORREGULATÓRIA DE BÚFALAS LEITEIRAS EM DOIS AMBIENTES

Kelly Botigeli Sevegnani[1], Sarah de Araújo Silva[2], Silvia Helena Modenese- Gorla-da-Silva[1]

[1]Docentes da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/UNESP, Câmpus de Registro (CERe), Registro-SP. botigeli.sevegnani@unesp.br; silvia.modenese@unesp.br
[2] Engenheira Agrônoma, pós-graduanda UFPR.

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a capacidade termorregulatória de búfalas em dois ambientes, pré e pós-ordenha. Foram coletadas variáveis fisiológicas: Temperatura Média de Pele (TMP) e Frequência Respiratória (FR), e variáveis ambientais: Temperatura do ar (TA), Temperatura de Globo negro (TG), Umidade relativa do ar (UR) e Velocidade do vento (Vv). As variáveis coletadas foram analisadas por meio de técnicas de aprendizado de máquina, sendo utilizadas RNAs (redes neurais artificiais) em problemas de regressão. Os resultados indicaram que, no verão, os animais apresentaram maiores valores de TMP e FR, quando comparados ao inverno, alcançando faixas de valores dispondo-os ao estresse térmico, nos dois ambientes estudados. Os animais apresentaram valores menores de FR e TMP na pré-ordenha, onde estavam em condição de sombreamento e também num horário de clima mais ameno, em comparação com o curral pós-ordenha. As equações de regressão para predição dos valores de frequência respiratória e temperatura média da pele foram adequadas para ambas as estações.
Palavras-chave: bubalinocultura leiteira, estresse térmico, redes neurais artificiais.

INTRODUÇÃO

O estresse térmico sofrido pelos animais impacta grandemente na criação animal, visto que o organismo tem que lançar mão de mecanismos fisiológicos para dispersar o calor interno, desviando energia que seria utilizada para produção. Em muitas regiões do Brasil, as temperaturas atingidas na maior parte do ano são limitantes para a produção plena de leite. Nos últimos anos, tem-se percebido um aumento nos episódios de ondas de calor ao longo do ano, marcadamente nas estações de primavera e verão, tanto em duração quanto em intensidade.

O conforto térmico, na ambiência animal, é uma das pautas tratadas no tema de bem estar. Para Araújo (2001), conforto térmico pode ser definido como uma situação em que o balanço térmico é nulo, ou seja, o calor produzido pelo organismo animal, juntamente com o que ele ganha do ambiente, é igual ao calor perdido por meio da radiação,

convecção e condução (calor sensível), em função de um gradiente de temperatura entre o animal e o meio, da velocidade do vento e da umidade relativa do ar, Quando os animais estão em uma zona de termoneutralidade ou de conforto térmico, o mínimo de energia é requerido para manter constante a temperatura corporal. Entretanto, quando esses animais são expostos a temperaturas ambientais acima ou abaixo da temperatura crítica superior e inferior, há uma necessidade de energia adicional para manter o comportamento fisiológico (SILVA et al., 2006).

Apesar da sua adaptabilidade aos ambientes mais inóspitos, os búfalos sofrem grande influência de fatores ambientais como o clima e suas variações. Por conseguinte, tanto a produtividade quanto a eficiência reprodutiva desses animais podem ser prejudicadas por alterações nos parâmetros fisiológicos, comportamentais e metabólicos. Dessa forma, é necessária a criação de novas alternativas de manejo ambiental, com a finalidade de diminuir o acúmulo de calor interno e favorecer a dissipação deste para o ambiente (GARCIA, 2006).

Objetivou-se com o trabalho avaliar a resposta termorregulatória de búfalas leiteiras nos ambientes de pré-ordenha (sala de espera) e pós-ordenha, verificando a influência das variáveis ambientais nas variações da temperatura média de pele e de frequência respiratória dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi executado nas instalações do Instituto de Zootecnia em Registro, SP, localizadas nas coordenadas de 24º 26’ 15” Sul e 47º 48’ 45” Oeste, altitude média 40m, clima tropical chuvoso, sem estação seca de inverno, do tipo Af, segundo a classificação de Köeppen (CEPAGRI, 2018).

A metodologia foi estabelecida em função do manejo já executado diariamente na propriedade, com o propósito de interferir minimamente, sem causar estresse nos animais durante a realização das medições propostas.

Foram utilizadas 15 vacas bubalinas contemporâneas da raça Murrah, a pasto, com as variáveis fisiológicas coletadas em dois ambientes: Sala de espera da ordenha (pré-ordenha) e pós-ordenha. As búfalas eram encaminhadas para um estábulo coberto (sala pré-ordenha) para serem ordenhadas mecanicamente, uma vez ao dia, pela manhã. O estábulo tinha dimensões de 12 x 25 metros, com 3,2 metros de pé-direto, construído em

 ISBN: 978-85-66836-24-0

alvenaria de tijolos comuns, cobertura de telhas cerâmicas e paredes até a altura de 1,8 metros.

A sala de ordenha era um espaço contíguo à sala de espera, dentro do mesmo estábulo, do tipo "balde ao pé", com capacidade para ordenhar 2 animais de cada vez. Os bufalinhos ficavam com as mães até o final da ordenha, por volta das 10h30. Após a ordenha, os animais eram encaminhados para remanga do curral de manejo, sem sombreamento, piso sem revestimento e área de 80 m², onde recebiam suplementação alimentar no cocho, sendo soltas depois no pasto por volta das 16h.

Foram coletadas as variáveis fisiológicas: 1) Frequência respiratória (FR em quantidade de movimentos respiratórios/minuto), verificada por meio da contagem dos movimentos do flanco direito por 30 segundos, sendo posteriormente multiplicada por dois, para obtenção da frequência respiratória por minuto. A marcação do tempo foi feita com auxílio de cronômetro; b) Temperatura média da pele (TMP), medida por um termômetro de raio infravermelho com mira a laser, com emissividade ajustada de 0,98 (valor adequado para materiais biológicos). Foram tomadas as temperaturas nas seguintes regiões: chanfro (testa), orelha, "tábua do pescoço", pernil dianteiro, pernil posterior, úbere na lateral direita e entrepernas.

A temperatura média da pele foi considerada como a média aritmética dessas medidas, conforme a equação 1 (DAS et al., 1999): TMP = ((TC + TO + TP + TPD + TPP+ TULd+TUp)/6), sendo: TMP = temperatura média da pele (ºC); TC= temperatura do chanfro (ºC); TO = temperatura da orelha (ºC); TP = temperatura do pescoço (ºC); TPD = Temperatura do pernil dianteiro (ºC); TPP = Temperatura do pernil posterior (ºC); TULd = Temperatura do úbere lateral direita (ºC); TUp = Temperatura do úbere entrepernas (°C).

As variáveis fisiológicas eram coletadas na sala de espera (pré-ordenha) às 7h00 da manhã, horário em que os animais chegavam do pasto e ficavam aguardando a ordenha.

No ambiente de pós-ordenha, os dados foram coletados às 9h30, horário em que os animais permaneciam no curral.

Para quantificar as variáveis do ambiente, foram medidas: a) Temperatura de globo negro (TG) em ºC, medida à sombra no ambiente de sala de espera e ao sol no pasto e na pós-ordenha, sendo o globo colocado na altura correspondente à 1,50 m (altura média da cernelha dos animais); b) Temperatura do ar (TA); c) umidade relativa (UR); d) velocidade do vento (Vv). A temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento

foram medida por meio de termômetro de fio quente, na altura corresponde a 1,50m. Estas variáveis ambientais foram medidas manualmente a cada cinco minutos durante as coletas das variáveis fisiológicas, para posterior correlação e caracterização do ambiente.

Para a análise dos dados coletados, foram utilizadas técnicas de aprendizado de máquina (MITCHELL, 1997). Foram testadas 2 hipóteses diferentes, sendo 2 problemas de regressão:

1) Foi verificado na primeira hipótese se, de acordo com as variáveis fisiológicas TMP e FR e ambientais (TA, UR, Vv e TG), conseguia predizer a Temperatura Média da Pele e;

2) Na segunda hipótese, testou-se como saída a Frequência Respiratória.

Os resultados foram obtidos utilizando o método de amostragem 10-fold cross validation, que particiona o conjunto de dados total em 10 partes iguais, utilizando 9 partes para treinar e uma para testar. São realizados, portanto, 10 diferentes treinamentos e testes.

Para as hipóteses de regressão, utilizou-se RNAs com uma única camada, treinadas com o algoritmo mínimo quadrado médio (LMS - Least Mean Square) (HAYKIN, 1999).

Para implementação das RNAs, utilizou-se a ferramenta Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis), disponível em <HTTP://www.cs.waikato.ac.nz/~ml/weka/>. As variáveis de entrada utilizadas foram os atributos: TA, UR, Vv, TG, TMP e FR. As variáveis de saída foram: TMP e FR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias e o desvio padrão das variáveis ambientais e fisiológicas coletadas nos dois ambientes são mostradas na tabela 1 e 2:

Tabela 1. Médias e desvio-padrão das variáveis fisiológicas e ambientais, para o inverno e verão no ambiente de pré ordenha.

Pré-ordenha	FR	TMP	T do ar	TG	UR	Vv
Inverno	15,2±3,7	27,9±2,0	21,5±3,8	22,3±4,1	73,4±6,1	0,3±0,1
Verão	21,9±4,1	31,1±1,7	24,4±1,0	24,6±1,0	78,0±4,3	0,1±0,1

Tabela 2. Médias e desvio-padrão das variáveis fisiológicas e ambientais, para o inverno e verão no ambiente de pós- ordenha.

Pós-ordenha	FR	TMP	T do ar	TG	UR	Vv
Inverno	18,2±5,0	30,5±3,8	23,5±4,3	24,2±4,0	65,9±9,4	0,5±0,3
Verão	34,0±8,3	35,3±2,4	32,0±1,1	32,8±1,3	61,4±3,9	0,6±0,4

Verifica-se nas tabelas 1 e 2 a frequência respiratória dos animais foi superior no verão em comparação ao inverno. Inclusive, o desvio-padrão para as médias no verão foi superior ao do inverno, mostrando que a variação da frequência é maior frente às altas temperaturas registradas nesta estação. Os maiores valores absolutos de frequência respiratória registrados na estação de verão variaram entre 40 e 66 movimentos respiratórios/minuto.

Na pré-ordenha em geral (Tabela 1), a média da FR no verão foi de 21,9 mov / min , sendo a mínima de 17,4 mov/min e a máxima 26 mov/min. No inverno, houve uma redução da FR, que apresentou-se, em média, 15,2 mov/min com mínima e máxima de 11,5 a 18,9 mov /min respectivamente. Na pós-ordenha (Tabela 2), a média de FR no inverno foi de 18,2, com mínima e máxima 13,2 mov/min e 23, 2mov/mine. Esse valor foi abaixo do encontrado por GARCIA et al. (2011), que verificaram em búfalas no estado do Pará, a máxima FR de 38,25 mov/min. Dos Santos (2010) avaliando búfalas da raça murrah, observou FR máxima pela manhã de 31,4 mov / min. Já Sevegnani et al. (2006) observaram valores de 18 à 21 mov/min pela manhã em novilhas búfalas.

A média de FR no verão foi a maior, com 34 mov/min, sendo que foram encontrados valores máximos de frequência respiratória de 66 mov/min. A Temperatura do ar nesse mesmo período, no ambiente de pós -ordenha variou de 32,9°C a 37,7°C.

De acordo com SILANIKOVE (2000), médias de frequência respiratória para búfalos em estresse térmico, podem variar de 40,5 a 59 mov / min. Neste trabalho foram encontrados valores de FR altos de 40 a 66 mov / min, o que evidencia, mais ainda, que o ambiente de pós-ordenha seja estressante para as búfalas. A FR pode quantificar a severidade do estresse pelo calor, em que uma frequência de 40-60, 60- 80 mov/min caracteriza um estresse baixo, médio-alto respectivamente.

Animais submetidos a estresse térmico consomem mais água e com mais frequência do que os mantidos à sombra, provavelmente, para compensar o aumento do potencial de perda por evaporação, através da elevação da frequência respiratória (FERREIRA et al., 2006; AL-TAMIMI, 2007).

Em experimentos com búfalos criados à pasto em pleno sol, sem acesso à sombra, SILVA et al. (2011) verificaram máxima de frequência respiratória de 42 mov / min, no período da manhã, o que indica que o animal está em estresse térmico. Já Garcia et al. (2011), verificou que no período mais chuvoso do ano no estado do Pará, a máxima de FR foi de 38,25 mov/min.

DOS SANTOS (2010) em experimento com búfalas da raça murrah criadas à sistema tradicional, sem acesso à sombra pela manhã, encontrou valore de FR máxima próximos ao de SILVA et al. (2011), de 35,2 mov / min pela manhã no período chuvoso, em sistemas tradicionais.

Pesquisas têm demonstrado que búfalos criados em pastagem sem sombreamento apresentam elevação significativa na frequência respiratória de 22,6 mov / min para 48,4 mov / min (PARANHOS DA COSTA, 2000). Já Costa (2007), em experimento com novilhas búfalas, observou variação significativa da frequência respiratória com forte aumento de 26 para 40,5 mov/min permitiu estabelecer o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) crítico.

Com a temperatura do ar variando de 26,0 a 36,0 ºC, Koga et al. (2004) encontraram valores médios para a frequência respiratória de 42,8 movimentos/minuto, considerando que os animais foram mantidos em estresse térmico durante todo o experimento. Já Guimarães et al. (2001) verificou médias de frequência respiratória de 59,0 movimentos/minuto em temperaturas de 30,9 a 36,0 °C.

Em outro experimento, Magalhães et al. (2000) ao avaliar os efeitos do clima sobre a frequência respiratória encontrou valores médios de 58,3 movimentos/minuto, em condições de 33,7°C de temperatura ambiente, valores semelhantes aos encontrados nesse presente trabalho.

Martello (2004) afirma que o aumento da frequência respiratória é o primeiro sinal visível de estresse térmico nos animais submetidos ao desconforto, embora seja o terceiro na sequência dos mecanismos de termorregulação, com a vasodilatação em primeiro lugar, seguida da sudação.

Os valores de Temperatura média de pele (TMP) foram superiores no verão em comparação com o inverno demonstrando a influência direta das variações de temperatura do ar sob à TPM. A temperatura média de pele (TMP) no período do inverno variou no ambiente de pré-e pós-ordenha de 25,9°C a 29,2°C e 34,3°C a 26,7°C respectivamente (Tabelas 1 e 2). DOS SANTOS (2010) encontrou valores semelhantes no inverno onde a

temperatura média de pele de búfalas da raça murrah foi de 29,41ºC. Já em sistema silvipastoril, as médias para TMP atingiram 28,74ºC.

Os animais não entraram em estresse térmico no período de inverno, já que as temperaturas nesse período ficaram próximas da faixa de temperatura recomendada na literatura para búfalas lactantes que vai de 15,5°C a 21,2°C. Já no verão, esse quadro se inverte, visto que as TMP giraram em torno de 31,1°C e 35,3°C no ambiente de pré e pós-ordenha respectivamente.

A TMP foi maior no período do verão, no ambiente de pós ordenha. Essa alta temperatura média de pele ocorreu devido a um maior tempo de exposição direta dos animais aos raios solares, sem acesso algum à sombra, ressaltando assim, a influência direta das variáveis ambientais nas variáveis fisiológicas dos animais.

Na pré-ordenha, a TMP foi em média 31,1°C, e a temperatura média do ar foi de 24,1°C temperatura considerada alta e não adequada para bubalinos. O espaço da sala de espera (pré-ordenha) também não era adequado, visto que a estrutura em que estes animais são alojados não foi projetada para essa finalidade, tendo paredes laterais altas que impedem a ventilação. Dos Santos (2010) em um experimento com búfalas da raça Murrah criadas em sistema tradicional, sem acesso à sombra pela manhã, encontrou valores de temperatura média de pele (TMP) 31,33ºC, no período chuvoso. Já em sistema silvipastoril, obteve médias de TMP em torno de 31,18ºC; pequena diferença, porém significativa, enfatizando a importância do sombreamento para esses animais. Nestas condições, foram observados sinais de estresse calórico pelo búfalo, como ofegação, salivação excessiva, protusão da língua e extensão do pescoço.

Alam et al. (2010) observaram no mercado de gado de Bangladesh, onde a temperatura do ar varia de 32-40ºC e umidade relativa de 50-65% que a temperatura média da pele exposta e não exposta ao sol, foram 38,9°C, 36,9°C respectivamente.

Segundo Paranhos (2010), búfalos criados em pastagem sem sombreamento apresentam elevação significativa na temperatura média de pele de 28,3°C para 34,7°C.

Dados da FAO (1991) apontam que em condições naturais, quando a temperatura do ar supera 29ºC, os bubalinos apresentam desconforto térmico e se refrescam em banhados ou sombras, verificando-se, portanto, que os animais do experimento no ambiente de pós-ordenha encontravam- se sob condição de estresse térmico.

Como observado, o ambiente pós-ordenha apresentou temperatura acima das recomendadas na literatura para búfalas lactantes (15,5°C a 21,2°C), por isso as mesmas

devem ser protegidas contra a radiação solar direta durante os meses em que a temperatura ambiente for superior a 30ºC (GUDEV et al., 2007), já que o estresse por calor causa redução na produção de leite, devido ao menor consumo de matéria seca, além de prolongar o pós-parto e aumentar o intervalo entre eles (MÜLLER, 1989; RENSIS e SCARAMUZZI, 2003) trazendo prejuízos no final da cadeia produtiva para o produtor.

Sendo assim, é de suma importância, no local de pós-ordenha, disponibilizar aos animais sombreamento suficiente a todos para minimizar os efeitos adversos do clima sobre os mesmos.

Garcia et al. (2011) verificaram que o sombreamento em sistema silvipastoril é vantajoso, pois diminuiu significativamente a frequência cardíaca e a temperatura retal de búfalas leiteiras. Em 71,4% das observações, os animais mantidos em sistema silvipastoril com sombreamento apresentaram índices de conforto próximos ao ideal. Com o aumento da temperatura do ar e do globo, a FR se elevou também.

Animais submetidos ao estresse térmico consomem mais água e com mais frequência do que os mantidos à sombra, provavelmente, para compensar o aumento do potencial de perda por evaporação, através da elevação da frequência respiratória (FERREIRA et al., 2006; AL-TAMIMI, 2007).

Essa relação proporcional entre as variáveis fisiológicas coletadas e as temperaturas de ar e temperatura de globo, ressalta a grande influência dessas variáveis ambientais frente à TMP e à FR.

As equações de regressão a seguir mostram a correlação entre os dados. A equação 2 tem como variável de saída a FR e a equação 3 a TMP.

Equação 2:FR= (0,9514*TMP+0,3809*TA+0,5142*TG+0,2262*UR+3,4777*Vv+47,8503); equação 3: TMP= (0,484*TA-0,1794*TG-0,1066*UR-1,173*Vv+0,1741*FR+27,3991), onde: FR= Frequência respiratória em movimentos/minuto (mov/min); TMP= Temperatura média de pele em graus Celsius (°C); TA= Temperatura do ar em graus Celsius (°C); TG= Temperatura do globo negro em graus Celsius (°C); UR= Umidade relativa do ar em porcentagem (%); Vv= Velocidade do vento em metros/segundo (m/s). O valor de r para ambas foi de 0,8, indicando uma boa correlação entre TMP real e calculada e FR real e calculada.

CONCLUSÕES

A frequência respiratória apresentou variação de acordo com as variáveis climáticas, alcançando valores fora da faixa de conforto térmico para o ambiente pós-ordenha, no verão. Também apresentou maior amplitude em relação à temperatura média de pele.

A temperatura média de pele apresentou variação de acordo com as variáveis climáticas, porém, em menor amplitude quando comparada à frequência respiratória.

As variáveis fisiológicas mantiveram-se dentro da faixa de normalidade tanto no inverno quanto no verão no ambiente pré-ordenha, que apresentava cobertura (sombreamento).

No ambiente pós-ordenha, a exposição dos animais à insolação direta provocou aumento nas variáveis fisiológicas, proporcional à temperatura de globo.

As equações de regressão mostraram alta convergência para ambas as estações, nos dois locais estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAM, M.R., GREGORY, N.G., UDDIN, M.S., JABBAR, M.A. CHOWDHURY, S.,DEBNATH, N.C. Frequency of nose and tail injuries in cattle and water buffalo at livestock markets in Bangladesh. Animal Welfare, 2010, 19: 295-300.

AL-TAMIMI, H. J. Thermorregulatory response of goat kids subjected to heat stress. Small Ruminant Research, v.71, p.280-285, 2007.

ARAUJO, A.P. Estudo comparativo de diferentes sistemas de instalações para produção de leite tipo B, com ênfase nos índices de conforto térmico e na caracterização econômica. Pirassununga, 2001. 69 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos- (FZEA), Universidade Federal de São Paulo. 2001.

CEPAGRI. Disponível em < http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html> Acesso em 25 nov 2018.

COSTA, L.A.B.. Índices de conforto térmico e adaptabilidade de fêmeas bubalinas em pastejo no Agreste de Pernambuco. 2007. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

DAS, S. K., UPADHYAY, E. C., MADAN, M.L. Heat stress in Murrah buffalo calves. Livestock Production Science. 1999. 61(1): 71-78.

DOS SANTOS, N. D. F. A. Bem estar e comportamento de fêmeas bubalinas da raça murrah, em sistemas tradicionais e silvipastoril, em Belém, Pará. Belém, 2010. P.70

FAO (Roma, Itália). O búfalo. Brasília: Ministério da Agricultura/São Paulo: Associação Brasileira de Criadores de Búfalos, 1991. 320p. (FAO. Série Produção Animal e Saúde, 4).

FERREIRA, A. M.; CARDOSO, R. M. Clima e reprodução da fêmea bovina. Coronel Pacheco, EMBRAPA - CNPGL, 2006, 35p. (EMBRAPA - CNPGL). Documentos, 54

GARCIA, A. R. Influência de fatores ambientais sobre as características reprodutivas de búfalos do rio (Bubalus bubalis). Rev. de Ciênc. Agrár. n.45, Belém, PA, 2006.

GUDEV, D., POPOVA-RALCHEVA, S., MONEVA, P., ALEKSIEV, Y., PEEVA,

T.Z., PENCHEV, P., ILIEVA, I. Physiological indices in buffaloes exposed to sun. Archiva Zootechnica. vol. 10, 2007, p. 127.

GUIMARÃES, C. M. C., FALCO, J. E., TITTO, E. A. L., FRANZOLIN NETO, R., & MUNIZ, J. A. Termorregulação em bubalinos submetidos a duas temperaturas do ar e duas proporções de volumoso:concentrado. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.25, n.4, p.991-998, 2001.

HAYKIN, S. **Neural networks.** 1999. Practice-Hall Press, New Jersey.

KOGA, A., SUGIYAMA, M., DEL BARRIO, A. N., LAPITAN, R. M. ARENDA, B. R., ROBLES, A. Y., CRUZ, L. C., KANAI, Y. Comparison of the thermoregulatory response of buffaloes and tropical cattle, using fluctuations in rectal temperature, skin temperature and haematocrit as an index. Journal of Agricultural Science. 2004, 142: 351-355.

MAGALHÃES, J. A., TAKIGAWA, R. M., TAVARES, A.C., TOWNSEND, D. R.,

COSTA, N.L., PEREIRA, R.G.A. Tolerância de bovídeos à temperatura e umidade do trópico úmido. Revista científica de produção animal, 2000, v. 2, n 2.

MARTELLO, L. S. et al. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com diferentes recursos de climatização. Eng. Agríc.[online]. 2004, vol.24, n.2, pp. 263-273. ISSN 0100-6916. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162004000200004.

MITCHELL, Tom M. Machine learning. 1997. Burr Ridge, IL: McGraw Hill, v. 45, 1997.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Ambiência na produção de bubalinos destinados ao abate. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 2000, Florianópolis, SC. Anais... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Etologia, 2000. V.18, p.26-42.

MÜLLER, PB (1989) Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos. 3ed. Porto Alegre: Sulina, 262p.

RENSIS, R., SCARAMUZZI, R.J. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow-a review. Theriogenology, v. 60, p.1139-1151, 2003.

SEVEGNANI, K.B., TOLEDO, L.M.T., MODENESE-GORLA DA SILVA, S.H., TAVARES, A.C.L. , MORAES, A.F. G., ROSA, J. A., SCHENEIDER, P. Efeito do sombreamento na freqüência respiratória de bubalinos em confinamento.In: Simpósio de Construções Rurais e Ambientes Protegidos. I, 2006, Campinas. Anais... Campinas: FEAGRI/UNICAMP, 2006.

SEVEGNANI , K.B; FERNADES, D.P.D .Efeito da aspersão de água do sombreamento e do banho de imersão na capacidade termorregulatória e no ganho de peso de bubalinos. Energ. Agric., Botucatu, vol. 28, n.1, p.25-32, janeiro-março,2013.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livestock Production Science, [S.l.], v.67, p.1-18, 2000.

SILVA, J.A.R. Conforto térmico de búfalas em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. Em Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.10, p.1364-1371, out. 2011.

DETERMINAÇÃO DO TEMPO TÉRMICO PARA ALFACE AMERICANA (*LACTUCA SATIVA* L.), CULTIVADA EM TRÊS AMBIENTES EM CONDIÇÃO DE CLIMA QUENTE

Charles Paranhos Oliveira[1], Maria Clara de Carvalho Guimarães[2], Drielly Coelho Marcondes[3], Priscila Aparecida A. Barbosa[1], Josiele Luiza G. Rodrigues[1], Kelle Daniele R. Pereira[1]

[1]Departamento de Agronomia, FCA/UFVJM, Diamantina MG, charlescpo@gmail.com, priscila.alves.barbosa@hotmail.com; josieleluizagomes@gmail.com, kellerodrigues199@gmail.com;
[2]Profa. Adjunto DAG/FCA/UFVJM, Diamantina MG, mariaclara.guimarães@ufvjm.edu.br;
[3]Departamento de Zootecnia FCA/UFVJM, Diamantina MG, driellycoelhomarcondes@gmail.com.

RESUMO - O objetivo desse trabalho foi determinar o tempo térmico e filocrono para alface americana, cultivada em três ambientes, durante o verão na região de Diamantina MG. O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura do Departamento de Agronomia da UFVJM no verão de 2016/2017. A cultivar utilizada foi a Gloriosa, cultivada em casa de vegetação, túnel baixo e a pleno sol. Foi analisada a massa fresca da parte aérea, área foliar e número de folhas. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados com quatro repetições, em fatorial duplo (3x4) três ambientes e quatro épocas de coleta de dados. Os dados foram submetidos a análise de variância, sendo significativos ao teste Tukey com 5% de probabilidade. Foi observado maior acúmulo térmico no túnel baixo com 912,86 GB, acarretando um desenvolvimento indesejável à planta, ao pleno sol foi o menor acúmulo térmico, com 474,00 GB, sendo insuficiente para o desenvolvimento das plantas e a casa de vegetação apresentou o acúmulo térmico mais adequado à cultura, com 655,65 GB, onde verificou-se melhores resultados para massa fresca e área foliar. Constatou-se que a emissão de folhas em relação à soma térmica, seguiu um padrão linear nos três ambientes em estudo.
Palavras-chave: Graus dia, *Lactuca sativa L.*, Cultivo protegido.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das principais hortaliças folhosas produzidas e comercializadas no país. Os hábitos alimentares da população evidenciam essa condição, devido, principalmente, à facilidade de aquisição do produto, o sabor, o teor nutricional, o baixo valor calórico e a produção durante todo o ano (FILGUEIRA, 2008).

Por se tratar de uma hortaliça de origem de clima temperado, a cultura da alface é sensível às condições climáticas, principalmente à alta pluviosidade e alta temperatura, produzindo melhor nas épocas mais frias do ano (FILGUEIRA, 2008). Temperaturas elevadas no verão, além de alterar a arquitetura da planta, ocasionam o pendoamento

precoce, tornando-as impróprias para o consumo em decorrências de perdas na formação da cabeça comercial e maior produção de látex, o que causa o sabor amargo das folhas (FIORINI et al., 2005). Resulta ainda, na colheita de plantas ainda pequenas, com menor peso de matéria seca e de má qualidade, não expressando, portanto o seu máximo potencial genético (SANTANA et al., 2005).

Por esta razão, torna indispensável à utilização de novas técnicas de cultivo, visando uma maior eficiência nos plantios sob condições climáticas adversas. O cultivo em ambiente protegido é uma atividade consolidada e crescente principalmente em olerícolas. As principais vantagens desta técnica são uma maior proteção contra os infortúnios climáticos, o aumento da produtividade, a colheita na entressafra, a precocidade na colheita, melhor qualidade dos produtos e um melhor aproveitamento dos fatores de produção, principalmente adubos e água (FILGUEIRA, 2008).

Uma forma de quantificar o desenvolvimento da cultura é o conceito de graus dia. A correlação entre temperatura e crescimento comumente utilizado para prever épocas de colheita, além de verificar a adaptabilidade de cultivares em determinadas regiões (FLOSS, 2008). Assim o desenvolvimento da planta é avaliado por meio de unidades de calor, sendo a quantidade ºC diários acima da temperatura base da planta necessários ao seu crescimento.

Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivo determinar o tempo térmico para a alface (*Lactuca sativa* L.) cultivar Gloriosa no período vegetativo, cultivada em casa de vegetação, túnel baixo e a pleno sol em condições de verão na região de Diamantina MG.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o verão nos meses de novembro e dezembro de 2016 e janeiro de 2017, simultaneamente em casa de vegetação (CV), túnel baixo (TB) e a pleno sol (PS) no sentido Leste-Oeste no Setor de Olericultura do Departamento de Agronomia - DAG, no Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, em Diamantina – MG.

A cultivar de alface do tipo americana utilizada foi a Gloriosa, da empresa *TecnoSeed*® Sementes. O transplantio ocorreu de forma manual durante o início da manhã no dia 12 de dezembro de 2016 em casa de vegetação, túnel baixo e pleno sol, em

canteiros previamente cobertos com *mulching*, utilizando-se lonas de polietileno de 200 micras com a superfície branca para cima e a superfície preta para baixo. As adubações de plantio e cobertura seguiram as recomendações de Ribeiro et al. (1999) para a cultura da alface. A irrigação foi realizada em dois turnos: início da manhã e final da tarde, nos três ambientes em estudo.

No decorrer do experimento foi monitorada em todos os ambientes a temperatura do ar (ºC), mediante sensores acoplados a um sistema de aquisição de dados - *dattaloger* da marca Homis modelo H765-002 1303 de leitura contínua em intervalos de 1 hora, totalizado 24 horas de coletas por dia. A partir dos dados de temperatura coletados foram obtidas as temperaturas mínimas e máximas diárias para o cálculo do acúmulo térmico, desde o transplantio até a última colheita, a fim de relacioná-lo com as variáveis de crescimento das culturas. Para o calculo dos graus dias (EQUAÇÃO 1) utilizou-se o modelo proposto por Araújo et al,. (2010).

$$STA = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{Tmax + Tmin}{2} - Tb \right) STA = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{Tmax + Tmin}{2} - Tb \right) \quad (1)$$

Em que: STA = soma térmica acumulada (total de graus-dia acumulado), expresso em GD; T máx = temperatura do ar máxima diária, ºC; T min = temperatura do ar mínima diária, ºC; Tb = Temperatura base, 10 ºC para a alface; n = número de dias das amostras realizadas.

As variáveis analisadas foram obtidas a cada dez dias após o transplantio, em um total de quatro colheitas destrutivas, sendo números de folhas (NF), através da contagem direta das folhas definitivas; massa fresca da parte aérea (MF) a partir da pesagem no momento da colheita; e a área foliar (AF) com base na fórmula (EQUAÇÃO 2), utilizada por Lédo et al. (2000):

$$AF = \left[\left(\frac{CXL}{2} \right) XFCXNF \right] AF = \left[\left(\frac{CXL}{2} \right) XFCXNF \right] \quad (2)$$

Em que: C = comprimento médio das folhas da planta, cm; L = largura média das folhas da planta, cm; FC = fator de correção (0,68) e NF = número de folhas maiores que 4 cm de comprimento.

Para construção da curva de crescimento, foi utilizado um indivíduo por parcela em um total de quatro repetições, em cada tratamento nas três épocas distintas com o auxilio do *software* SigmaPlot 12,0, onde: E1 – 10 dias após o transplantio (DAT); E2 – 20 DAT, E3 – 30 DAT e E4 – 40 DAT.

Foi efetuada análise conjunta de dados, obedecendo aos princípios citados por Pimentel-Gomes (2009), com delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial (3x4; ambientes x épocas de avaliação), sendo épocas de avaliação E1, E2, E3 e E4 (TABELA 1) e quatro repetições constituindo uma parcela de 16 indivíduos. Os dados da última colheita foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, em caso de significância, submetidos ao Teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o *software* SISVAR 5,6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental a média de temperatura do ar para casa de vegetação (CV), túnel baixo (TB) e pleno sol (PS) foram, 22,82 ºC, 26,86 ºC e 20,53 ºC, respectivamente. Sendo a menor temperatura do ar absoluta registrada de 13,65 ºC para CV, 14,7 ºC para TB e 14,4 ºC para PS, as temperaturas máximas absolutas registradas foram de 44,3 ºC para CV, 53,48 ºC para TB e 29,5 ºC para PS, estando por tanto sempre acima da temperatura base de 10 ºC (KNOTT, 1962).

Foi verificado que durante a noite as temperaturas dos ambientes tendem a ser semelhantes, em contrapartida, durante o dia observa-se um elevado aumento da temperatura do ar no interior do TB, com média nos horários mais quentes de 38,65 ºC (FIGURA 1).

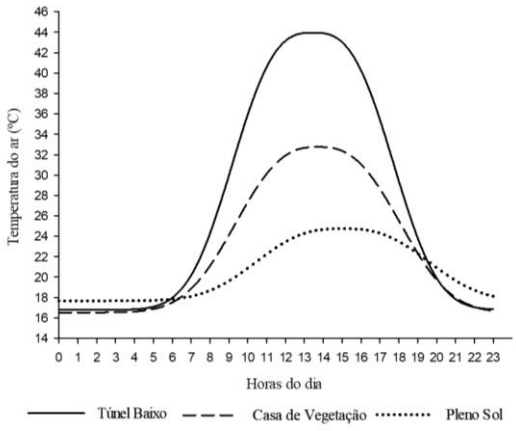


Figura 1. Média horária de temperatura do ar (a) e radiação solar incidente (b) em casa de vegetação (CV), túnel baixo (TB) e pleno sol (PS) ao longo do período experimental. Diamantina, MG, 2016/2017.

Para Cermeno (1979), a planta de alface suporta uma temperatura máxima de 30 ºC, após esse valor funções vitais são afetadas como fotossíntese e respiração, pois ocorre modificação na composição e estrutura de membranas causando escapamentos de íons (SCHAFER 2009; TAIZ & ZEEIGER, 2009). Na CV foi observada a elevação da temperatura do ar com média nos horários mais quentes de 31,65 ºC, apesar de a temperatura superar em 1,65 ºC não acarretou danos à planta, este aumento propiciou um ganho térmico favorável ao desenvolvimento da alface americana além de oferecer um ambiente com proteção de intempéries como chuva e excesso de radiação solar (FILGUEIRA, 2008).

A soma de acúmulo térmico variou entre os ambientes, sendo o TB o ambiente com maior acúmulo de 912,86 GD, PS com menor acúmulo 474,00 GD e CV com 655,65 GD. Estes resultados são compreensíveis visto as altas temperaturas atingidas no TB durante grande parte do dia (TABELA 1).

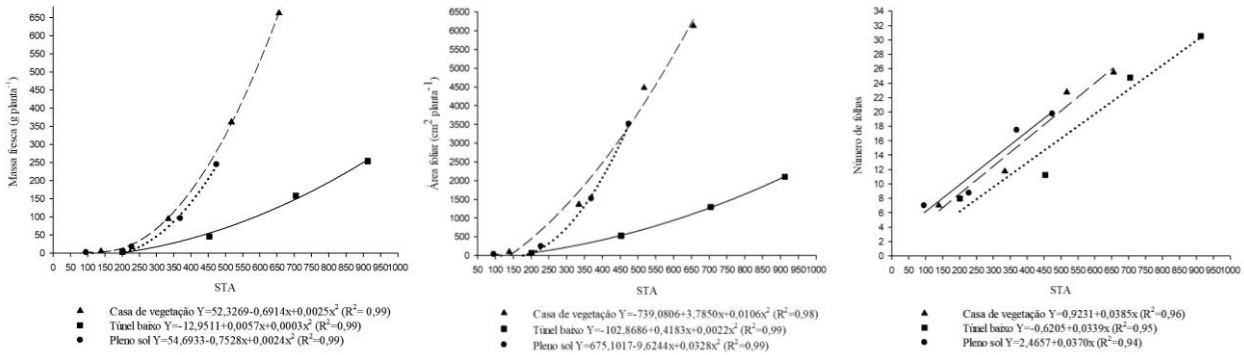
Tabela 1. Soma térmica para cada época de avaliação (dias após o transplante -DAT) para casa de vegetação (CV), túnel baixo (TB) e pleno sol (PS).

Tratamentos	**Soma térmica**			
	E1	**E2**	**E3**	**E4**
CV	138,65	333,99	517,36	655,65
TB	200,84	452,95	704,37	912,86
PS	95,30	227,75	369,00	474,00
DAT	10	20	30	40

*E1 – 10 dias após o transplantio (DAT); E2 – 20 DAT, E3 – 30 DAT e E4 – 40 DAT

Na Figura 2a é possível observar que o maior acúmulo térmico registrado no TB não favoreceu o acúmulo de massa fresca na alface americana, tendo baixa velocidade de desenvolvimento. Isso pode ser atribuído às elevadas temperaturas registradas, onde temperaturas altas diminuem a fotossíntese e a respiração (TAIZ & ZEEIGER, 2009) desfavorecendo o desenvolvimento da cultura. É observada uma maior velocidade de acumulação de massa fresca na CV e no PS a partir de cerca de 200 GD, o que corresponde aos 14 dias para CV e 20 dias para PS, quando a aceleração de desenvolvimento aumenta. Cermeno (1979) salienta que o desenvolvimento vegetativo

da alface pode ser dividido em três fases, sendo a de crescimento lento, a de crescimento rápido e a de formação da cabeça. Assim é possível verificar uma antecipação na fase de recuperação após o transplantio na CV, além de um maior acúmulo de massa fresca, acelerando o ciclo da cultura e favorecendo maior qualidade ao produto de interesse comercial.



(a) (b) (c)

Figura 2. Relação entre soma térmica (graus dia) acumulada (STA) e massa fresca da parte aérea por planta (a), relação entre STA e área foliar por planta e relação entre STA e número de folhas por planta em casa de vegetação (CV), túnel baixo (TB) e pleno sol (PS). Diamantina, MG, 2016/2017.

Para MF observam-se diferenças significativas entre os ambientes (TABELA 2), onde a CV diferiu estatisticamente dos demais ambientes, obtendo cabeças mais volumosas e bem formadas visivelmente. Estes resultados corroboram com os resultados encontrados por Segovia et al. (1997), quando comparando o cultivo de alface americana em casa de vegetação pleno sol, obteve maior acúmulo de massa fresca em cultivos no ambiente protegido.

Tabela 2. Médias de massa fresca da parte aérea (MF, g.planta⁻¹), massa seca da parte aérea (MS, g.planta⁻¹), área foliar (AF cm².planta⁻¹) e número de folhas (NF), para casa de vegetação (CV), túnel baixo (TB) e pleno sol (PS).

Tratamentos	Variáveis			
	MF	MS	AF	NF
CV	661,83 A	13,07 A	6.130,79 A	25,50 B
TB	253,68 B	13,00 A	2.104,33 C	30,50 A
PS	244,36 B	6,30 B	3.514,00 B	19,75 C
Cv. %	23,97	34,45	35,78	11,01

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se que a expansão da AF na CV iniciou com 150 GD, no TB e PS com 200 GD (FIGURA 2b), com maior velocidade inicial de expansão da AF na CV, que pode ser atribuído ao microclima favorável ao desenvolvimento da alface em seu interior. É possível pressupor pela leitura do gráfico que um alto acúmulo térmico diário ocorrido no TB não favorece a expansão da área foliar.

O aumento da AF está intimamente ligado à disponibilidade de luz e à elevação da temperatura, sendo o principal efeito desta sobre a fotossíntese observada pelo expressivo aumento da área foliar, quando da variação de temperatura de 20 para 30 ºC (FLOSS, 2008). Isso significa maior área fotossinteticamente ativa, garantindo maior rendimento na CV em detrimento dos demais ambientes (TABELA 2).

O aumento em demasiado da temperatura do ar no TB, com um consequente aumento da soma térmica prejudicou a expansão da área foliar, que resultou em folhas diminutas, grossas e orientadas para cima. Isso pode ser atribuído a mecanismos de adaptação das plantas sob estresse térmico acima do limite de tolerância (TAIZ & ZEEIGER, 2009), o que prejudicou a arquitetura da planta bem como a formação da cabeça. Segundo Floss (2008), a temperatura surte efeito sobre a fotossíntese mediante dois fatores: tempo de exposição, onde após um lapso de tempo a fotossíntese reduz drasticamente, devido à inativação de enzimas, difusão de CO_2 insuficiente em relação ao gasto e acumulação de fotossintetizados; outro fator é o antagonismo de respiração e fotossíntese, onde o aumento da temperatura tem relação direta ao aumento da respiração.

O rendimento ruim do PS em área foliar pode ser explicado pela ausência de sombreamento sobre as plantas. Para Schafer (2009), uma reação de plantas sombreadas é a eliminação de células entre a epiderme e o mesofilo nas folhas, o que faz com que a folha fique mais fina, favorecendo a fotossíntese ao tornar pigmentos mais fáceis de serem atingidos.

Na análise de número de folhas (FIGURA 2c), é possível observar que o aumento da temperatura estimula a emissão de folhas para a alface americana. Os ambientes comportando de forma diferente quanto ao acúmulo térmico, demonstra que as plantas seguiram uma tendência linear, emitindo mais folhas diante do aumento da temperatura o que influenciou significativamente os resultados apresentados na Tabela 2. Estes resultados corroboram com os encontrados em vários estudos, comparando ambientes protegidos e não protegidos, onde ambientes protegidos tendem a obter maior número de folhas (RADIM et al. 2004; BRZEZINSKI et al. 2017). Quando submetidas a estresse

térmico com temperaturas superiores ao limite suportado pela planta, caso ocorrido no TB que obteve maior número de folhas, as plantas respondem fisiologicamente para se adaptar às adversidades, sendo folhas pequenas e em grande número (FIGURAS 2b e 2c, TABELA 2), uma alternativa para maximizar a perda de calor por convecção e condução ao minimizar a espessura da camada limítrofe (TAIZ & ZEEIGER, 2009).

CONCLUSÃO

Com este trabalho pode-se concluir que, a temperatura do ar exerce influência no desenvolvimento da alface americana, cultivar Gloriosa, respondendo melhor a temperaturas mais amenas.

Os três ambientes em estudo, tiveram diferentes acúmulos térmicos, sendo a casa de vegetação 655,65 GD, o túnel baixo 912,86 GD e o pleno sol 474,00 GD. Diante dos resultados, a casa de vegetação se mostrou o melhor ambiente ao ser eficiente em converter o calor em energia disponível à alface americana, cultivar Gloriosa, em condições de verão na região de Diamantina MG, com um acúmulo térmico ideal de 655,65 GD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, T.S.; FIDELES FILHO, J.; KUMAR, K.K.; RAO, T.V.R**.** Crescimento da alface americana em função dos ambientes, épocas e graus-dias**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE**,** v.5, n.4, p.441-449, out.-dez, 2010.

BRZEZINSKI, C.R.; ABATI, J.; GELLER, A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 64, n. 1. Viçosa, jan/feb. 2017.

CERMENO, Z.S. **Cultivo de plantas hortícolas em casa-de-vegetação.** Lisboa: Litexa, 1979.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura:** Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças. 402p. Viçosa: UFV, 2008.

FIORINI, C.V. A.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R.; FIORINI, I.V.A.; DUARTE, R.P.F.; LICURSI, V. Avaliação de populações F2 de alface quanto à resistência aos nematóides das galhas e tolerância ao florescimento precoce. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, p.299-302. Brasília, 2005.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas:** O estudo do que está por trás do que se vê. 4ª edição, editora UPF. Passo Fundo, 2008.

LEDO, F.J.S.; CASALI, V. W. D.; MOURA, W. M.; PEREIRA, P. R. G.; CRUZ, C.D. Eficiência Nutricional do Nitrogênio em Cultivares de Alface. **Revista CERES**, vol.47, n.271, p. 273-285, 2000.

KNOTT, J.E. **Handbook for vegetable growers.** 2ª edição. New York: John Wiley, 1962.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 15ª edição. Editora FEALQ. Piracicaba 2009.

RADIN, B.; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.178-181, abril-junho 2004.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 359 p. 1999.

SANTANA, C.V.S; ALMEIDA, A.C.; FRANÇA, F.S.; TURCO, S.H.N.; DANTAS, B.F.; ARAGÃO, C.A. Influência do sombreamento na produção de alface nas condições climáticasdo semi-árido nordestino. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 2005. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/45_0028.pdf. Acesso em: 27/10/18.

SCHAFER, V.F. **Produção de alface na região mesoclimática de Santa Maria, Rs.** Dissertação apresenta à ESALQ/USP. Piracicaba, 2009.

SEGOVIA, J.F.O.; ANDRIOLO, J.L.; BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria, Rs. **Ciência Rural**, v.27, n. 1, p. 37-41, Santa Maria, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 4ª edição, editora Artmed. 2009

ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL INFLUENCIA NO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DOS FRANGOS DE CORTE?

Aérica Cirqueira Nazareno[1], Iran José Oliveira da Silva[1], Luiz Otavio Pradella[1], Miguel Machado[1], Sérgio Luis de Castro Junior[1], Jéssica Chierri Tonetti[2], Giovani Debs Guesine[1]

[1]Núcleo de Pesquisa em Ambiência, Universidade de São Paulo, USP/ESALQ/NUPEA, Piracicaba - SP. aericacn@yahoo.com.br iranoliveira@usp.br luiz.pradella@usp.br miguelmac89@gmail.com sergio.engbio@gmail.com giovane_debs@usp.br [2]Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo – SP. jessica_chierri@hotmail.com

RESUMO - O objetivo desta pesquisa foi avaliar o uso do enriquecimento ambiental no desempenho zootécnico dos frangos de corte criados em câmara climática em diferentes idades de criação. Foram utilizados 96 pintos de corte da linhagem Cobb, estes foram criados durante os 42 dias de vida em dois ciclos de produção. Essas foram criadas em câmara climática sobre condições de temperatura do ar e umidade relativa controlada conforme as exigências termoneutras das aves nas diferentes idades. O enriquecimento ambiental utilizado foi uma escada com poleiro distribuída a cada 1,5 m^2, com densidade de 12 aves/m^2. As variáveis respostas do desempenho zootécnico foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, peso vivo e viabilidade. O delineamento da pesquisa foi inteiramente aleatorizado em parcela subdividida, sendo, as parcelas foram alocadas na câmara climática (presença e ausência de enriquecimento ambiental) e subparcelas nas idades (1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias) das aves, contendo, 48 repetições (número de aves criadas nos dois ciclos de produção). Por meio dos resultados conclui-se que o desempenho zootécnico dos frangos de corte não foi influenciado com a utilização do enriquecimento ambiental durante o ciclo de produção.
Palavras chave: desempenho zootécnico, avicultura de corte, escada com poleiro, idades de criação, bem-estar animal.

INTRODUÇÃO

A produção avícola industrial alcançou o máximo do desempenho zootécnico para obter as melhores lucratividades. Entretanto, o sistema de criação convencional e restrito não proporciona condições ambientais adequadas, as quais aves encontrariam em seu habitat natural. As instalações atuais apresentam baixa complexidade e homogeneidade do ambiente de criação de frangos de corte, todavia, essas revelam diversos fatores que compromete o bem-estar dos mesmos (Bailie & O'Connell, 2013, 2015; Norring et al., 2016). As privações de comportamentos naturais das aves influenciam nas habilidades cognitivas e no sistema locomotor, devido à falta de motivação para as práticas de exercícios físicos.

Algumas pesquisas evidenciaram que o desempenho zootécnico (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) dos frangos de corte criados com presença e ausência (sistema convencional) de enriquecimento ambiental não apresentou diferença significativa (Bizeray et al., 2002b; Simsek et al., 2009; Sans et al., 2014).

Os benefícios proporcionados pelo uso do enriquecimento ambiental, são: aumento do repertório comportamental, diminuição de bicadas estereotipadas e reações de medo (Reed et al., 1993; Norring et al, 2016; Bergmann et al., 2017;), aumento dos níveis de atividade (Kells et al., 2001; Bergmann et al., 2017; Baxter et al., 2018) e melhora a condição das pernas dos frangos de corte (Bizeray et al., 2002a; Baxter et al., 2018). Alguns autores verificaram que os frangos de corte ficam até 86% do tempo de vida sentados (Weeks et al., 2000), essa inatividade proporciona o aumento de distúrbios esqueléticas nas pernas, os quais pioram com o avanço da idade (Vestergaard & Sanotra, 1999; Danbury et al., 2000).

Diante desses benéficos pergunta-se; a inclusão da escada com poleiro pode melhorar o desempenho dos frangos de corte durante o ciclo de produção? Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o uso do enriquecimento ambiental no desempenho zootécnico dos frangos de corte criados em câmara climática em diferentes idades de criação.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em câmara climática nas dependências do Núcleo de Pesquisa em Ambiência (NUPEA) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", situada em Piracicaba, Estado de São Paulo.

Para o experimento foram utilizados 96 pintos de corte da linhagem Cobb, com densidade de 12 aves/m^2, em que foram utilizadas 48 aves nos dois tratamentos, estes foram criados durante os 42 dias de vida. A câmara climática foi dividida em 4 boxes para facilita o manejo, a mesma pesquisa foi realizada durante dois ciclos de produção. Os boxes foram construídos de madeira de pinheiro e tela de arame galvanizado, cada boxe apresentou as seguintes dimensões: 1,50 m de comprimento, 1,00 m de largura e 0,7 m de altura.

Os animais foram alojados separadamente nos boxes, esses tiveram o acesso à cama de palha de arroz e acesso *ad libitum* à água e a ração. O programa de arraçoamento foi

divido em três fases, disponibilizando de acordo com a idade das aves, como: ração inicial, crescimento e final (Tabela 1) (Rostagno et al., 2017).

Tabela 1. Formulação de ração dos frangos de corte em diferentes fases de criação

Fase de Criação	Ingredientes	Quantidade (kg)
Inicial (0-21 dias)	Milho (7,8%)	72,11
	Soja (Farelo) (45%)	72,61
	Óleo De Soja	8,85
	Fosfato Bicálcico	2,82
	Calcário Calcitico	1,50
	Sal Comum	0,84
	Dl-Metionina	0,53
	L-Lisina (77%)	0,17
	Premix vitamínico	0,19
	Cloreto Colina (70%)	0,13
	Premix mineral	0,08
	L-Treonina	0,07
	Agente Anticoccidiano (12%)	0,09
Crescimento (21-35 dias)	Milho (7,8%)	110,49
	Soja (Farelo) (45%)	94,00
	Óleo de Soja	16,24
	Fosfato Bicálcico	3,44
	Calcário Calcitico	1,85
	Sal Comum	1,14
	Dl-Metionina	0,72
	L-Lisina (77%)	0,29
	Premix vitamínico	0,14
	Cloreto Colina (70%)	0,14
	Premix mineral	0,11
	L-Treonina	0,11
	Agente Anticoccidiano (12%)	0,13
Final (35-42 dias)	Milho (7,8%)	74,44
	Soja (Farelo) (45%)	42,12
	Óleo de Soja	7,73
	Fosfato Bicálcico	1,46
	Calcário Calcitico	0,87
	Sal Comum	0,61
	Dl-Metionina	0,33
	L-Lisina (77%)	0,20
	Premix vitamínico	0,08
	Cloreto Colina (70%)	0,05
	Premix mineral	0,06
	L-Treonina	0,04

O delineamento da pesquisa foi inteiramente aleatorizado em parcela subdividida, sendo que, as parcelas foram alocadas na câmara climática (presença e ausência de enriquecimento ambiental) e subparcelas nas idades (1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias) das aves. Para o desempenho zootécnico foram utilizados dois tratamentos (câmara climática) e 48 repetições (número de aves criadas nos dois ciclos de produção).

As variáveis microclimáticas foram controladas por meio da câmara climática, essas foram adequadas às necessidades termoneutras das aves conforme as idades, segundo o Manual de manejo da linhagem Cobb (2012) (Tabela2).

Tabela 2. Zona de termoneutralidade dos frangos de corte

Idade (dias)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa (%)	Horas de escuro
0-7	32-35	50-70	12
7-14	29-30	50-70	12
14-28	27-28	50-70	11
28-35	24-26	50-70	8
35-42	21-23	50-70	8

Como o enriquecimento ambiental incide em modificações do ambiente físico ou social dos animais, promovendo melhoria de vida, pela satisfação de suas necessidades comportamentais (Bailie & O'Connell, 2013, 2015; Norring et al., 2016). O design do enriquecimento ambiental foi escolhido em função de outros estudos prévios baseados no custo, na facilidade de aquisição pelo produtor, tendo como meta verificar a influência deste na movimentação e realização de exercícios dos frangos de corte. O tipo de enriquecimento ambiental utilizado foi uma escada com um poleiro no topo, na forma de bastão com bordas arredondadas, confeccionado em madeira de pinheiro, cujo material é leve e possui alta capacidade térmica. A escada apresentava a altura de 5 cm do chão de 1-21 dias e aumentada para uma altura de 10 cm, de 22 a 42 dias (Ohara et al., 2015), mantendo o espaço de 15 cm/ave e espessura de 4 cm (RSPCA, 2013). As dimensões do enriquecimento (escada tipo poleiro) foram: 90 cm de comprimento, 35 cm de largura e 30 cm de altura total.

A avaliação do desempenho zootécnico foi realizada por meio da mensuração do peso vivo individualizado de cada ave dos diferentes tratamentos (presença e ausência de enriquecimento ambiental) e idades de criação (0, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias) de todo o lote, durante os dois ciclos de produção (Figura 1). Também, semanalmente foram mensurados os pesos da ração adicionada, sobra e vivo das aves nos dois tratamentos. Com base nessas variáveis foi possível calcular o ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso vivo (PV) e consumo de ração dos frangos de corte (CR). O peso das rações e aves foi realizado por meio de uma balança automática, modelo BAT2 (Veit Electronics) com capacidade máxima operacional de 100 kg, a acuracidade foi 0,1% e resolução 1 g. A viabilidade foi determinada semanalmente com base no número total de

aves e o número de aves sobreviventes até o momento, transformando esse número em percentagem.



Figura 1. Imagem de um ciclo de produção realizado na câmara climática e peso individualizado dos pintos de um dia

Todas as variáveis repostas foram investigadas por meio das ANOVAs que foram conduzidas considerando-se o modelo linear clássico de efeitos fixos e suas pressuposições foram validadas a partir de gráficos dos resíduos e os testes de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variância de Hartley. Os tratamentos foram comparados pelos testes de médias de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises efetuadas foram realizadas por meio do pacote estatístico SAS (2010).

RESULTADOS DE DISCUSSÃO

Por meio do desempenho zootécnico dos frangos de corte foi possível verificar que não houve diferença entre presença e ausência de enriquecimento ambiental para consumo de ração ($P > 0,0609$), ganho de peso ($P > 0,0975$), conversão alimentar ($P > 0,9491$) e peso vivo ($P > 0,0557$) (Tabela 3).

O consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e peso vivo das aves encontrados nesta pesquisa concordaram com os autores Bizeray et al. (2002b), Simsek et al. (2009) e Sans et al. (2014), os quais verificaram a falta de diferença significativa entre a presença e ausência (sistema convencional) de enriquecimento ambiental. Isso indica que o uso de enriquecimento ambiental não afetou negativamente o desempenho zootécnico das aves. Portanto, é importante mencionar que o uso de enriquecimento ambiental não causa prejuízos financeiros à indústria avícolas. Além disso, o

enriquecimento ambiental melhora as condições de bem-estar das aves (Bailie & O'Connell, 2014; Bergmann et al., 2017; Baxter et al., 2018).

Tabela 3. Desempenho zootécnico dos frangos de corte criados em câmara climática

Câmara climática	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão alimentar	Peso vivo (kg)
Presença de enriquecimento ambiental	0,74A	0,40A	2,10A	1,24A
Ausência de enriquecimento ambiental	0,63A	0,35A	2,12A	1,15A
CV (%)	15,99	27,17	25,25	11,08
P	>0,0609NS	>0,0975NS	>0,9491NS	>0,0557NS

Médias com letras diferentes maiúsculas em cada linha diferem entre si a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de média de Tukey. NS - Não significativo, * - Significativo a 0,05 (p < 0,05)

A viabilidade econômica foi de 100%, pois não foi registrado mortalidade nos tratamentos estudados.

Houve diferença (P < 0,0001) entre as diferentes idades de criação dos frangos de corte criados em câmara climática para as variáveis consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e peso vivo (Tabela 4).

Tabela 4. Desempenho zootécnico geral dos frangos de corte criados em câmara climática em diferentes idades

Idade (dias)	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão alimentar	Peso vivo (kg)
7	0,40B	0,13C	1,68B	0,17F
14	0,47B	0,32B	1,27C	0,49E
21	0,51B	0,45AB	1,22C	0,94D
28	0,86A	0,48AB	2,23A	1,36C
35	0,90A	0,52A	1,83AB	2,00B
42	1,01A	0,50AB	2,03A	2,51A
CV (%)	15,99	27,18	25,24	11,08
P	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*	<0,0001*
Teste F	43,05	13,50	23,50	307,94

Médias com letras diferentes maiúsculas em cada linha diferem entre si a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de média de Tukey. NS - Não significativo, * - Significativo a 0,05 (p < 0,05)

O consumo de ração dos frangos de corte nas idades 42, 35 e 28 dias não diferiram entre si, logo, esses diferiram dos dias 21, 14 e 7, sendo assim, não houve diferença entre os mesmos. Os maiores valores médios foi verificado aos 42, 35 e 28 dias com 1,01, 0,90 e 0,86 kg, respectivamente.

O ganho de peso das aves nas idades 35, 42, 28 e 21 dias não diferiram entre si, entretanto, apenas a idade de 35 dias diferiu de 14 e 7 dias. Todavia, as idades de 28, 21 e 14 dias não diferiu entre si, logo, todos essas apresentaram diferença entre os 7 dias. Os maiores valores médios foram observados em 35, 42, 28 e 21 dias, apresentando um ganho de peso de 0,52, 0,50, 0,48 e 0,45 kg, respectivamente.

A conversão alimentar dos frangos de corte na idade de 28 dias não diferiu de 42 e 35 dias, logo, apenas os 35 dias não diferiu de 7 dias, entretanto, todas essas diferiram de 14 e 21 dias. Todavia, as idades de 14 e 21 dias não diferiram entre si. A maior conversão alimentar das aves ocorreu em 28, 42 e 35 dias de criação, com 2,23, 2,03 e 1,83, respectivamente.

Com relação ao peso vivo das aves verificou-se que todas as idades (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias) diferiram entre si. A maior média de peso vivo ocorreu aos 42 dias, com 2,51 kg, respectivamente.

Por meio desses resultados foi possível observar que com o envelhecimento dos frangos de corte, houve o aumento dos valores médios para consumo de ração, peso vivo, conversão alimentar e ganho de peso. Farmer et al. (1983) comentaram que o desempenho dos frangos de corte aumentam conforme os animais crescem. Segundo Knízetová et al. (1991) e Bilgilli et al. (1992) os principais fatores que interferem no desempenho zootécnico dos frangos de corte são: idade, sexo, linhagem (genética), nutrição, manejo e ambiente. Com isso a industrial avícola tem melhorado esses fatores para obterem altos índices de desempenho (Thiruvenkadan et al., 2011; Soltanmoradi et al., 2014).

Com base nos resultados pode-se dizer que a utilização da escada com poleiro não alterou o desempenho zootécnico (consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e peso vivo) dos frangos de corte, isso indica que o produtor obterá os mesmos índices de desempenho com a criação de aves no sistema convencional.

CONCLUSÃO

Por meio dos resultados conclui-se que o desempenho zootécnico dos frangos de corte não foi influenciado com a utilização do enriquecimento ambiental durante o ciclo de produção.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudo e financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILIE, C.L.; BALL M.E.E.; O'CONNELL, N.E. Influence of the provision of natural light and straw bales on activity levels and leg health in commercial broiler chickens. Animal, v.7, p.618-626, 2013.

BAILIE, C.L.; O'CONNELL, N.E. The effect of level of straw bale provision on the behaviour and leg health of commercial broiler chickens. Animal, p.8, n.10, p.1715–1721, 2014.

BAILIE, C.L.; O'CONNELL, N.E. The influence of providing perches and string on activity levels, fearfulness and leg health in commercial broiler chickens. Animal, v.9, p.660–668, 2015.

BAXTER, M.; BAILIE, C.L.; O'CONNELL, N. E. Evaluation of a dustbathing substrate and straw bales as environmental enrichments in commercial broiler housing. Applied Animal Behaviour Science, v.200, p.78–85, 2018.

BERGMANN, S.; SCHWARZER, A.; WILUTZKY, K.; LOUTON, H.; BACHMEIER, J.; SCHMIDT, P.; ERHARD, M.; RAUCH, E. Behavior as welfare indicator for the rearing of broilers in an enriched husbandry environment A field study. Journal of Veterinary Behavior, v.19, p.90-101, 2017.

BILGILI, S.F.; MORAN, J.R.; ACAR, N. et al. Strain-cross response of male broilers to dietary lysine in the finisher feed: live performance further-processing yields. Poultry Science, v.71, n.5, p.850-858, 1992.

BIZERAY, D., ESTEVEZ, I., LETERRIER, C., FAURE, J.M., 2002a. Effects of increasing environmental complexity on the physical activity of broiler chickens. Appl. Anim. Behav. Sci. v.79, n.1, p.27–41, 2002a.

BIZERAY, D.; ESTEVEZ, I.; LETERRIER, C.; FAURE, J.M. Influence of increased environmental complexity on leg condition, performance, and level of fearfulness in broilers. Poult. Sci., v.81, p. 767-773, 2002b.

DANBURY, T.C.; WEEKS, C.A.; CHAMBERS, J.P.; WATERMAN-PEARSON, A.E.; KESTIN, S.C. Preferential selection of the analgesic drug carprofen by lame broiler chickens. Vet. Rec. v.146, p.307–311, 2000.

FARMER, M.; ROLAND, D.A.; BRAKE, J. Calcium metabolism in broiler breeder hens. Poult. Sci., v.62, p.465–471, 1983.

KELLS, A.; DAWKINS, M.S.; BORJA, M.C. The effect of a 'freedom food' enrichment on the behaviour of broilers on commercial farms. Anim. Welf., v.10, p.347-356, 2001.

KNÍZETOVÁ, H.; HYÁNER, J.; KNIZE, B. et al. Analysis of growth curves of fowl. I - Chickens. Poultry Science, v.32, p.1027-1038, 1991.

MANUAL DE MANEJO DE FRANGOS DE CORTE COBB. 2012. Disponível em: http://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf. Acesso em: 14 mar 2016.

NORRING, M., KAUKONEN, E., VALROS, A. The use of perches and platforms by broiler chickens. Applied Animal Behaviour Science, v.184, p.91–96, 2016.

OHARA, A.; OYAKAWA, C.; YOSHIHARA, Y.; NINOMIYA, S.; SATO, S. Effect of environmental enrichment on the behavior and welfare of japanese broilers at a commercial farm. J. Poult. Sci., v.52, p.323-330, 2015.

REED, H.J.; WILKINS, L.J.; AUSTIN, S.D.; GREGORY, N.G. The effect of environmental enrichment during rearing on fear reactions and depopulation trauma in adult caged hens. Appl. Anim. Behav. Sci., v.36, n.1, p.39–46, 1993.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., HANNAS, M. I., DONZELE, J. L., SAKOMURA, N. K., PERAZZO, F. G., SARAIVA, A., TEIXEIRA, M. L., RODRIGUES, P. B., OLIVEIRA, R. F., BARRETO, S. L. T., BRITO, C. O. Tabelas Brasileiras para Aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2017.

RSPCA.Welfare standards for chickens. Disponível em:<http://www.freedomfood.co.uk/media/34115/rspca_welfare_standards_for_chickens___november_2013_web.pdf>. Acesso em 13 mar. 2015.

SANS, E.C.O.; FEDERICI, J.F.; HAMMERSCHMIDT, J.; CLEMENTE, H.C.; DAHLKE, F.; MOLENTO, C.F.M. O enriquecimento ambiental sobre o bem-estar de frangos de corte. Ciência Rural, v. 44, n. 10, p. 1867-1873, 2014.

SAS Institute. Statistical analysis system: Realease 9.2, (software). Cary, 2010. 620p.

SIMSEK, U.G. et al. Effects of enriched housing design on broiler performance, welfare, chicken meat composition and serum cholesterol. Acta Veterinaria BRNO, v.78, p.67-74, 2009.

SOLTANMORADI, M.G.; SEIDAVI, A.; DADASHBEIKI, M.; LAUDADIO, V.; CENTODUCATI, G.; TUFARELLI, V. Influence of feeding frequency and timetable on egg parameters and reproductive performance in broiler breeder hens. Avian Biol. Res., v.7, p.153–159, 2014.

THIRUVENKADAN, A.K.; PRABAKARAN, R.; PANNEERSELVAM, S. Broiler breeding strategies over the decades: an overview. Worlds Poult. Sci. J., v.67, p.309–336, 2011.

VESTERGAARD, K.S.; SANOTRA, G.S. Relationships between leg disorders and changes in the behaviour of broiler chickens. Vet. Rec., v.144, n.8, p.205-209, 1999.

WEEKS, C.A.; DANBURY, T.D.; DAVIES, H.C.; HUNT, P.; KESTIN, S.C. The behaviour of broiler chickens and its modification by lameness. Appl. Anim. Behav. Sci., v.67, n.1, p.111–125, 2000.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

USO DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL MELHORA A MORFOMETRIA DAS PATAS DOS FRANGOS DE CORTE?

Aérica Cirqueira Nazareno[1], Iran José Oliveira da Silva[1], Luiz Otavio Pradella[1], Jéssica Chierri Tonetti[2], Giovani Debs Guesine[1], Miguel Machado[1], Sérgio Luis de Castro Junior[1]

[1]Núcleo de Pesquisa em Ambiência, Universidade de São Paulo, USP/ESALQ/NUPEA, Piracicaba - SP. aericacn@yahoo.com.br iranoliveira@usp.br luiz.pradella@usp.br giovane_debs@usp.br miguelmac89@gmail.com sergio.engbio@gmail.com [2]Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo – SP. jessica_chierri@hotmail.com

RESUMO - O objetivo desta pesquisa foi avaliar o impacto no uso do enriquecimento ambiental nas patas dos frangos de corte criados em câmara climática em diferentes idades de criação, por meio por meio das propriedades morfometria e peso. Foram utilizados 112 frangos de corte da linhagem Cobb, estes foram criados durante os 42 dias de vida em dois ciclos de produção. Essas foram criadas em câmara climática sobre condições de temperatura do ar e umidade relativa controlada conforme as exigências termoneutras das aves nas diversas idades. O enriquecimento ambiental utilizado foi uma escada com poleiro distribuída a cada 1,5 m^2, com densidade de 12 aves/m^2. Foram eutanasiados semanalmente 8 aves de cada tratamento, por meio do deslocamento cervical. Em seguida, foram retiradas as patas, através de um bisturi. Sendo assim, foram mensuradas as propriedades morfometricas (comprimento e diâmetro) e o peso das patas (direita e esquerda) de cada ave individualizada. O comprimento e diâmetro foram realizados através de um paquímetro digital. A aferição do peso das patas foi realizada por meio de uma balança semi-analítica. As variáveis respostas foram as morfometricas (comprimento e diâmetro) e peso das patas. O delineamento da pesquisa foi inteiramente aleatorizado em parcela subdividida, sendo, as parcelas foram alocadas na câmara climática (presença e ausência de enriquecimento ambiental) e subparcelas nas idades (1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias) das aves. Portanto, foram utilizados dois tratamentos (presença e ausência de enriquecimento ambiental) e 8 repetições. Por meio dos resultados conclui-se que o emprego do enriquecimento ambiental aumentou as propriedades morfometricas e o peso das patas dos frangos de cortes ao longo do ciclo de produção.
Palavras chave: avicultura de corte, escada com poleiro, comprimento, diâmetro, pé de frango.

INTRODUÇÃO

As patas de frango é o corte de menor interesse dos consumidores brasileiros, porém, em alguns países asiáticos essa iguaria é bastante apreciada (Bedutti, 2011). Além disso, as patas de frango constituem matéria-prima de alta qualidade para indústria farmacêutica, já que são ricas em colágeno e podem ser aproveitadas na produção de

 ISBN: 978-85-66836-24-0

novos produtos como a gelatina (Cho et al., 2005; Osawa et al., 2009). A China importou 300.000 toneladas de patas de frangos dos Estados Unidos, o que gerou o lucro de 280 milhões de dólares/ano (Jacob et al., 2016; Hornby, 2017).

Um sistema de criação convencional de frangos de corte apresenta baixa complexidade e homogeneidade, esses fatores favorecem o aparecimento de deformidades ósseas, claudicação e pododermatite (Ohara et al., 2015). Além disso, compromete o bem-estar dessas aves devido à ausência de expressão de comportamentos naturais e habilidades cognitivas, em que as aves não são motivadas a se exercitarem (BIZERAY et al., 2002).

O uso de enriquecimento ambiental (fardo de feno, poleiro, barreiras, rampas, etc) na produção de frangos de corte, tem apresentado resultados benéficos para indústria avícola (Norring et al., 2016; Bergmann et al., 2017; Baxter et al., 2018). Por exemplo, os fardos de feno aumentaram a atividade de frangos de corte (Kells et al., 2001; Bailie et al., 2013), diminuíram o comportamento agressivo dos perus machos, também, reduziram o aparecimento das lesões e descarte das aves (Martrenchar et al., 2001). Os poleiros aumentaram as atividades dos frangos (Bailie et al., 2013), diminuíram o aparecimento de pododermatite nas patas e claudicação (Bizeray et al., 2002b; Ventura et al., 2010; Ohara et al., 2015).

Nesse contexto, o emprego do enriquecimento ambiental nos sistemas de produção apresenta inúmeros benefícios nas condições de vida dessas aves e consequentemente no seu bem-estar. Entretanto, na literatura não existem relatos sobre o efeito da utilização do enriquecimento ambiental na morfometria e peso das patas dos frangos de corte. Diante disso, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o impacto no uso do enriquecimento ambiental nas patas dos frangos de corte criados em câmara climática em diferentes idades de criação, por meio das propriedades morfometria e peso.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em câmara climática nas dependências do Núcleo de Pesquisa em Ambiência (NUPEA) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, situada em Piracicaba, Estado de São Paulo.

Para o experimento foram criados 96 pintos de corte da linhagem Cobb, com densidade de 12 aves/m^2, durante os 42 dias de vida, nos dois ciclos de produção.

Portanto, com a eutanásia de 16 dos pintos de um dia totalizaram 112 aves estudadas nos dois ciclos produtivos, sendo assim, cada tratamento apresentou 56 aves.

O delineamento da pesquisa foi inteiramente aleatorizado em parcela subdividida, sendo que, as parcelas foram alocadas na câmara climática (presença e ausência de enriquecimento ambiental) e subparcelas nas idades (1, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias) das aves. Foram utilizados dois tratamentos (presença e ausência de enriquecimento ambiental) e 8 repetições (número de aves eutanasiadas nas diferentes idades).

A câmara climática foi dividida em 4 boxes para facilita o manejo, a mesma pesquisa foi realizada durante dois ciclos de produção. Os boxes foram construídos de madeira de pinheiro e tela de arame galvanizado, cada boxe apresentou as seguintes dimensões: 1,50 m de comprimento, 1,00 m de largura e 0,7 m de altura.

As variáveis microclimáticas foram controladas por meio da câmara climática, essas foram adequadas às necessidades termoneutras das aves conforme as idades, segundo o Manual de manejo da linhagem Cobb (2012).

O tipo de enriquecimento ambiental utilizado foi uma escada com um poleiro no topo, na forma de bastão com bordas arredondadas, confeccionado em madeira de pinheiro, cujo material é leve e possui alta capacidade térmica. A escada apresentava a altura de 5 cm do chão de 1-21 dias e aumentada para uma altura de 10 cm, de 22 a 42 dias (Ohara et al., 2015), mantendo o espaço de 15 cm/ave e espessura de 4 cm (RSPCA, 2013). As dimensões do enriquecimento (escada tipo poleiro) foram: 90 cm de comprimento, 35 cm de largura e 30 cm de altura total.

Os animais foram alojados separadamente nos boxes, esses tiveram o acesso à cama de palha de arroz e acesso *ad libitum* à água e a ração. O programa de arraçoamento foi divido em três fases, disponibilizando de acordo com a idade das aves, como: ração inicial, crescimento e final, a formulação da ração foi de acordo com Rostagno et al. (2017).

Foram eutanasiados semanalmente 8 aves de cada tratamento, por meio do deslocamento cervical. Em seguida, foram retiradas as patas, através de um bisturi. Sendo assim, foram mensuradas as propriedades morfometricas (comprimento e diâmetro) e o peso das patas (direita e esquerda) de cada ave individualizada. O comprimento e diâmetro foram realizados através de um paquímetro digital da marca Digimess com acurácia de 0,02 mm (Figura 1). A aferição do peso das partes foi realizada por meio de uma balança semi-analítica BG2000, com precisão 0,1g.

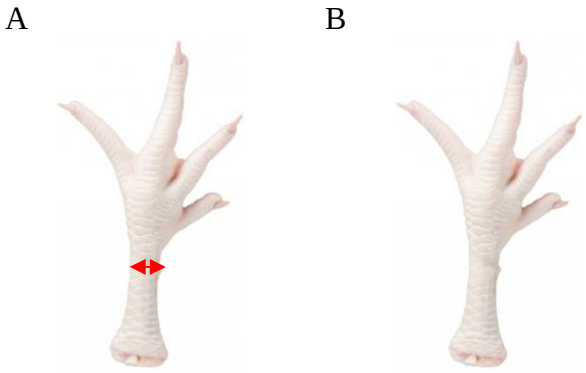


Figura 1. Imagens das mensurações do diâmetro (A) e comprimento das patas (B)

Todas as variáveis repostas foram investigadas por meio das ANOVAs que foram conduzidas considerando-se o modelo linear clássico de efeitos fixos e suas pressuposições foram validadas a partir de gráficos dos resíduos e os testes de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variância de Hartley. Os tratamentos foram comparados pelos testes de médias de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises efetuadas foram realizadas por meio do pacote estatístico SAS (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro, comprimento e peso das patas dos frangos de corte apresentaram interação significativa (P < 0,0001) entre câmara climática (presença e ausência de enriquecimento ambiental) e idades (1, 7, 14, 28, 35 e 42 dias) das aves (Tabela 1, 2 e 3).

Tabela 1. Diâmetro (mm) das patas dos frangos de corte criados em câmara climática com presença e ausência de enriquecimento ambiental em diferentes idades

Diâmetro (mm) das patas de frangos de corte							
Câmara climática	Idades (dias)						
	1	7	14	21	28	35	42
Presença	3,73Af	5,48Ae	8,45Ad	10,74Ac	12,45Ab	13,97Aab	15,21Aa
Ausência	3,46Ae	5,55Ad	8,89Ac	10,68Ab	11,90Aab	13,30Aa	13,31Ba
CV (%)	9,917						
P	<0,0001*						
Teste F	4,79						

Médias com letras diferentes maiúsculas em cada linha e minúsculas em cada coluna diferem entre si a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de média de Tukey. NS - Não significativo, * - Significativo a 0,05 (p < 0,05)

Houve diferença significativa para presença e ausência de enriquecimento ambiental apenas aos dias 42 de criação para o diâmetro das patas das aves (Tabela 1).

Verificou-se que as idades 42 e 35 dias não diferiram entre si para presença de enriquecimento ambiental, porém, 35 dias não diferiu de 28 dias, logo, essas diferiram de todas demais. Sendo assim, as idades de 14, 7 e 1 dias diferiram entre si. Com relação às idades 42, 35 e 28 dias não diferiram entre si para ausência de enriquecimento ambiental, todavia, 28 e 21 dias não diferiram entre si. Entretanto, 21, 14, 7 e 1 dias diferiram entre si. A maior média de diâmetro das patas das aves foi observada na presença de enriquecimento ambiental e idade de 42 dias, com 15,21 mm.

A presença e ausência de enriquecimento ambiental diferiram apenas aos dias 42 de criação para o comprimento das patas das aves, logo, as demais não diferiram entre si (Tabela 2). Todavia, notou-se que as idades 42, 35, 28, 21, 14, 7 e 1 dias com presença de enriquecimento ambiental diferiram entre si. Entretanto, as idades de 42 e 35 dias com ausência de enriquecimento ambiental não diferiram entre si, logo, essas diferiram de todas as demais. Também, as idades de 28, 21, 14, 7 e 1 dias diferiram entre as mesma.

Tabela 2. Comprimento das patas dos frangos de corte eutanasiados criados em câmara climática com presença e ausência de enriquecimento ambiental em diferentes idades

Comprimento das patas dos frangos de corte (mm)							
Câmara climática	Idades (dias)						
	1	7	14	21	28	35	42
Presença	46,41Ag	65,32Af	82,36Ae	104,70Ad	120,12Ac	134,89Ab	147,15Aa
Ausência	47,37Af	65,44Ae	88,00Ad	105,43Ac	120,04Ab	132,30Aa	137,73Ba
CV (%)	5,038						
P	<0,0001*						
Teste F	6,61						

Médias com letras diferentes maiúsculas em cada linha e minúsculas em cada coluna diferem entre si a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de média de Tukey. NS - Não significativo, * - Significativo a 0,05 ($p < 0,05$)

O peso das patas dos frangos de corte diferiu significativamente entre presença e ausência de enriquecimento ambiental nos dias 42 e 35, porém, os demais não apresentaram diferença (Tabela 3). Com relação às idades de 42, 35, 28, 21 e 14 dias diferiram entre si para presença de enriquecimento ambiental, logo, essas também diferiram de 7 e 1 dias, as quais não diferiram entre si. As idades com ausência de enriquecimento ambiental com 42 e 35 dias não diferiram entre si, porém, essas diferiram de todas demais. Todavia, as idades de 28, 21 e 14 dias diferiram entre as mesma, logo, essas diferiram de 7 e 1 dias. Entretanto, as idades de 7 e 1 dias não diferiram entre si. A maior média de peso das patas das aves foi observada na presença de enriquecimento ambiental e idade de 42 dias, com 45,16 g.

Tabela 3. Peso (g) das patas dos frangos de corte eutanasiados criados em câmara climática com presença e ausência de enriquecimento ambiental em diferentes idades

Peso (g) das patas dos frangos de corte							
Câmara climática	Idades (dias)						
	1	7	14	21	28	35	42
Presença	1,14Af	3,77Af	9,78Ae	19,60Ad	27,60Ac	38,92Ab	45,16Aa
Ausência	1,16Ae	3,71Ae	10,40Ad	19,10Ac	25,60Ab	32,57Ba	35,13Ba
CV (%)	18,457						
P	<0,0001*						
Teste F	10,02						

Médias com letras diferentes maiúsculas em cada linha e minúsculas em cada coluna diferem entre si a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de média de Tukey. NS - Não significativo, * - Significativo a 0,05 ($p < 0,05$)

Por meio dos resultados das Tabelas 1, 2 e 3 foi possível verificar que o uso do enriquecimento ambiental melhorou a qualidade das patas (peso, comprimento e diâmetro) dos frangos de corte, aumentando cada variável citada. Este ocorrido pode ser explicado pelo maior desenvolvimento muscular e ósseo das aves que praticaram mais atividades físicas (escala com poleiro) durante o ciclo produtivo.

Segundo Fleming et al. (2006), Aguado et al. (2015) e Rodriguez-Navarro et al. (2018) o aumento de atividade física estimula a formação óssea e muscular em galinhas, de forma semelhante isso acontece também com todos os animais e humanos (Wang et al., 2013; Warden et al., 2014; Aido et al., 2015).

Aves que foram estimuladas a aumentar a prática de atividade física, por meio do uso de enriquecimento ambiental (poleiro, rampa e fardos), obtiveram melhoria na qualidade da carcaça (peito, asas, pernas e patas) dos frangos de corte (Bailie & O'Connell et al., 2014, 2015).

A ocorrência de aumento de peso e propriedades morfometricas (comprimento e diâmetro) das patas de frangos de corte, no tratamento com presença de enriquecimento ambiental, pode indica melhoria na qualidade dessa iguaria. Vale ressalta que essa alteração benéfica foi observada na maioria das vezes a partir dos 35 dias de idade das aves.

CONCLUSÃO

Por meio dos resultados conclui-se que o emprego do enriquecimento ambiental aumentou as propriedades morfometricas e o peso das patas dos frangos de cortes ao longo do ciclo de produção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudo e financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUADO, E.; PASCARETTI-GRIZON, F.; GOYENVALLE, E.; AUDRAN, M.; CHAPPARD, D. Bone mass and bone quality are altered by hypoactivity in the chicken. PLoS ONE, v.10, n.1, p.1-12, 2015.

IDO, M.; KERSCHNITZKI, M.; HOERTH, R.; CHECA, S.; SPEVAK, L.; BOSKEY, A.L.; FRATZL, P.; DUDA, G.N.; WAGERMAIER, W.; WILLIE, B.M. Effect of in vivo loading on bone composition varies with animal age. Exp. Gerontol., v.63, p.48–58, 2015.

BAILIE, C.L.; BALL M.E.E.; O'CONNELL, N.E. Influence of the provision of natural light and straw bales on activity levels and leg health in commercial broiler chickens. Animal, v.7, p.618-626, 2013.

BAILIE, C.L.; O'CONNELL, N.E. The effect of level of straw bale provision on the behaviour and leg health of commercial broiler chickens. Animal, p.8, n.10, p.1715–1721, 2014.

BAILIE, C.L.; O'CONNELL, N.E. The influence of providing perches and string on activity levels, fearfulness and leg health in commercial broiler chickens. Animal, v.9, p.660–668, 2015.

BAXTER, M.; BAILIE, C.L.; O'CONNELL, N. E. Evaluation of a dustbathing substrate and straw bales as environmental enrichments in commercial broiler housing. Applied Animal Behaviour Science, v.200, p.78–85, 2018.

BEDUTTI, M.C. Pododermatite em frango de corte-linhagem. 2001. 31f. Monografia (Área de Gestão da Cadeia Avícola) - Universidade Tuiuti do Paraná, Cascavel, 2001.

BERGMANN, S.; SCHWARZER, A.; WILUTZKY, K.; LOUTON, H.; BACHMEIER, J.; SCHMIDT, P.; ERHARD, M.; RAUCH, E. Behavior as welfare indicator for the

rearing of broilers in an enriched husbandry environment A field study. Journal of Veterinary Behavior, v.19, p.90-101, 2017.

BIZERAY, D.; ESTEVEZ, I.; LETERRIER, C.; FAURE, J.M. Influence of increased environmental complexity on leg condition, performance, and level of fearfulness in broilers. Poult. Sci., v.81, p. 767-773, 2002.

CHO, S.M.; GU, Y.S.; KIM, S.B. Extracting optimization and physical properties of yellowfin tuna (Thunnus albacares) skin gelatin compared to mammalian gelatins. Food Hydrocolloids, v.19, p.221–229, 2005.

FLEMING, R.H.; MCCORMACK, H.A.; MCTEIR, L.; WHITEHEAD, C.C. Relationships between genetic, environmental and nutritional factors influencing osteoporosis in laying hens. Br. Poult. Sci., v.47, n.6, p.742–755, 2006.

HORNBY, L., 2017. China's love of US chicken feet proves a recipe for a perfect trade. Trade. Disponível em: <https://www.cnbc.com/2017/08/14/china-us-trade-talks-chicken-feet-and-poultry-industry-are-compromise.html>. Acesso em: 10 out 2018.

JACOB, F.G.; BARACHO, M.S.; NÄÄS, I.A.; SOUZA, R.; SALGADO, D.A. The use of infrared thermography in the identification of pododermatitis in broilers. Eng. Agric., v.36, n2, p.253-259, 2016.

KELLS, A.; DAWKINS, M.S.; BORJA, M.C. The effect of a 'freedom food' enrichment on the behaviour of broilers on commercial farms. Anim. Welf., v.10, p.347-356, 2001.

MANUAL DE MANEJO DE FRANGOS DE CORTE COBB. 2012. Disponível em: http://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf. Acesso em: 14 mar 2016.

MARTRENCHAR, A.; HUONNIC, D.; COTTE, J.P. Influence of environmental enrichment on injurious pecking and perching behaviour in young turkeys. British Poultry Science, v.42, p.161-170. 2001.

NORRING, M., KAUKONEN, E., VALROS, A. The use of perches and platforms by broiler chickens. Applied Animal Behaviour Science, v.184, p.91–96, 2016.

OHARA, A.; OYAKAWA, C.; YOSHIHARA, Y.; NINOMIYA, S.; SATO, S. Effect of environmental enrichment on the behavior and welfare of japanese broilers at a commercial farm. J. Poult. Sci., v.52, p.323-330, 2015.

OSAWA, C.C.; FONTES, L.C.B.; MIRANDA, E.H.W.; CHANG, Y.K.; STEEL,C.J. Avaliação físico-química de bolo de chocolate com coberturas comestíveis à base de gelatina, ácido esteárico, amido modificado ou cera de carnaúba. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.29, n.1, p.92-99, 2009.

RODRIGUEZ-NAVARRO, H.A.B.; MCCORMACK, H.M.; FLEMING, R.H.; ALVAREZ-LLORET, P.; ROMERO-PASTOR, J.; DOMINGUEZ-GASCA, N.; PROZOROVD, T.; DUNNB, I.C. Influence of physical activity on tibial bone material properties in laying. Journal of Structural Biology., v. 201, p.36–45, 2018.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., HANNAS, M. I., DONZELE, J. L., SAKOMURA, N. K., PERAZZO, F. G., SARAIVA, A., TEIXEIRA, M. L., RODRIGUES, P. B., OLIVEIRA, R. F., BARRETO, S. L. T., BRITO, C. O. Tabelas Brasileiras para Aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2017.

RSPCA.Welfare standards for chickens. Disponível em:<http://www.freedomfood.co.uk/media/34115/rspca_welfare_standards_for_chickens___november_2013_web.pdf>. Acesso em 13 mar. 2015.

SAS Institute. Statistical analysis system: Realease 9.2, (software). Cary, 2010. 620p.

VENTURA, B.A.; SIEWERDT, F.; ESTEVEZ, I. Effects of barrier perches and density on broiler leg health, fear, and performance. Poult. Sci., v.89, p.1574-1583, 2010.

WANG, J., ISHIMOTO, T., NAKANO, T. Preferential orientation of collagen/biological apatite in growing rat ulna under an artificial loading condition. Mater. Trans., v.54, p.1257–1261, 2013.

WARDEN, S.J., DAVIS, I.S., FREDERICSON, M. Management and prevention of boné stress injuries in long-distance runners. J. Orthopaed. Sports Phys. Ther., v.44, p.749–765, 2014.

INFLUÊNCIA DOS AMBIENTES NA TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO E RAZÃO DE ÁREA FOLIAR EM ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa L.)* NA CONDIÇÃO DE VERÃO

Priscila Aparecida Alves Barbosa[1], Maria Clara de C. Guimarães[2], Charles Paranhos Oliveira[1,] Drielly Coelho Marcondes[3], Josiele Luiza G. Rodrigues[1], Kelle Daniele R. Pereira[1]

[1]Departamento de Agronomia, FCA/UFVJM, Diamantina MG, priscila.alves.barbosa@hotmail.com; charlescpo@gmail.com; josieleluizagomes@gmail.com, kellerodrigues199@gmail.com;
[2]Profa. Adjunto DAG/FCA/UFVJM, Diamantina MG, mariaclara.guimarães@ufvjm.edu.br;
[3]Departamento de Zootecnia FCA/UFVJM, Diamantina MG, driellycoelhomarcondes@gmail.com

RESUMO – O trabalho objetivou comparar o crescimento e o desenvolvimento da alface americana em três ambientes durante o verão. O experimento foi conduzido no verão de 2016/2017, em casa de vegetação (CV), túnel baixo (TB) e a pleno sol (PS), no *Campus* JK – UFVJM. Ao longo de todo o experimento foram realizadas medições de temperatura de ar – T (°C), mediante uso do instrumento *dattalogers*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 4 repetições cada tratamento e 3 ambientes distintos. Foram feitas coleta de dados de área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) de dez em dez dias, em um total de quatro medições. Utilizaram-se essas variáveis para cálculo da taxa de crescimento relativo (TCR) e razão de área foliar (RAF) conforme especificações de Floss (2008). O TB apresentou valores médios diários superiores de temperatura ao longo das quatro medições do experimento, em relação aos outros ambientes. Aos 10 dias a TCR obteve os mesmo valores em todos os ambientes, com aumento exponencial atingindo a maior TCR aos 20 dias na CV e em PS, já no TB aos 30 dias. Já ao analisar a RAF, em todos os ambientes obteve um desenvolvimento positivo. Conclui-se que a casa de vegetação proporcionou melhores condições ao desenvolvimento da alface no verão, onde reduziu o tempo de colheita e causou um efeito positivo ao aumentar a relação de área foliar e matéria seca.
Palavras-chave: Cultivar americana. Desenvolvimento. Ambientes protegidos.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma olerícola que pertence à família Asteraceae, e é bastante consumida em todo Brasil, devido a sua facilidade de aquisição e produção durante todas as épocas do ano. A cultura da alface é bastante sensível às condições climáticas, pois se trata de uma hortaliça de origem de clima temperado. A alta temperatura e pluviosidade são as intempéries que mais afetam a produção, sendo assim, produzindo melhor nas épocas mais frias do ano (FILGUEIRA, 2008). No verão, por

apresentar temperaturas e radiação solar elevadas, a estruturação da planta é prejudicada, ocasionando um maior número de folhas sem qualidade e a aceleração do ciclo, tornando-as impróprias para o consumo.

Uma alternativa existente para minimizar o efeito negativo das altas temperaturas no período de verão é a produção em ambientes protegidos, cobertos com filmes de polietileno. As principais vantagens desta técnica são a diminuição dos riscos contra as intempéries (forte radiação direta durante o dia, queda acentuada de temperatura durante a noite, geada e excesso de chuvas), a colheita na entressafra e a precocidade na colheita (FILGUEIRA, 2008). Produção em ambientes protegidos permite a realização de cultivos em épocas que normalmente não seriam propícias para a produção a céu aberto.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou comparar o crescimento e o desenvolvimento da alface americana em três ambientes durante o verão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no verão, de dezembro de 2016 a janeiro de 2017, em casa de vegetação (CV), túnel baixo (TB) e a pleno sol (PS), no Setor de Olericultura do Departamento de Agronomia, localizado no *Campus* JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, em Diamantina-MG. A cultivar utilizada foi a Gloriosa, da empresa *TecnoSeed*® Sementes. O clima da região segundo a classificação Köppen é Cwb, temperado – úmido.

Ao longo de todo o experimento foram realizadas medições de temperatura de ar – T (°C), mediante uso do instrumento *dattalogers* da marca Homis de leitura contínua em intervalos de 1 hora, totalizado 24 horas de coletas por dia, com a altura do aparelho de 1,5 metros do solo para tal medição. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 4 repetições cada tratamento e 3 ambientes distintos.

Foram realizadas coletas de dados de área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) com intervalo de dez dias, em um total de quatro medições. As plantas foram separadas em folhas e raízes, colocadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa a 65°C por 72 horas, em seguida foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,01g. Utilizaram-se essas variáveis para cálculo da taxa de crescimento relativo (TCR) e razão de área foliar (RAF) conforme especificações de Floss (2008).

Os canteiros foram construídos no sentido leste – oeste, com dimensões de 1,20m x 7,00m nos ambientes de CV e PS. A CV possui 7,00m x 30,00m, com pé direito de 5,00m, sendo coberto por plástico de polietileno transparente e os túneis baixos foram construídos na face leste da CV e paralelos entre si num total de quatro (número de blocos), apresentando modelo em meia lua com 1,40 m de largura e 7,20 m de comprimento, com um total de 10,08 m² de área, com raio de 0,70 m, sendo cobertos por plástico de polietileno transparente, estrutura em Vergalhão CA50 5 mm revestidos de mangueira de jardim.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da temperatura – T (°C) nos ambientes interno e externo em função dos dias de medição do período experimental está representado na Figura 1.

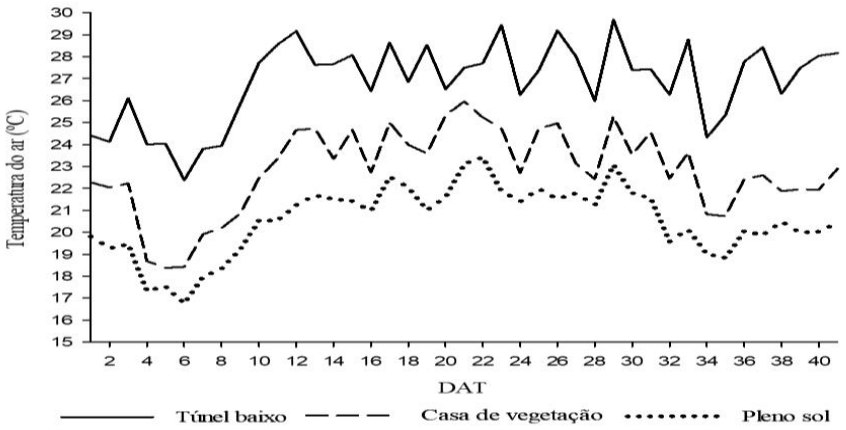
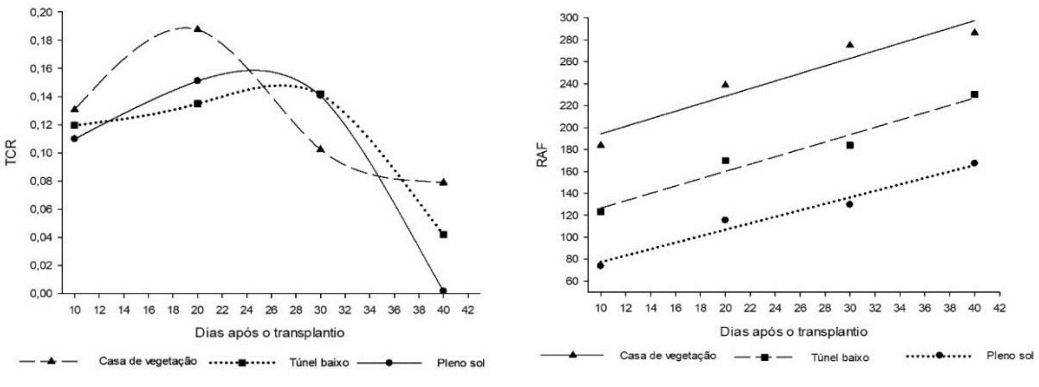


Figura 1. Valores médios diários da temperatura –T (°C) nos ambientes de Casa de vegetação, Túnel baixo e a Pleno Sol no verão de 2016/2017. Valores coletados em dias após transplantio (DAT).

Observa-se na Figura 1 que o TB apresentou valores médios diários superiores de temperatura ao longo das quatro medições do experimento, em relação aos outros ambientes. Para o TB aos 10 dias a temperatura foi de 27,7°C, aos 20 dias de 26,2°C, 30 dias de 27,4°C e aos 40 dias de 28,0°C. Na CV, obteve os seguintes valores para temperatura: 22,5°C; 25,3°C; 23,5°C e 21,9°C. Já em PS os valores de temperatura foram 20,5°C; 21,6°C; 21,8°C; 20,0°C respectivamente. Segundo Brunini et al. (1976), a

temperatura para o bom desenvolvimento da alface é a 10°C. Diamante et al. (2013) nos relata que a faixa ótima de produção da alface é entre 4 a 27°C. Temperaturas elevadas causam o pendoamento precoce. No ambiente de TB observou durante todo o experimento que obteve um pior desenvolvimento da alface, por apresentar elevadas temperaturas. Para os índices fisiológicos TCR e RAF obteve resultado significativo, em todos os ambientes, da relação entre os fatores testados. O comportamento de TCR e RAF para todos os tratamentos está representado na Figura 2 (a) e (b).



(a) (b)

Figura 2. Taxa de crescimento relativo (g.m-2dia-1) e Razão de área foliar (dm-2.g-1) de alface (Lactuca sativa L., cultivar Gloriosa) no verão de 2016/2017.

Segundo a Figura 2 (a), aos 10 dias a TCR obteve valores próximos em todos os ambientes, com aumento exponencial atingindo a maior TCR aos 20 dias na CV e em PS, já no TB aos 30 dias. Segundo Floss (2008) ao momento de máxima TCR devem ser colhidas as plantas onde se obtém uma melhor capacidade produtiva, após esse momento há uma perda de assimilação. A CV obteve valores de máxima TCR aos 20 dias após o transplantio, podendo ser colhidas com menos tempo do que no TB e a PS.

Na Figura 2 (b) ao analisar a RAF, em todos os ambientes obteve um desenvolvimento positivo. A RAF está ligada à produtividade da cultura, sendo o aumento dos valores de RAF um indicativo do aumento de produtividade (FLOSS, 2008). Dessa forma todos os ambientes proporcionou uma correlação significativa para o desenvolvimento da alface, mas a CV obteve maiores valores, onde possibilitou uma maior produção de área foliar e número de folhas em menor espaço de tempo. A faixa de

temperatura na CV pode ter influenciado na RAF, pois segundo Radin et al. (2004) a temperatura exerce papel crucial, sendo significativo quanto à emissão de folhas.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a casa de vegetação proporcionou melhores condições ao crescimento e desenvolvimento da alface no verão, onde reduziu o tempo de colheita e causou um efeito positivo ao aumentar a relação de área foliar e matéria seca em relação aos demais ambientes analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUNINI, O; LISBÃO, R. S.; BERNARDI, J. B.; FORNASIER, J. B.; JÚNIOR, P. M. J. **Temperatura base para a alface (*Lactuca sativa*) cultivar "white Boston" em um sistema de unidades térmicas**. Revista de Olericultura. Lavras, v.16, p.28-29, 1976.

DIAMANTE, M. S. et al. **Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes.** Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v.44, n.1, p.133-140, jan-mar 2013.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura:** Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças. 402p. Viçosa: UFV, 2008.

FLOSS, Elmar Luiz. **Fisiologia das plantas cultivadas:** o estudo do que está por trás do que se vê. 4° ed. Passo Fundo: Editora UPF. 224-226 p. 2008.

RADIN, B. et al. **Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.2, p.178-181, abril 2004.

BALANÇO DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR E MASSA ATRAVÉS DA PLACA DE RESFRIAMENTO EVAPORATIVO POR MEIO DO PRINCÍPIO DE EXTENSÃO DE ZADEH

Gregory Murad Reis[1], Marcelo Bahuti[2], Murilo Santos Freire[2], Tadayuki Yanagi Junior[2], Sérgio Martins de Souza[2], Alessandro Torres Campos[2], Flávio Alves Damasceno[2]

[1]Florida International University, Miami, EUA, muradreis@hotmail.com
[2]Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras-MG. marcelo_bahuti@hotmail.com, murilo.s.freire@gmail.com, yanagi@deg.ufla.br, sergiomartinsde@dfi.ufla.br, campos@ deg.ufla.br, flavio.damasceno@deg.ufla.br

Resumo – Sistemas de resfriamento evaporativo envolvem processos de transferência de calor e massa no resfriamento do ar, porém, existe uma incerteza na variável de fração de área molhada da placa. Em vista disso, objetivou-se com esse trabalho, desenvolver um software para análise da fração molhada da placa evaporativa, por meio de modelos matemáticos desenvolvidos com o princípio de extensão de Zadeh, que é uma forma de estender uma função do domínio real para o domínio *fuzzy*. Foram coletados dados de temperatura do ar, temperatura da água, umidade relativa do ar e fluxo de ar passante pela placa, além de dados de caracterização física do material poroso que compõem a placa (argila expansiva). Os dados foram utilizados para execução do cálculo da porcentagem molhada da área superficial do material poroso (β) a partir das equações de temperatura do ar final ($T_{a,o}$) e razão de umidade final ($\omega_{a,o}$). Os modelos calculados com auxílio do software mostraram-se utéis para análise da eficiência de sistemas reais de resfriamento evaporativo.
Palavras-chave: modelagem matemática, princípio de Zadeh, placa de resfriamento.

INTRODUÇÃO

A modelagem matemática é a tradução da observação de um sistema específico, isto é, o processo de desenvolvimento de um modelo usando conceitos experimentais ou teóricos, conceitos matemáticos e usando uma determinada linguagem. A eficiência de um modelo está relacionada à sua capacidade de descrever o sistema do mundo real que ele representa (AMENDOLA & SOUZA, 2004).

Quando esse objetivo é a representação de conceitos subjetivos, vagos e imprecisos, especialmente quando é necessário tratar um problema qualitativo de forma quantitativa, o modelo mais apropriado é aquele baseado na teoria dos conjuntos *fuzzy*, desenvolvido por Lotfi Askar Zadeh (ZADEH, 1965). O Zadeh é um modo de estender uma função do domínio real ao domínio *fuzzy*, assim o princípio de extensão tem sido

estudado e aplicado em alguns trabalhos (CHALCO-CANO et al., 2011; HUANG, 2010; ROMAN-FLORES et al., 2011). Chalco-Cano et al. (2011) estudaram as equações diferenciais *fuzzy*, em que a parte direita da equação é uma função *fuzzy* gerada pela aplicação do princípio de extensão de Zadeh, e concluíram que a aplicação deste princípio é mais adequada para obter as funções *fuzzy* do que as funções *fuzzy* obtidas usando a aritmética de intervalo *fuzzy* usual.

Devido à sua alta flexibilidade, adaptabilidade e aplicações em diversas áreas do conhecimento, a lógica *fuzzy* tem sido utilizada para reconhecimento de padrões (OLIVEIRA, 2017), robótica (GÓMEZ et al., 2018), desenvolvimento de sistemas (POSSELT et al., 2015), assim como bem-estar animal (CECCHIN et a., 2016).

Atualmente, equipamentos que envolvem a necessidade de descrever um processo complexo são os sistemas de resfriamento evaporativo utilizados em ambientes controlados, no qual não é possível observar com precisão o percentual de faixa molhada da placa. Fator esse que está diretamente relacionado a obtenção de boas condições de alojamento, visto que esse sistema é tradicionalmente aplicado em regiões com clima quente e seco (SMITH et al., 2011), para aclimatação de plantas e/ou animais.

Em vista disso, objetivou-se por meio deste trabalho, aplicar a teoria do princípio de extensão de Zadeh no processo de resfriamento evaporativo, que envolve transferências de calor e massa, de modo a lidar com a incerteza envolvida na fração da área molhada da superfície da placa. E para tal, desenvolver um software, usando os modelos *fuzzy*, que é capaz de calcular a temperatura final do ar e a razão de umidade final.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em duas etapas, a primeira correspondente a coleta dos dados em campo, e a segunda etapa foi o desenvolvimento de um software que opera a partir do princípio de extensão de Zadeh.

Obtenção dos dados

Foram coletados dados de um sistema de resfriamento evaporativo, com placa porosa úmida, pertencente a casa de vegetação do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na qual possui sistema de ventilação em modo

túnel com pressão negativa e placa porosa de argila expandida com dimensões de 12,85 x 1,56 x 0,12 metros de largura, altura e profundidade, respectivamente, posicionada a um metro de distância da placa porosa úmida.

O material das placas foi fisicamente caracterizado a partir da determinação da densidade, porosidade, diâmetro médio, volume médio e área superficial. De modo que a densidade do material poroso foi determinada a partir da razão entre massa e volume da argila.

Por sua vez, a porosidade do material foi determinada conforme metodologia de Araújo (2004), utilizando a equação 1:

$$P = \frac{V}{V_{total}} \cdot 100 \quad (1)$$

sendo,

P: porosidade total das argilas (%);

V: volume de poros (cm^3);

V_{total}: volume total do recipiente (cm^3).

O diâmetro médio, o volume médio e a área superficial das amostras foram mensurados no software AutoCAD®, com o auxílio de uma câmera digital, obtendo-se três fotografias em diferentes ângulos.

Na estufa, por sua vez, foram coletados dados de temperatura do ar (Ta) e umidade relativa, a partir de *dataloggers* instalados próximos às duas faces da placa, sendo mensurados em intervalos de dois segundos. Para calcular a temperatura média da água gotejada na placa, um termômetro digital foi posicionado dentro do tanque de água e da calha, coletando dados em intervalos de trinta minutos.

Para obter o fluxo de ar passante na placa porosa, determinou-se uma região amostral com dimensões de 1,56 x 1,45 m, dividida em nove pontos equidistantes, onde foi realizada a coleta de velocidade do ar, a partir de um anemômetro digital, quando o sistema estava em operação, realizando-se doze repetições. O fluxo de ar foi determinado pelo produto da velocidade do ar quantificada e pela área da placa.

Desenvolvimento do modelo

O balanço de energia da placa de resfriamento pode ser expresso como a soma da variação de energia da água e do ar. Desse modo, é possível realizar o cálculo das transferências de calor e massa envolvidos no processo.

A transferência de calor sensível pode ser obtida por meio da equação 2.

$$\frac{1}{(T_w - T_a)} \cdot dT_a = \frac{h}{\dot{m}_a \cdot c_{p,a}} \cdot \sigma \cdot \beta \cdot W \cdot H \cdot dx \quad (2)$$

em que,

T_w: temperatura da água (ºC);

T_a: temperatura do ar (ºC);

h: coeficiente de transferência de calor por convecção (W m^{-2} $ºC^{-1}$);

m_a: vazão mássica de ar seco através da placa porosa úmida (kg s^{-1});

$c_{p,a}$: calor específico do ar (J kg^{-1} $ºC^{-1}$);

σ: área de superfície do material poroso que compreende o resfriamento da placa por unidade de volume (m^2 m^{-3});

β: porcentagem da área superficial do material poroso que está úmido (decimal);

W: comprimento da placa (m);

H: altura da placa (m);

dx: variação da espessura da placa (m).

Aplicando-se o processo de integração na equação 2, obtêm-se a equação 3 para o cálculo da temperatura do ar final.

$$T_{a,o} = T_w + (T_{a,i} - T_w) \cdot e^{\frac{-h}{\dot{m}_a \cdot c_{p,a}} \cdot \sigma \cdot \beta \cdot W \cdot H \cdot L} \quad (3)$$

Por sua vez, a variação de massa da água de vapor de uma determinada massa de ar que passa por uma placa porosa úmida, pode ser expressa pela equação 4.

$$\dot{m}_a \cdot d\omega_a = k_d \cdot [\omega_{a,s}(T_w) - \omega_a] \cdot dA \quad (4)$$

sendo,

$d\omega_a$: variação da razão de umidade do ar para a condição de saturação, calculada com base na temperatura do ar - T_a ($kg_{water} \cdot kg_{dryair}^{-1}$);

kd: coeficiente de transferência de massa por convecção com base no uso de umidade específica ($kg_{air} \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$);

$\omega_{a,\,s}$ (T_w): razão de umidade para a condição de saturação, calculada com base na temperatura da água - T_w ($kg_{water} \cdot kg_{dryair}^{-1}$

ωa: razão de umidade do ar para a condição de saturação, calculada com base na temperatura do ar -T_a ($kg_{water} \cdot kg_{dryair}^{-1}$);

dA: área de superfície total através da qual a evaporação pode ocorrer para a espessura dx.

O coeficiente de transferência de massa por convecção (k_d) pode ser determinado através da equação 5.

$$k_d = h_m \cdot \rho_a \quad (5)$$

em que,

h_m: coeficiente de transferência de massa (m s^{-1});

ρ_a: densidade do ar seco (kg m^{-3}).

Desse modo, substituindo-se a equação 5 em 4, e realizando a integração da equação resultante, tem-se a seguinte fórmula para o cálculo da razão de umidade do ar após passar através da placa porosa úmida.

$$\omega_{a,o} = \omega_{a,s}(T_w) - \left[\omega_{a,s}(T_w) - \omega_{a,i}\right] \cdot e^{\frac{-h_m \cdot \rho_a}{\dot{m}_a} \cdot \sigma \cdot \beta \cdot W \cdot H \cdot L} \quad (6)$$

sendo as variáveis definidas conforme exposto anteriormente.

Assim, o princípio de extensão de Zadeh (ZADEH, 1965) foi aplicada às equações 3 e 6, para o cálculo da temperatura final do ar ($T_{a,o}$) e a razão final de umidade do ar ($\omega_{a,o}$), de modo a transformá-las em modelos *fuzzy* para obtenção da variável β. Essa variável foi escolhida como incerta, porque há uma incerteza na determinação da fração da área úmida da placa porosa, principalmente devido à distribuição desigual (irregular) do fluxo de água em todo o material da placa.

O modelo *fuzzy* desenvolvido foi implementado na linguagem Java 1.7.5 utilizando o software Net Beans® 7.2.1 como o ambiente de desenvolvimento integrado, tornando-se um software para o cálculo das variáveis $T_{a,o}$ e $\omega_{a,o}$.

Em posse dos dados coletados e dos modelos *fuzzy* foi possível determinar β (porcentagem molhada da área superficial do material poroso) para todas as combinações de dados adquiridas experimentalmente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos modelos desenvolvidos usando a teoria de transferência de calor e massa e aplicando o princípio de extensão de Zadeh na variável β, um software foi desenvolvido por meio dos algoritmos em Java. Foram coletados 5297 dados para cada variável coletada envolvida no modelo, assim, uma vez que haviam valores para cada variável de entrada, exceto para β, este foi encontrado algebricamente.

A partir do software, o processo de transferência de calor e o processo de transferência de massa, podem ser simulados calculando-se os valores de $T_{a,o}$ e $\omega_{a,o}$ pelo princípio de extensão de Zadeh, que origina valores de número *fuzzy* e os valores de pertinência.

A Tabela 1 mostra a estatística descritiva para cada variável envolvida no processo de transferência de calor e de massa, incluindo β.

Tabela 1. Estatística descritiva para cada variável envolvida nos processos de transferência de calor e massa.

Temperatura final do ar ($T_{a,o}$)			**Razão final de umidade do ar ($\omega_{a,o}$)**		
Variáveis	**Média**	**Desvio padrão**	**Variáveis**	**Média**	**Desvio padrão**
$T_w(°C)$	17.0	0.2	$\omega_{a,s}(T_w)\omega_{a,s}(T_w)$ ($kg \cdot kg^{-1} kg \cdot kg^{-1}$)	0.013	$1.77 \cdot 10^{-4}$
$T_{a,i}(°C)$	29.7	2.3	$\omega_{a,i}\omega_{a,i}$ ($°C°C$)	0.004	$1.26 \cdot 10^{-5}$
$\dot{m}_a$(kg s^{-1})	2.36	0.00	$\dot{m}_a\dot{m}_a$($kg\ s^{-1} kg\ s^{-1}$)	2.36	0.00
$c_{p,a}$(J kg^{-1}°C^{-1})	1006.04	0.031	$\rho_a\rho_a$($kg \cdot m^{-3}$ $kg \cdot m^{-3}$)	0.798	$1.4 \cdot 10^{-3}$
h (W m^{-2}°C^{-1})	109.43	22.819	$h_m h_m$ ($m \cdot s^{-1} m \cdot s^{-1}$)	0.065	0.00
σ (m^2 m^{-3})	182.42	0.00	$\sigma\sigma$(m^2 m^{-3})	182.42	0.00
β(decimal)	0.75	0.10	$\beta\beta$(decimal)	0.75	0.10
W(m)	1.45	0.00	WW(m)	1.45	0.00

H(m)	1.56	0.00	HH(m)	1.45	0.00
L(m)	0.12	0.00	LL(m)	1.45	0.00

A partir dos dados observados, o valor médio calculado para β foi de 0,75, tanto no modelo para cálculo $T_{a,o}$ quanto para obtenção da $\omega_{a,o}$, o que implica que este é o valor que possui o grau de pertinência equivalente a 1. O modelo *fuzzy* desenvolvido usa esse valor para encontrar um conjunto com valores aproximados para β, uma vez que esta variável é imprecisa. Portanto, executa-se o princípio de extensão de Zadeh para valores de β variando de 0 a 1, mas com 0,75 sendo o valor com o maior grau de pertinência. Isso indica que 0,75 é a porcentagem aproximada da área de superfície molhada. Qualquer número que se afaste desse valor tem um grau de pertinência menor, indicando que essa porcentagem é inadequada, rara ou que o sistema não está funcionando corretamente. As representações do processo do princípio da extensão de Zadeh são mostradas nas Figuras 1 e 2 para a $T_{a,o}$ e $\omega_{a,o}$, em que x é o número *fuzzy*, f(x) representa a função, (x) é a função de pertinência para o número *fuzzy* e μ(y) é a função de pertinência para os valores de f(x).

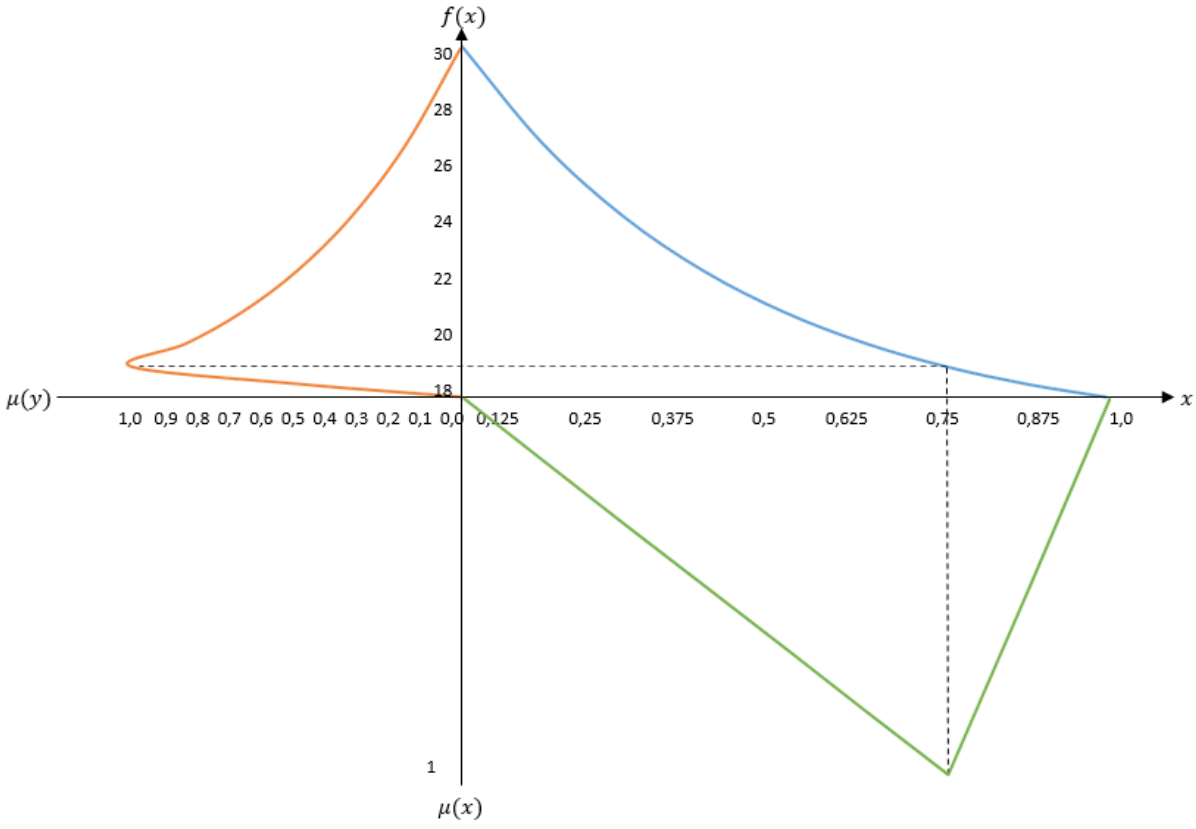


Figura 1. Gráfico do princípio de extensão de Zadeh para a temperatura final do ar.

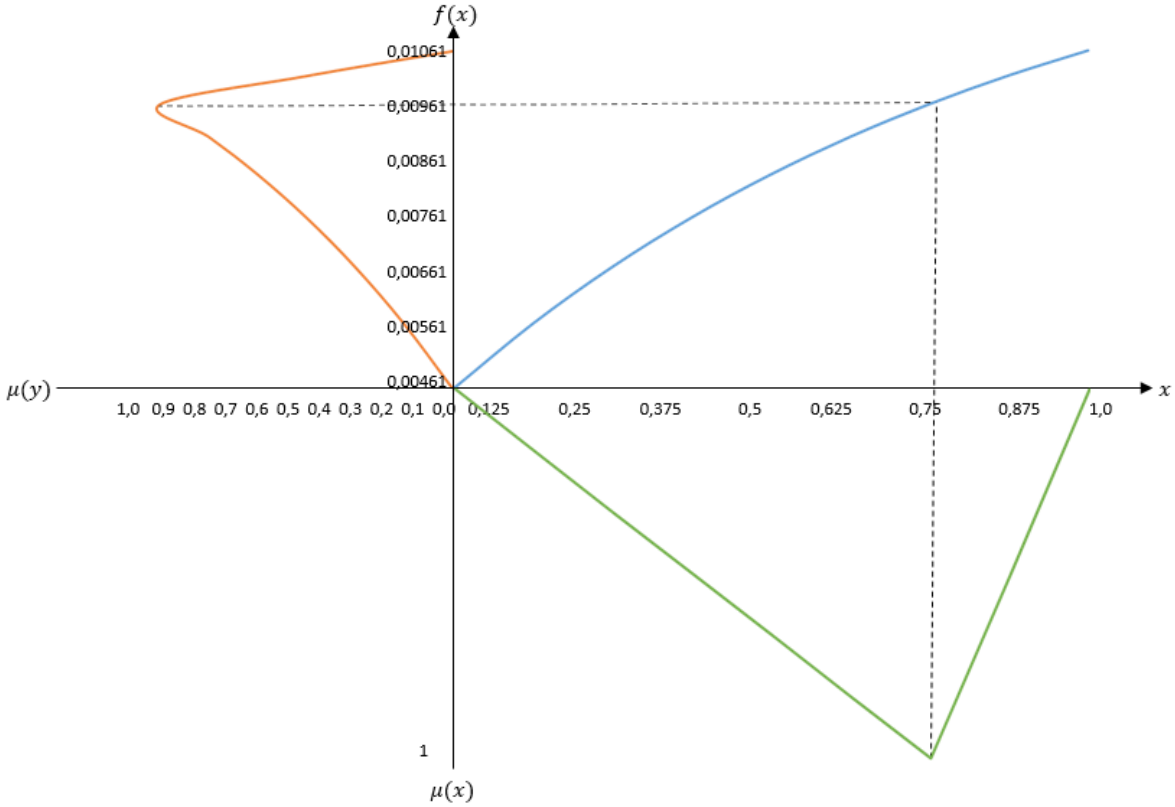


Figura 2. Gráfico do princípio de extensão de Zadeh para razão de umidade final.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, foi possível ampliar o conhecimento teórico e prático do sistema de resfriamento evaporativo utilizando placas porosas úmidas, e desenvolver um modelo que simule seu funcionamento considerando a incerteza envolvida no molhamento das placas através do princípio de extensão de Zadeh.

O software desenvolvido pode ser usado para prever as variáveis de saída envolvidas no processo de resfriamento evaporativo, o que pode ser útil para otimizar e operar sistemas que utilizam esse processo, como em galpões para animais, tal qual aves de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMENDOLA, M.; CASTANHO, M. J.; NÄÄS, I. A.; SOUZA, A. L. Análise matemática de condições de conforto térmico para avicultura usando a teoria dos conjuntos Fuzzy. Biomatemática Brasil, Campinas, v. 14, p. 87-92, 2004.

ARAÚJO, A. G. Estimativa e classificação da compactação do solo pelo tráfego de máquinas agrícolas através da modelagem nebulosa. 2004. 224 p. Tese (Doutorado em Engenharia da Computação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CECCHIN, D.; CAMPOS, A. T.; SCHIASSI, L.; CRUZ, V. M. F.; SOUSA, F. A. Índice fuzzy para o conforto térmico de suínos na fase de crescimento e terminação com base na temperatura superficial e frequência respiratória. Energia na Agricultura, v. 31, n. 4, p. 334-341, 2016.

CHALCO-CANO, Y.; LODWICK, W. A.; BEDE, B. Fuzzy differential equations and Zadeh‟s extension principle. In: ANNUAL MEETING OF THE NORTH AMERICAN, 2011, New York. Proceedings… New York: Fuzzy Information Processing Society, 2011. p. 1-5.

GÓMEZ, C. J.; VELLASCO, M.; TANSCHEIT, R. Controle de um Sistema de Navegação de um Robô Ambiental Híbrido por meio de um Sistema de Inferência Fuzzy Hierárquico. TEMA, v. 19, n. 2, p. 235-253, 2018.

HUANG, H. Some notes on Zadeh‟s extensions. Information Sciences, New York, v. 180, n. 19, p. 3806-3813, 2010.

OLIVEIRA, F. M. Reconhecimento de padrão em pacientes com esclerose sistêmica por sistemas *fuzzy*. 2017. 74 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

POSSELT, E. L.; FROZZA, R.; MOLZ, R. F. INFUZZY: Ferramenta para desenvolvimento de aplicações de sistemas difusos. Revista Brasileira de Computação Aplicada, v. 7, n. 1, p. 42-52, 2015.

ROMÁN-FLORES, H.; CHALCO-CANO, Y.; SILVA, G. N.; KUPKA, J. On turbulent, erratic and other dynamical properties of Zadeh‟s extensions. Chaos, Solitons & Fractals, v. 44, n. 11, p. 990-994, Nov. 2011.

SMITH, S. T.; HANBY, V. I.; HARPHAM, C. A probabilistic analysis of the potential of evaporative cooling systems in a temperate climate. Energy & Buildings, v. 43, n. 2, p. 507-516, 2011.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. Information and Control, Berkeley, v. 8, n. 1, p. 338-353, 1965.

DETERMINAÇÃO DO VOLUME DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE PASSOS-MG

Eberson Silva[1], Manoel Reginaldo Ferreira[2], Thiago Gonçalves da Silva[3], Flavio Alves Damasceno[4], Dian Lourençoni[5], Lorena Jovana Aureliano Santos[6], Osório Gonçalves Aguiar[7]

[1]Universidade do Estado de Minas Gerais/Passos, eberson.silvafespmg@yahoo.com.br, [2]Universidade do Estado de Minas Gerais/Passos, manoel.ferreira@uemg.br, [3]Universidade do Estado de Minas Gerais/Passos, thiago.silva@uemg.br, [4]Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, flavio.damasceno@deg.ufla.br, [5]Universidade Federal do Vale do São Francisco, dian.lourenconi@univasf.edu.br, [6]Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, lorena.agronomia@outlook.com, [7]Universidade do Estado de Minas Gerais/Passos,osorio@construtoraaguiar.eng.br.

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho levantar o índice de volume de resíduos da construção civil no município de Passos-MG. Para tanto, pensa-se em uma melhor gestão de resíduos sólidos e na mudança de postura das populações frente aos problemas que o resíduo impõe às atividades desenvolvidas em meio urbano. Os resíduos da indústria da construção civil, em meio a tantos outros tipos de resíduos provenientes de atividades diversas, são observados como um grande problema para os sistemas de limpeza pública e nesse sentido faz-se imperativo que se estabeleçam ações preventivas de grandes impactos ambientais. Neste trabalho, estimou-se a geração dos resíduos de construção e demolição (RCD) por métodos de quantificação, pois a Resolução 307/2002 faz orientações a respeito da destinação que é dada ao resíduo de construção civil. Conclui-se que a empresa A se destaca com 27.949 m³, em seguida a empresa B registrando 21.279 m³, já a C com 17.282 m³ e a empresa D com apenas 9.911 m³ respectivamente. Conclui-se ainda que se não houver um controle de fiscalização e destino correto desses resíduos nos aterros, os mesmos podem ser descartados de forma inadequada causando impactos visuais na sociedade, contaminação das nascentes, rios e córregos, nos lençóes freáticos e até mesmo contribui com a proliferação de doenças através de animais peçonhentos.
Palavras-chave: volume, resíduos, RCD.

INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações do século XXI é a conservação do meio ambiente, pois se observa que devido ao grande crescimento populacional consequentemente houve também um aumento na quantidade de resíduos gerados pela construção civil. O meio ambiente tem sofrido grandes impactos devido ao descarte inadequado dos resíduos nos cursos d'águas, impactos visuais dos mesmos no meio urbano, servindo como abrigo para

pragas e favorecendo a proliferação de vetores nos recipientes, degradação do solo e contribuindo com a intensificação de enchentes.

ABRELPE (2015) destaca que a uma preocupação em relação à quantidade de resíduos de construção e demolição (RCD) no Brasil, pois os municípios recolhem apenas os resíduos descartados nos locais públicos, em 2014 foi registrado 45 milhões de toneladas de RCD nos municípios, um aumento de 4,1% quando comparado com o ano anterior de 2013.

Enquanto que em 2017 foram gerados 45,66 milhões de toneladas, o descarte irregular desses materiais tem trazido grandes transtornos nas cidades em todo o Brasil com manutenção de infraestrutura de drenagem, por entupimento de galerias e assoreamento de canais aumentando desnecessariamente os custos da administração pública (ABRECON, 2015 & IBGE, 2018).

De acordo com as informações extraídas do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, divulgado anualmente pelo Sistema Nacional de informações sobre Saneamento – SNIS, o Estado de Minas Gerais coletou 2.229.579 toneladas de RCD em 2015, sendo o segundo estado que mais gera resíduos da construção civil (SNIS, 2015).

A resolução CONAMA n° 307/2002, destaca que os resíduos da construção civil classificadas como A e B são os que podem ser reutilizados como ilustra a tabela 1 a seguir, uma das medidas para diminuir os danos causados pela esfera civil é a triagem e reciclagem nos canteiros de obras para diminuir os impactos ambientais e minimizar a extração dos recursos naturais.

Tabela 1. Classificação de resíduos da construção civil e demolição de classe A e B

Classificação	Caracteristicas	Exemplos	Destinação
Classe A	Residuos reutilizáveis ou recicláveis como agregado	Resíduos de obras de infraestrutura, inclusive solos, residuos de componentes cerâmicos, argamassa e concreto.	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregado, ou encaminhados a áreas de aterro de RCD, onde deverá ser dispostos de modo que permitir sua utilização ou reciclagem futura.
Classe B	Resíduos recicláveis para outras destinações	Plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

Diante do exposto objetivou-se com este trabalho determinar o volume de resíduos da construção civil e demolição (RCD), para tomada de decisão do descarte correto visando à preservação do meio ambiente, pois grandes quantidades destes rejeitos não chegam aos aterros sanitários e são ilegalmente depositados em terrenos baldios, comprometendo a paisagem urbana.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração do presente trabalho de RCD, foi realizado coleta de dados em quatro empresas de locação de caçambas na cidade de Passos - Minas Gerais, a mesma está localizada nas coordenadas geográficas de Latitude: 20º 43' 08"S e Longitude: 46º 36' 35"W, essas empresas têm como atividade principal o serviço de transporte e destinação dos resíduos da construção civil. Posteriormente foi realizado um diagnóstico na cidade, envolvendo a caracterização dos RCD, bem como o levantamento dos locais de disposição licenciados.

Para calcular o volume descartado mensal em cada empresa a determinação do volume dos RCD foi através do número de caçambas utilizadas durante o período de janeiro de 2017 a outubro de 2018, foi utilizado o método de movimento de cargas por coletores, conhecido por método direto, que consiste em considerar o volume de RCD coletados por caçambas de prestadores de serviço. A partir da quantidade de coletas realizadas, é possível obter um volume total de coleta em um período de tempo determinado (PINTO et al., 2016). As empresas de locação de caçambas do município são compostas por caçambas que obtém capacidade de três metros cúbicos (3m³) e quatro metros cúbicos (4m³). Após o conhecimento da capacidade das caçambas utilizadas e com todos os dados fornecidos das empresas, estimou-se o volume de resíduos gerados (Equação 1).

$$V_{tc} = N_c . V \quad (01)$$

Onde:

V_{tc} = Volume total de RCC (m^3);

N_c = Número das caçambas utilizadas;

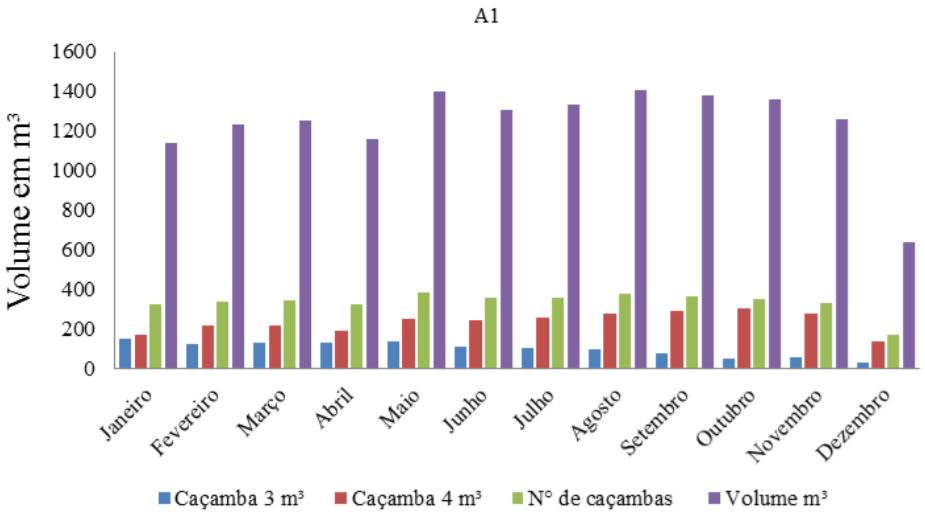
V = Volume das caçambas utilizadas (m^3) e (4m³).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação do volume foi realizada através da equação 01, considerando um período de janeiro de 2017 a outubro de 2018 com caçambas de 3 m³ e 4 m³ recolhidas mensalmente. Em visitas in loco no local onde se encontra esses rejeitos, foi observado que grande parte do material descartado poderia ser reaproveitada.

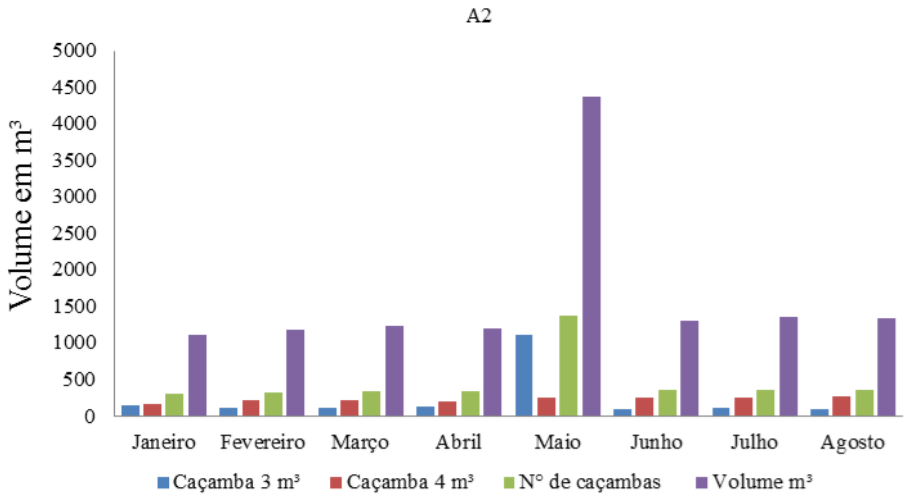
Empresa A

O gráfico A1 abaixo mostra a quantidade de caçambas alugadas no decorrer do ano de 2017, através do mesmo, pode-se observar que nesses doze meses foram recolhidos um volume anual de 14.869 m³ de resíduos da construção civil e demolição (RCD). Em 2018 o gráfico A2 apresenta um volume anual de 13.080 m³ no período de janeiro a agosto do mesmo ano, destacando-se o mês de maio com volume de 4.366 m³ de RCD.



Fonte: Dados Fornecidos pela empresa A

Gráfico 1. Quantidade e volume de caçambas na empresa A em 2017

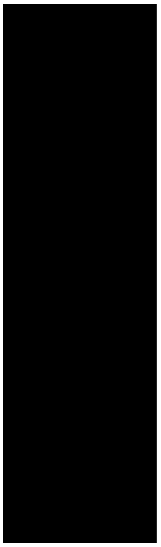


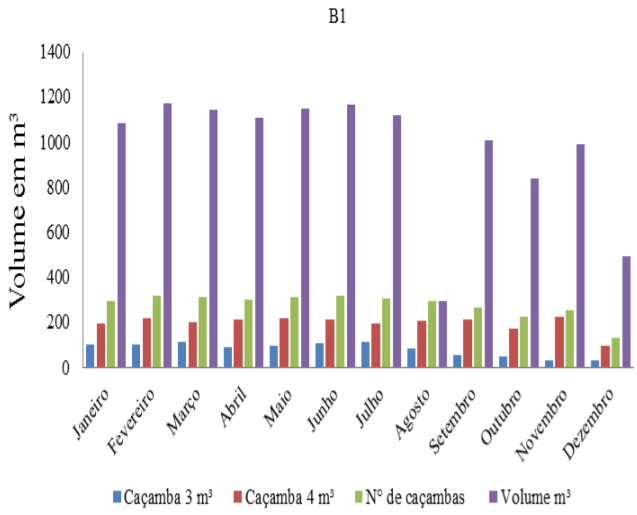
Fonte: Dados Fornecidos pela empresa A

Gráfico 2. Quantidade e volume de caçambas na empresa A em 2018

Empresa B

As informações disponíveis pela empresa B estão expressas no gráfico B1 a seguir, o mesmo destaca que em 2017 foi recolhido e armazenado no aterro licenciado 12.370 m³ de RCD, apresentando um maior volume em fevereiro com 1.173 m³ e um menor volume em dezembro de 491 m³, esse decréscimo pode ter ocorrido por ser período de chuva no município de Passos-MG.

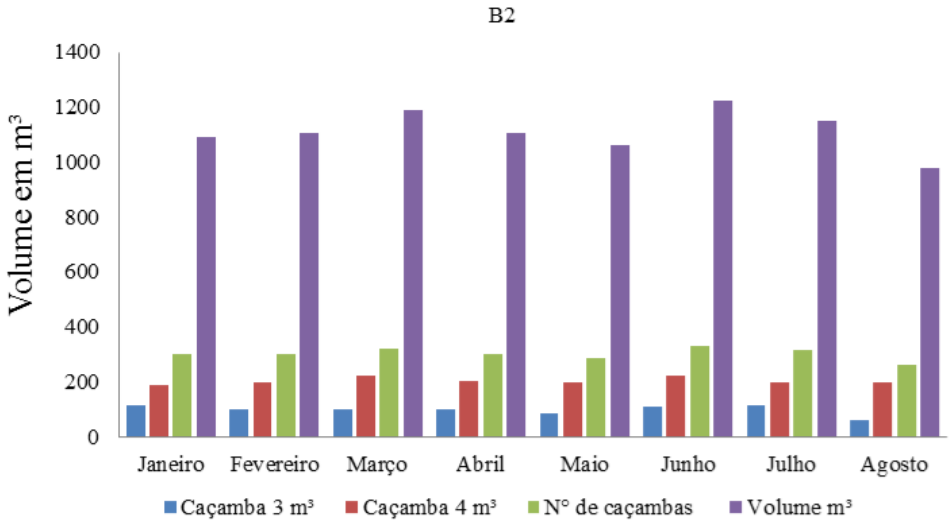




Fonte: Dados Fornecidos pela empresa B

Gráfico 4. Quantidade e volume de caçambas na empresa B em 2017

No entanto, as informações coletadas em 2018 mostra que um volume total de 8.909 m³, com maior locação de caçambas no mês de junho com volume na ordem de 1.222 m³ e com menor demanda no mês de agosto registrando um volume de 981 m³ como ilustra o gráfico 05 da empresa B2 abaixo.

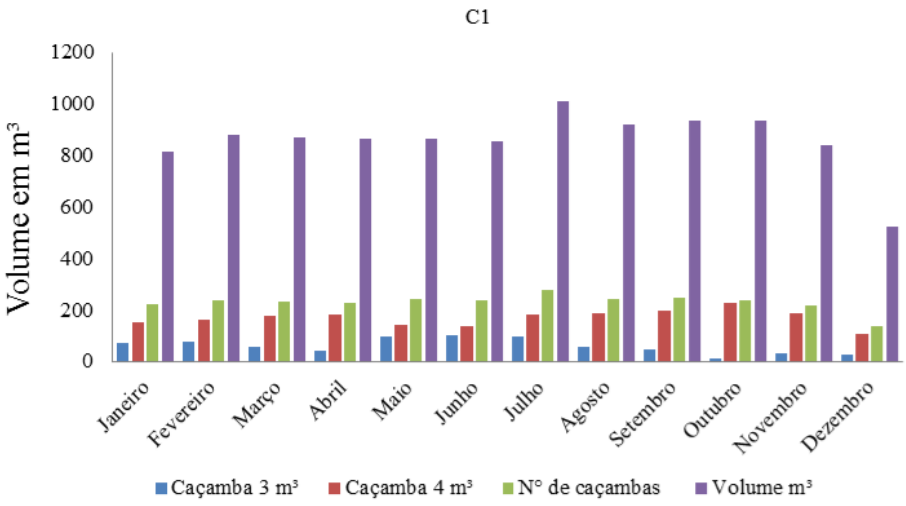


Fonte: Dados Fornecidos pela empresa B

Gráfico 5. Quantidade e volume de caçambas na empresa B em 2018

Empresa C

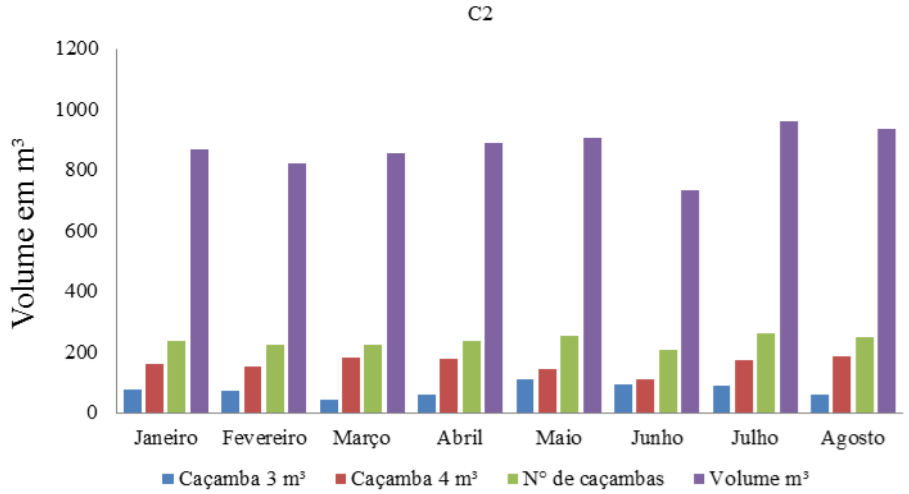
A quantidade de volume total de RCD recolhida pela empresa C em 2017 na cidade de Passos-MG foi de 10.312 m³, porém o volume menor recolhido foi no mês de dezembro com 523 m³, já o melhor mês de aluguel de caçambas foi em julho com 1.012 m³ respectivamente destacado no gráfico 06 a seguir.



Fonte: Dados Fornecidos pela empresa C

Gráfico 6. Quantidade e volume de caçambas na empresa C em 2017

Ao analisar o gráfico C 2 abaixo, verificou-se que, o mês de junho gerou o menor volume de resíduos, um total de 733m³, enquanto que o mês de julho registou-se 962 m³ o volume total referente a empresa C é de 6.970 m³ de RCD.

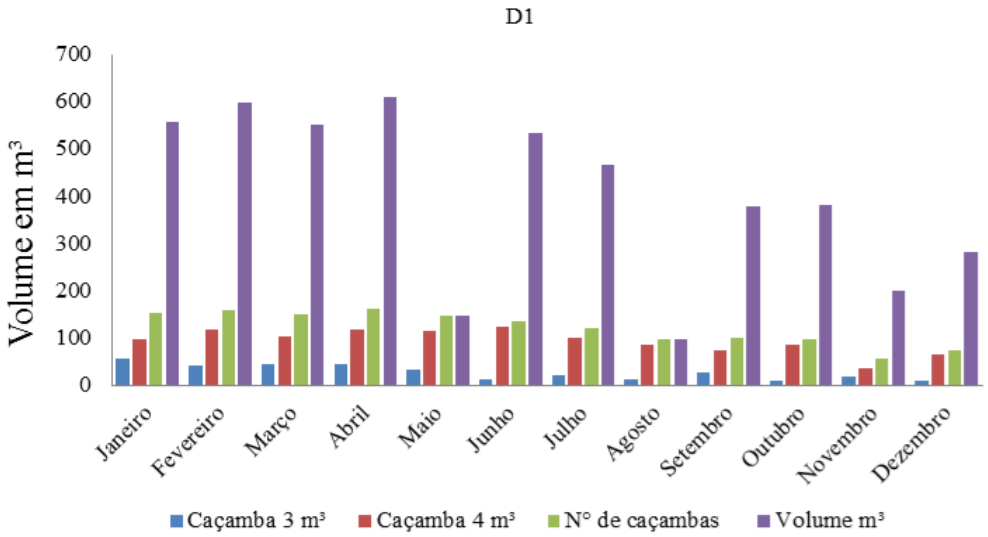


Fonte: Dados Fornecidos pela empresa C

Gráfico 7 - Quantidade e volume de caçambas na empresa C em 2018

Empresa D

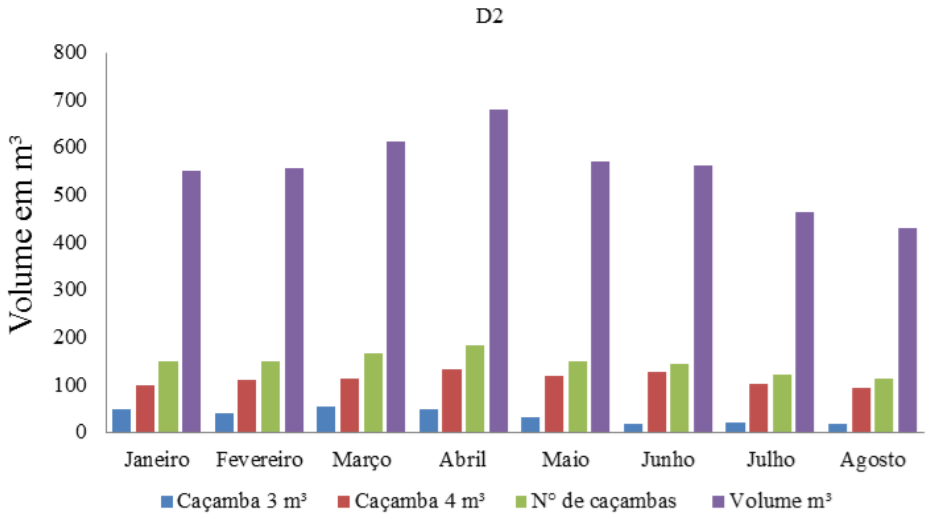
As informações fornecidas pela empresa D nos anos de 2017 e 2018 destaca que a partir do mês de julho começa a diminuir o volume de RCD para ambos os anos como ilustra os gráficos 08 e 09 abaixo nesse trabalho. Conforme é disponibilizado a seguir, o volume total de RCD para 2017 e 2018 é 5.490 m³ e 4.421 m³ respectivamente.



Fonte: Dados Fornecidos pela empresa D

Gráfico 8. Quantidade e volume de caçambas na empresa D em 2017

 ISBN: 978-85-66836-24-0



Fonte: Dados Fornecidos pela empresa D

Gráfico 9. Quantidade e volume de caçambas na empresa D em 2018

Visitas realizadas nos locais de descarte comprova que grande parte deste material tem possibilidade de ser reciclado, ajudando a mitigar impactos ao meio ambiente.

Verifica-se também que no período de dezembro, o volume de RCD sofre uma diminuição, fator que se pode justificar pelo período de chuva que ajuda a reduzir significativamente as construções e reformas.

Conforme os dados ilustrados nesta pesquisa, foi observado que a quantidade de RCD no município independente da crise que atingiu todo o Brasil causando a diminuição de reformas e novas obras, não causou grandes impactos na geração de RCD, sendo assim, através das informações fornecidas pelas empresas pode-se concluir que a quantidade de RCD gerado em oito meses de 2018 é muito maior do que os doze meses do ano de 2017.

Os RCDs gerem grandes volumes e consequentemente uma demanda grande de áreas cada vez maiores para sua disposição, não é incomum percorrer as diversas regiões da cidade e deparar-se com alguns “bota-foras” clandestinos ou terreno vazio em que o entulho, móveis velhos, dentre outros resíduos, façam parte da paisagem, grande parte desses resíduos que são gerados no município de Passos tem possibilidade de serem reciclados auxiliando assim a diminuir a demanda por áreas de disposição de RCD.

CONCLUSÃO

Conclui-se que se não houver um controle de fiscalização e destino correto desses resíduos nos aterros, os mesmos podem ser descartados de forma inadequada causando impactos visuais na sociedade, contaminação das nascentes, rios e córregos, nos lençóes freáticos e proliferação de doenças através de animais peçonhentos.

Conclui-se ainda que os resíduos da construção civil e demolição podem ser recicláveis através da produção de pavers para calçadas e concretagens de quintal de casas, pois não sofrerão grandes impactos, considerando que os resíduos já sofreram alterações perdendo resistência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil. Pesquisa Setorial 2014/2015. Disponível em: https://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/. Acesso em 08 de agosto 2018.

ABRELPE – Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015. Disponível em: Acesso em: 01 de agosto 2018.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n º 307, de 05 de julho de 2002: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBINETE - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 307, de 5 de Julho de 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da população. Disponível em https://www.ibge.gov.br/: Acessado em 01 de agosto 2018.

PINTO, Gilberto F.J.; LOPES DE MELO, Eusileide S.R.; NOTARO, Krystal de Alcantara. Geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Métodos de Cálculo. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Campina Grande/PB, n. 5, 2016.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico de Resíduos Sólidos Urbanos, 2015. Disponível em: http://www.snis.gov.br/diagnosticoresiduos-solidos/diagnostico-rs-2015. Acessado em 01 de Agosto 2018.

ANÁLISE DA EMISSÃO DE CALOR ENTRE AS LÂMPADAS INCANDESCENTE E HALÓGENA

Carla Teresa Silva dos Reis[1], Giselle Borges de Moura[2], Jaqueline de Oliveira Castro[3], João Levi Bastos Fernandes[4]

[1]Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras. carlatreis@outlook.com
[2]Universidade Federal de Lavras. giselle.moura@deg.ufla.br
[3]Universidade Federal de Lavras. jaqueline.castro@deg.ufla.br
[4]Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras. joao.fernandes@deg.ufla.br

RESUMO – Foi avaliada a emissão de calor de dois tipos de lâmpadas, incandescente e halógena, a fim de compará-las com a emissão de calor de aves que estão entre a sexta e sétima semana de vida, de modo a sugerir um método alternativo à experimentação animal no setor avícola. Para a realização do experimento, foram construídos modelos instrumentados que possibilitaram uma comparação entre ambos os tipos de lâmpadas e suas respectivas trocas de calor com o ambiente no qual se encontram. Foram utilizadas dez lâmpadas para cada modelo, considerando cada par de lâmpadas como uma repetição. A coleta dos dados foi realizada no período de 14 a 23 de janeiro de 2019, utilizando *data loggers*. Observou-se, portanto, que pode ser feita uma equivalência entre a quantidade de aves e a quantidade de lâmpadas por m^2. Além disso, o uso de lâmpadas halógenas em substituição às lâmpadas incandescentes torna-se viável, já que a energia irradiada por elas é próxima e a diferença do número de lâmpadas é pequena.
Palavras-chave: eficiência térmica, frango de corte, produção de calor.

INTRODUÇÃO

A experimentação animal refere-se ao estudo em animais, a fim de se obter maior conhecimento acerca deles próprios e possíveis aplicações na sua saúde e bem-estar (PAIXÃO, 2001). De uma forma geral, qualquer animal pode ser utilizado em experimentos, porém, será escolhido de acordo com a especificidade do estudo (ANDRADE *et al*., 2002).

No Brasil, a Lei nº 11.794/08 que determina exigências para uso científico de animais em ensino e pesquisa, também estabelece que a fiscalização das atividades por ela reguladas fica a cargo dos órgãos dos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, da Saúde, da Educação, da Ciência e Tecnologia e do Meio ambiente, nas respectivas áreas de competência (MOTA, 2018).

Além disso, a Resolução Normativa nº 36, de 5 de outubro de 2017, estabelece um prazo de 120 dias para as instituições que produzem, mantêm ou utilizam animais em

ensino ou pesquisa científica se cadastrarem na nova plataforma, instituída pela Portaria MCTIC nº 5861, de, de 3 de outubro de 2017, permitindo uma aproximação da quantidade de cobaias utilizadas no país.

Segundo PAIXÃO (2001), existe a tendência de o número de animais utilizados em experimentos diminuir gradativamente. Para ele, isso se deve à substituição dos métodos tradicionais por culturas *in vitro*; à melhora da qualidade dos animais de laboratório e a consequente redução da quantidade utilizada; ao fato de que os experimentos com animais se tornaram onerosos e, portanto, evitados; e, por fim, à aversão entre ativistas e a comunidade científica.

Neste sentido, a implementação de métodos alternativos apresenta-se como uma solução viável e moralmente justificada, possibilitando uma postura ética em relação à vida animal (ALVES, 2004).

Como forma alternativa à experimentação com aves no setor agrícola, o trabalho propõe testar dois tipos de lâmpadas disponíveis no mercado, a fim de se analisar a emissão de calor para cada modelo, e, posteriormente, compará-las com a emissão de calor de aves que estão entre a sexta e sétima semana de vida.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os dias 14 a 23 de janeiro de 2019 em laboratório, localizado no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Brasil, sob condições ambientais controladas.

Foram construídas cinco caixas retangulares em madeira (MDF), revestidas com laminado melamínico (fórmica) na cor branca, e dimensões internas de 37 cm de largura, 27 cm de profundidade e 46 cm de altura. Quatro delas foram adaptadas com bocais em sua parte inferior interna, para instalação das lâmpadas de teste, e interruptores na parte externa. Uma quinta caixa foi disposta apenas para método de controle. No centro geométrico de cada caixa, foi posicionado um *data logger* (U12-013, HOBO, Bourne, MA, USA) para coleta dos dados. Na Figura 1 é mostrado o modelo esquemático dos protótipos.

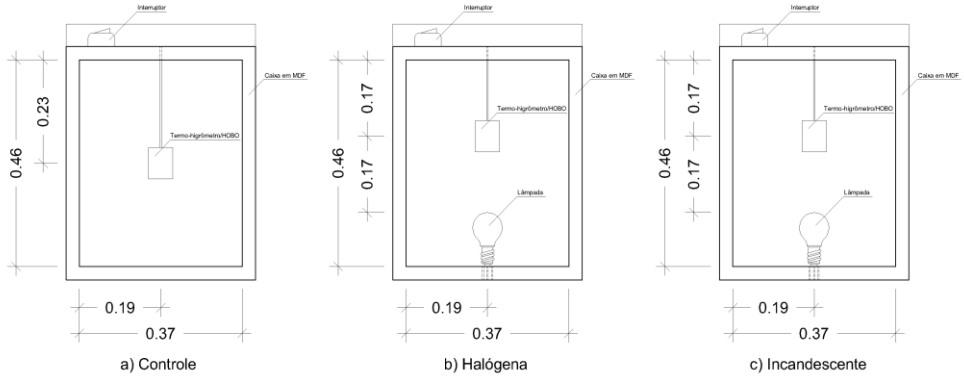


Figura 1. Modelo esquemático dos protótipos.

Foram utilizadas dez lâmpadas incandescentes de 60 W da marca OSRAM de 127 V e; dez lâmpadas halógenas de 42 W da marca OUROLUX de 127 V. A escolha das lâmpadas foi realizada com base em sua equivalência de brilho, o que permitiu comparações em um mesmo nível.

Em seguida, estabeleceu-se que a coleta dos dados seria feita em etapas (dias de coleta). Os dados foram coletados de hora em hora, intercalando 24h de coleta e 24h de intervalo. O período de coleta foi das 11h do dia inicial às 11h do dia seguinte, realizou-se um intervalo de 24h e, após o intervalo, reiniciava-se o período de coletas. Os intervalos de 24h entre as coletas permitiu que as caixas retornassem a temperatura ambiente, necessária para o início da próxima coleta.

Além dos cinco *data loggers* posicionados dentro das caixas, haviam mais dois, um posicionado dentro e outro fora do laboratório. Para os dispositivos internos ao laboratório a coleta foi feita a cada minuto, enquanto o dispositivo externo ao laboratório foi programado para coletar dados a cada 30 segundos.

As variáveis coletadas foram temperatura e umidade relativa, e foi calculada a radiação emitida pelas lâmpadas.

A equação que melhor descreve a radiação emitida por um corpo é expressa como:

$$P = e\sigma AT^4$$

Esta é a Lei de Stefan Boltzmann, que demonstra que a taxa de perda térmica por unidade de área é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta, na qual $\sigma\sigma$ é a constante de Stefan-Boltzmann de valor $5{,}67 \cdot 10^{-8}5{,}67 \cdot 10^{-8}$ W m^{-2} K^4.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições. Os dados foram analisados utilizando o programa de análise estatística e planejamento de experimentos (SISVAR), aplicando o Teste de Tukey 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura do ar no laboratório variou entre 21,4 ºC e 25,3 ºC e a umidade relativa média foi de 51%. Externamente ao laboratório, as temperaturas máxima e mínima foram, 35,0 ºC e 20,0 ºC para a temperatura do ar, respectivamente, e a média da umidade relativa foi de 60,2 % (Figura 2).

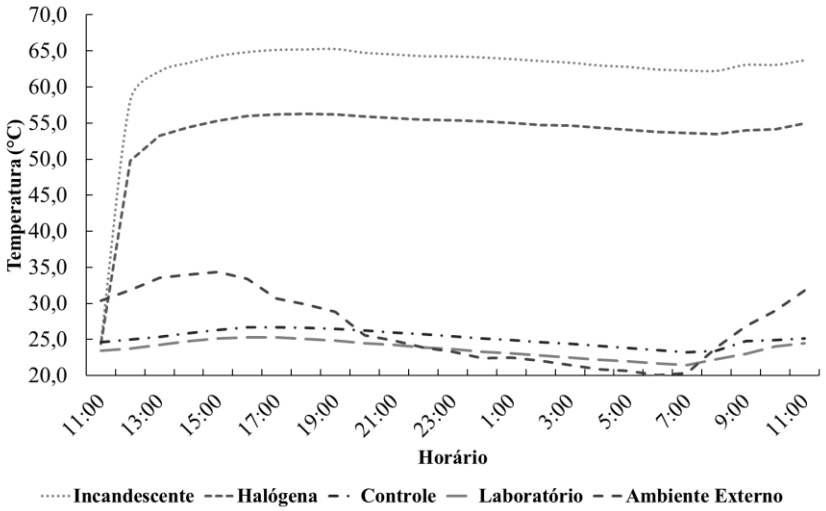
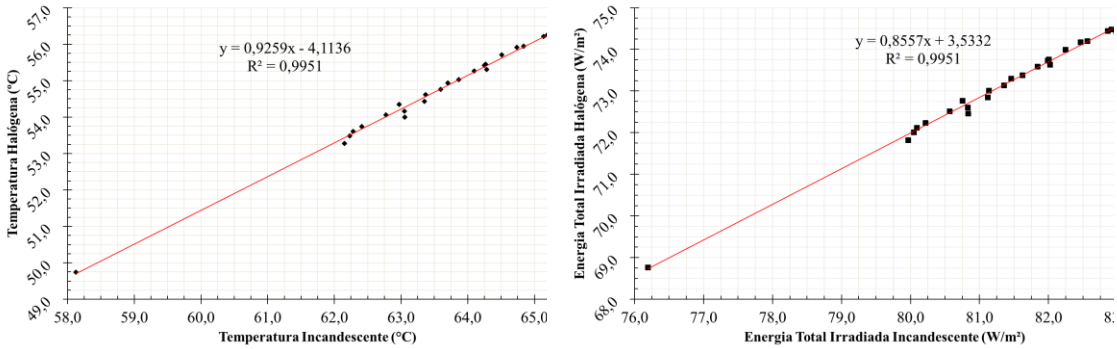


Figura 2. Comportamento das temperaturas ambientais (laboratório e ambiente externo) e dos tratamentos (lâmpada incandescente, lâmpada halógena e controle).

Foi observado que as temperaturas das lâmpadas incandescente e halógena apresentaram diferença significativa entre si ($P < 0,05$). Neste sentido, a emissão de calor dos dois tipos de lâmpada também variou.

Para a lâmpada incandescente a temperatura variou entre 24,6 ºC e 65,3 ºC, enquanto a variação de temperatura da lâmpada halógena se manteve entre 24,4 ºC e 56,3 ºC. O tratamento controle apresentou temperatura média de 25,2 ºC. Além disso, observou-se que a temperatura das lâmpadas incandescentes se estabilizava em 63,0 ºC ± 2,6 ºC em aproximadamente 1 h; o mesmo acontecia para as lâmpadas halógenas à temperatura de 54,3 ºC ± 2,6 ºC.

A análise de regressão dos dados mostrou que a temperatura das lâmpadas e a energia total irradiada por elas aumentou linearmente (R^2 = 0,995) da primeira hora até a 24ª hora (Figuras 3a e 3b).



a b

Figura 3. Correlação das temperaturas das lâmpadas incandescente e halógena, em °C (a) e correlação da energia total irradiada pelas lâmpadas incandescente e halógena, em W m^{-2} (b).

As médias da energia total irradiada pelas lâmpadas incandescente e halógena no período de 24 h foram, respectivamente, 80,8 W m^{-2} e 72,4 W m^{-2}, calculadas através da Lei de Stefan Boltzmann.

De acordo com Hellickson e Walker (1983), uma ave de 2100 g emite, aproximadamente, 20 W de energia, considerando 12 aves m^{-2}, tem-se 240 W m^{-2}.

Segundo a Cobb (2018), o peso médio de aves da linhagem *Metric Cob500*™ aos 42 dias de vida é de 2952 g e aos 49 dias é de 3617 g. Neste sentido, uma ave em sua sexta semana de vida emite 28,1 W e uma ave em sua sétima semana emite 34,4 W. Portanto, em 1 m^2, tem-se, 337,2 W e 412,8 W, respectivamente, para ambos os tempos de criação.

Desse modo, são necessárias 4,2 lâmpadas incandescentes ou 4,7 lâmpadas halógenas para substituir 12 aves na sexta semana e; 5,1 lâmpadas incandescentes ou 5,7 lâmpadas halógenas para substituir 12 aves na sétima semana.

CONCLUSÃO

A utilização de lâmpadas como método alternativo a experimentação com aves mostrou-se possível, uma vez que a quantidade de energia irradiada por elas é significativa, podendo ser feita uma equivalência entre a quantidade de aves e a

quantidade de lâmpadas por m^2. Além disso, torna-se viável a substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas halógenas, tendo em vista que a energia irradiada por elas é próxima, e se tratando de quantidade de lâmpadas, apresentam diferença menor do que uma unidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento do projeto de pesquisa processo n° 462095/2014/2 e pela bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.F. Métodos Alternativos ao Uso de Animais na Docência. Textos sobre Bioética, Rio Grande do Sul, 10 ago. 2004. Acesso em: 4 set. 2004. Disponível em: http://www.geocities.yahoo.com.br/elnamugrabi/bioetica.htm.

ANDRADE, A.; PINTO, S.C; OLIVEIRA, R.S. (orgs). Animais de Laboratório: Criação e Experimentação. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002. 385 p.
ANTUNES, L. C. S. Radiação de corpo negro: lei de Stefan-Boltzmann, lei do deslocamento de Wien. 2012. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física e Química no 3º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2012.

COBB-VANTRESS. 2018. Broiler Performance e Nutrition Supplement. Acesso em: 14 janeiro 2019. Disponível em: https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/70dec630-0abf-11e9-9c88-c51e407c53ab.

HELLICKSON, M. A.; WALKER, J. N. Ventilation of Agricultural Structures. St. Joseph: ASABE, 1983, 23p. (Monograph, 6).

MOTA, Karine Alves Gonçalves. Experimentação animal no Brasil: uma abordagem normativa acerca da criação, manutenção e pesquisa com animais. 2018. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear - Aplicações) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, University of São Paulo, São Paulo, 2018.

PAIXÃO, R.L. Experimentação Animal: razões e emoções para uma ética. Rio de Janeiro, 2001.189 p. Dissertação (Doutorado em Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, 2001.

INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DA ÁGUA DE ASPERSÃO EM PLACAS POROSAS UMEDECIDAS DE CELULOSE EM UM PROTÓTIPO DE AVIÁRIO

Giselle Borges de Moura[1], João Levi Bastos Fernandes[2], Tadayuki Yanagi Júnior[3], Jaqueline de Oliveira Castro[4], Júlio César Silva[5]

[1]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, MG. giselle.moura@dea.ufla.br
[2]Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG. joao.fernades@deg.ufla.br
[3]Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, MG. yanagi@deg.ufla.br
[4]Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG. jaqueline.castro@deg.ufla.br
[5]Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, MG. julio.silva@deg.ufla.br

RESUMO - O controle térmico no interior de aviários comerciais é um problema que tem demandado diversas pesquisas devido a necessidade de se ofertar ambiente térmico adequado às aves. Diante deste contexto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a eficiência do resfriamento da água utilizada para a aspersão de uma placa porosa de celulose em um protótipo de aviário dark house construído com chapas de madeira compensada. Para obtenção das variáveia ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) foram utilizados sensores com data loggers (HOBO, U12-012, Onset) com precisão de ±0,35°C. Os dados foram registrados a 5 minutos e armazenados. Pode-se observar que as maiores variações são vistas na região 2, mais próximas a placa de celulose, e entre as temperaturas de água de aspersão da placa as maiores variações foram obtidas com 5°C, onde a variação média foi de 9,59 ºC. Os resultados apontaram que houve uma positiva variação da temperatura quando do resfriamento da água, onde foram registradas as maiores variações da temperatura. Concluiu-se que a temperatura, a umidade e consequentemente os índices de conforto térmico (ITU e Entalpia), estão diretamente relacionados à velocidade de exaustão, assim como estão relacionados à temperatura da água de aspersão da placa evaporativa. Assim, quanto menor for temperatura da água mais complexo será o controle dos índices de conforto ambiental.
Palavras-chave: Aviário, climatização, água gelada.

INTRODUÇÃO

O controle térmico no interior de aviários comerciais é um problema que tem demandado diversas pesquisas, uma vez que, a oferta de ambiente térmico adequado às aves propicia melhores condições de bem-estar, resultando em melhores índices produtivos. O monitoramento da temperatura do ar, umidade relativa do ar e outras variáveis são essenciais para a criação de aves, entretanto, estas variáveis são de difícil controle, principalmente em regiões onde o clima é bastante severo, com registro de altas temperaturas do ar em boa parte do ano.

Dentre todos os fatores físicos ambientais, a temperatura do ar é a que mais afeta as aves, por comprometer a manutenção da homeotermia. Desta forma, para expressar seu máximo potencial de produção, estes animais necessitam de um ambiente adequado (KLEIN, 2016).

Para Furlan et al. (2001), o ambiente onde o animal se encontra, além do fator nutricional, pode influenciar seu desempenho. Contudo, segundo Marchini et al. (2007), apesar de muitos estudos sobre os efeitos do estresse por calor sobre a fisiologia das aves serem realizados sob temperaturas ambientes elevadas constantes, as condições naturais reais não expressam estas condições, pois é registrada uma grande variação de temperatura do ar no decorrer do dia.

Avaliando a eficiência no resfriamento de laranja Valência, Teruel (2001) verificou que o uso da água gelada no sistema de resfriamento gera uma grande interferência no tempo de resfriamento dos frutos, chegando a ser oito vezes menor que o sistema convencional, sem uso de ventilação e três vezes menor que com ar forçado. Diante deste contexto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a eficiência do resfriamento da água utilizada para aspersão de uma placa porosa de celulose em um protótipo construído em escala reduzida distorcida que representa um modelo comercial do tipo *dark-house*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na cidade de Lavras – MG (21º13’45.28’S de latitude; 44º58’32.85’’ O de longitude; e 918 m de altitude), em agosto de 2018, em um protótipo de galpão do tipo *dark house* em escala reduzida distorcida.

O protótipo foi construído em chapa de madeira compensada e possui dimensões de 6 m de comprimento, 1 m de largura e altura de 1 m. Em uma de suas faces foi instalado um exaustor de 40 cm de diâmetro com rotação aproximada de 1600 rpm e vazão de 4200 m^3/h e na outra uma placa porosa umedecida de celulose, com 1 m^2 de área. Nas proximidades foi montado um sistema para resfriamento da água por gás (compressor e condensador). A temperatura da água foi reduzida por um sistema de resfriamento que consta de um compressor hermético, um condensador de ar, uma caixa térmica (550 x 500 x 280 mm) com 77 litros e uma bomba. Através desta bomba elétrica de 1/2 CV de potência, a água foi elevada até a parte superior da placa de celulose. A figuras 1 ilustra as características construtivas do protótipo utilizado como modelo neste trabalho.

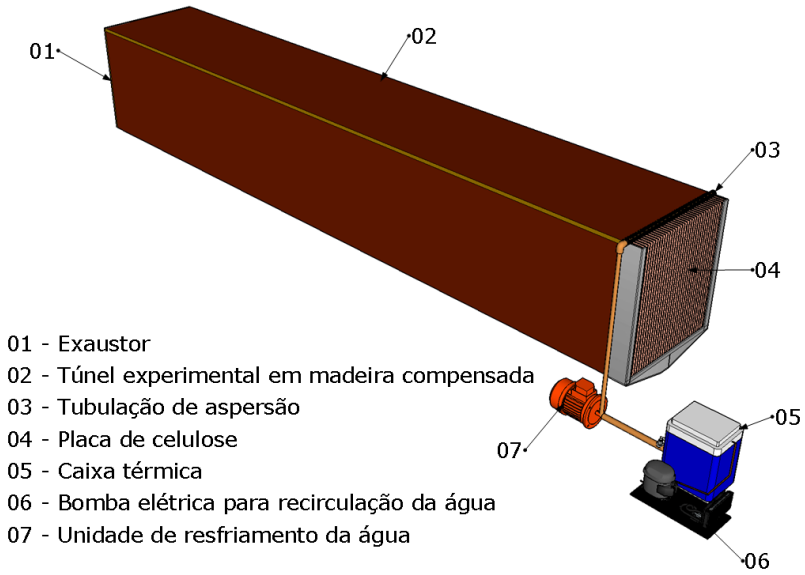


Figura 1. Esquema de montagem do modelo físico em escala reduzida de um aviário do tipo *dark-house*.

Medição e instrumentação

Foram testadas três temperaturas da água (5, 10 e 15 °C) e também sem água no resfriamento da placa. Também foram testadas três velocidades do ar no exaustor (0,2 , 0,5 e 0,7 $m.s^{-1}$). Os testes foram nas seguintes combinações conforme tabela 01.

Tabela 1. Combinações de tempertatura da água utilizada na aspersão da placa de celulose e velocidade de exaustão do ar utilizadas

Temperatura da água (°C)	Velocidade de exaustão do ar ($m.s^{-1}$)
5	0,2
	0,5
	0,7
10	0,2
	0,5
	0,7
15	0,2
	0,5
	0,7
Sem água	0,2
	0,5
	0,7

No centro geométrico do protótipo foi instalado um termostato digital full gauge modelo TIC-17RGTi. Através deste equipamento se fazia a programação da temperatura dentro do protótipo, onde foram inseridos para todas as combinações a mesma

configuração, sendo 17° C a ser atingido e um diferencial térmico de 18°C. Logo a temperatura máxima no controlador para que o sistema de resfriamento fosse acionado foi fixada em 35°C para todos os testes em todas as combinações. A temperatura mínima na qual o resfriamento iria desligar foi de 17°C (set point do controlador) e o diferencial adotado para o sistema foi de 18 °C, assim sendo o sistema sempre começava o resfriamento em 35°C.

Da mesma forma para controle do resfriamento da água um mesmo termostato foi utilizado, com resolução de 0,1 °C (entre -10 e 100 °C) e 1°C no restante da faixa, este equipamento pode fazer o controle de temperaturas entre -50 a 105 °C.

Para aquecimento deste túnel de madeira compensada foram utilizados dois aquecedores com potência de 1.500 W cada, que foram distribuídos de forma proporcional dentro do túnel a fim de aquecer todas as regiões por igual. Em um teste prévio, após 30 minutos, foi possível atingir uma temperatura de 38°C com o funcionamento destes aquecedores dentro do protótipo em questão. O experimento foi realizado dentro de um laboratório, portanto em um ambiente externo controlado, com temperatura média de 20,51°C ±1,5°C e umidade média de 80,20% ±4,0%.

Para aquisição dos dados de temperatura e umidade foram instalados no mesmo período de estudo três sensores/data loggers da marca *Onset*, sensores estes do modelo U12-012, com precisão de +/-0,35°C, que registraram e arquivaram a cada 5 minutos a temperatura interna do ambiente estudado. Estes sensores foram instalados no centro geométrico de cada região, regiões 02, 03 e 04, a uma distância transversal das faces leste e oeste de 0,75 m e a uma distância de 1,5 m entre eles (figura 1). Desta forma ficaram localizados a uma altura de aproximadamente 0,50 m do piso.

Durante a realização do experimento, foram registradas temperaturas máxima superiores a 33 °C, temperaturas estas bem superiores a 26 °C, considera como limite superior de conforto para frangos de corte. (Baêta & Souza, 1997; Tinôco, 2004).

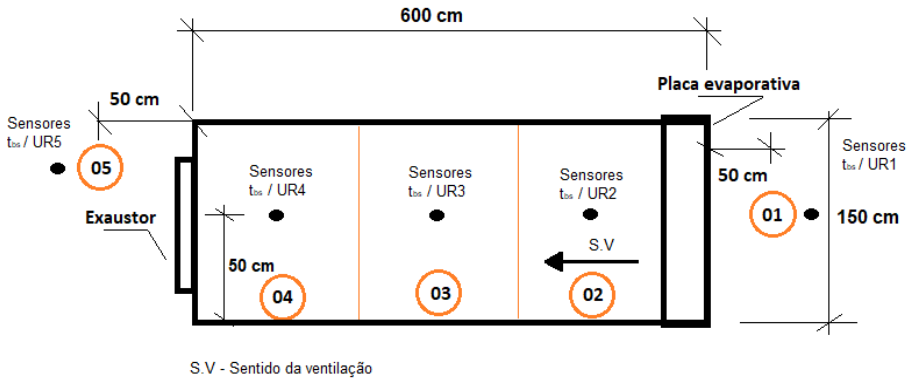


Figura 2. Esquema de divisão da distribuição dos sensores / registradores para coleta de dados.

Também foram instalado externamente, a 50 cm das faces que continham o exaustor e a placa de celulose, dois destes mesmos sensores, que registraram a temperatura e a umidade nas regiões 01 e 05. Especificamente na região 01, foi ulizado um canal externo deste mesmo data logger, onde um sensor foi inserido dentro do reservatório, registrando portanto, a cada 5 minutos a temperatura da água que foi utilizada para aspersão na placa de celulose. Após realizado todo o experimento com as temperaturas de 5 °C, 10 °C e 15° C inseridas no controlador para o resfriamento da água a ser utilizada na aspersão da placa de celulose, como média de todas as temperaturas aquisitadas pelo sensor 01, foram encontrados 6,79 °C, 10,61 °C e 15,19 ° C respectivamente.

Diante disso foram calculados o índice de temperatura e umidade (ITU) a partir do modelo imposto por THOM (1959), conforme equação (1), e a entalpia específica do ar, proposta por Albright (1990) e adaptada por Rodrigues et al. (2011), equação (2).

$$ITU = (0{,}8 \times TA + (UR/100) \times (TA-14{,}4) + 46{,}4) \quad (1)$$

Em que:
TA = temperatura do ar °C
UR = umidade relativa do ar (%)

$$h = 1{,}006.t + \frac{UR}{p_B}.10^{\left(\frac{7{,}5.t}{237{,}3+t}\right)}.(71{,}28+0{,}052.t) \quad (2)$$

em que:
t = temperatura de bulbo seco, ºC
UR = umidade relativa do ar, %
p_B = pressão barométrica local, mmHg

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3 apresenta a média dos três sensores instalados dentro do túnel de madeira compensada, quanto a variação de temperatura em cada região de acordo com a temperatura de aspersão da placa de celulose. Pode-se observar que as maiores variações são vistas na região 2, mais próximas a placa de celulose, e entre as temperaturas de água de aspersão da placa as maiores variações foram obtidas com 5°C, onde a variação média foi de 9,59 ºC, considerando todas as velocidades de exaustão. Especificamente para cada velocidade, obteve-se variações de 11,74 °C, 9,34°C e 7,69 °C para velocidades de 0,2 m s^{-1}, 0,5 m s^{-1} e 0,7 m s^{-1} respectivamente. De acordo com Damasceno (2010), em um experimento para avaliar o bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados, temperaturas na região 2, também foram estatisticamente menores que as regiões 3 e 4.

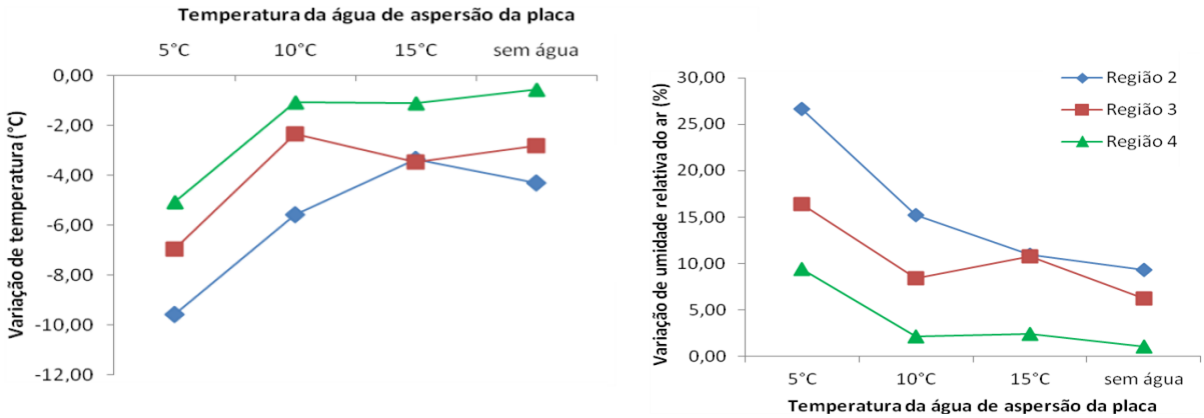


Figura 3. Média das variações de temperatura e umidade em todas as velocidades de exaustão por cada região e temperatura da água.

Agora tendo como parâmetro a umidade ainda na figura 3 podemos observar que a variação de temperatura e umidade seguiram o mesmo padrão, inclusive entre as regiões, pois assim como a variação de temperatura, a maior variação de umidade foi observada na região 2 e com a temperatura de aspersão da placa de 5 °C, que chegou no máximo de 26,69 %.

Quando analisamos este mesmo coeficente de variação tempo como parâmetro a velocidade de exaustão, temos que em média maiores velocidades nos forneceram maiores variações, logo a variação máxima também ocorreu tendo a água em sua menor

temperatura e as velocidades de exaustão de 0,5 e 0,7 m.s^{-1} praticamente mantiveram a mesma variação sendo a máxima de 8,17 e 7,70 °C respectivamente. (figura 4). Quanto a umidade as maiores variações também aconteceram tendo a temperatura da água de aspersão da placa a 5 °C, contudo tais variações neste caso foram atipicas, umas vez que maiores variações máximas de 21,94 % foram observadas a 5 m.s^{-1}, mantendo uma grande distância para a velocidade superior de 0,7 m.s^{-1} que chegou ao máximo de 16,27 % muito próximo de 0,2 m.s^{-1} que foi de 14,28 %. (figura 4).

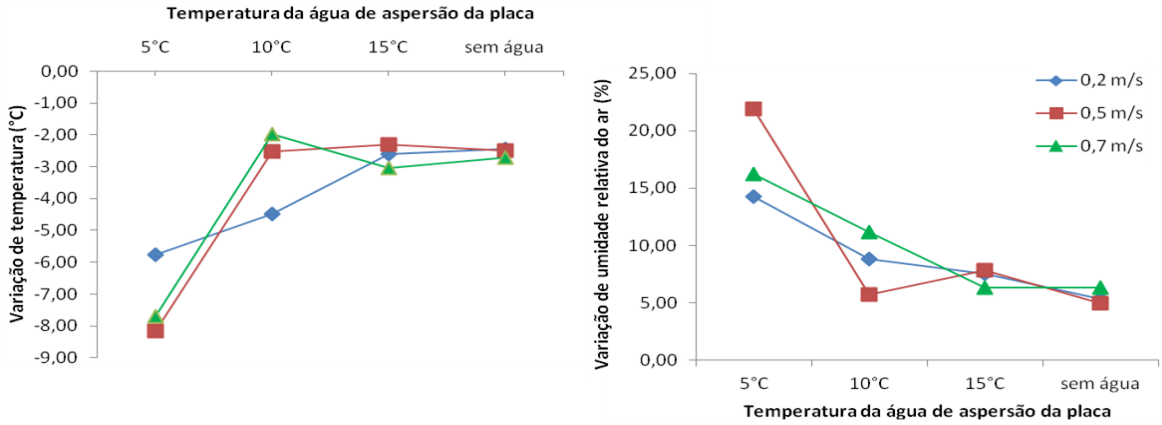


Figura 4. Média das variações de temperatura e umidade em todas as regiões por velocidade de exaustão e temperatura da água.

Tendo como mesmo parâmetro de variação a velocidade de exaustão, contudo agora avaliado as três regiões internas do túnel separadamente, temos que as maiores variações foram observadas na região 2, novamente devido a grande infruencia da placa de celulose. Entretanto é possível observar na figura 5 que a variação de temperatura na região central (região 3), para todas as velocidades de exaustão textadas se mantiveram praticamente iguais. Essa mesma análise pode ser obsevada em relação a variação de umidade relativa do ar, logo quanto maior a variação de temperatura em dada região maior foi sua variação de umidade.

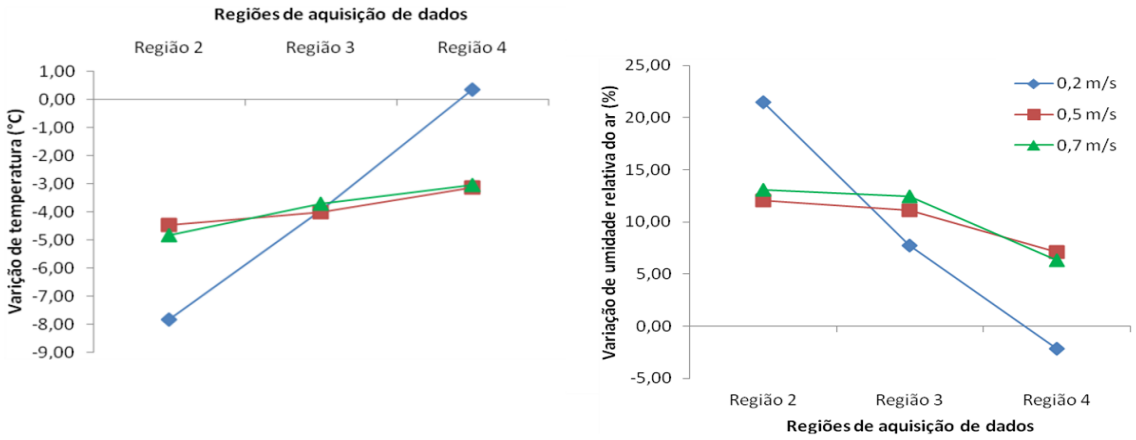


Figura 5. Média das variações de temperatura e umidade em todas as temperaturas da água por região e velocidade de exaustão.

A relação entre temperatura e umidade foram relacionadas nos índices de ITU e Entalpia. A figura 6 mostra a variação do índice ITU no decorrer do tempo do experimento, sendo a velocidade de exaustão de 0,2 , 0,5 e 0,7 $m.s^{-1}$ respectivamente. Menores variações deste índice foram observadas com a temperatura da água de aspersão da placa a 15 °C. Segundo Thom (1959), para frangos de corte, ITU menor que 74 reflete uma situação de conforto térmico, entre 74 e 79 remete a situação de perigo, e situação de emergência são observados índices superiores a 84. Neste experimento, índices de ITU que refletem situação de perigo foram encontrados em 42 % do tempo. Em um experimento para avaliar o grau de bem-estar relativo de frangos em diferentes densidades de lotação, Bonamigo (2011) encontrou índices de ITU acima do recomendado em 43,6 % do tempo, contudo não foram observadas diferenças comportamentais.

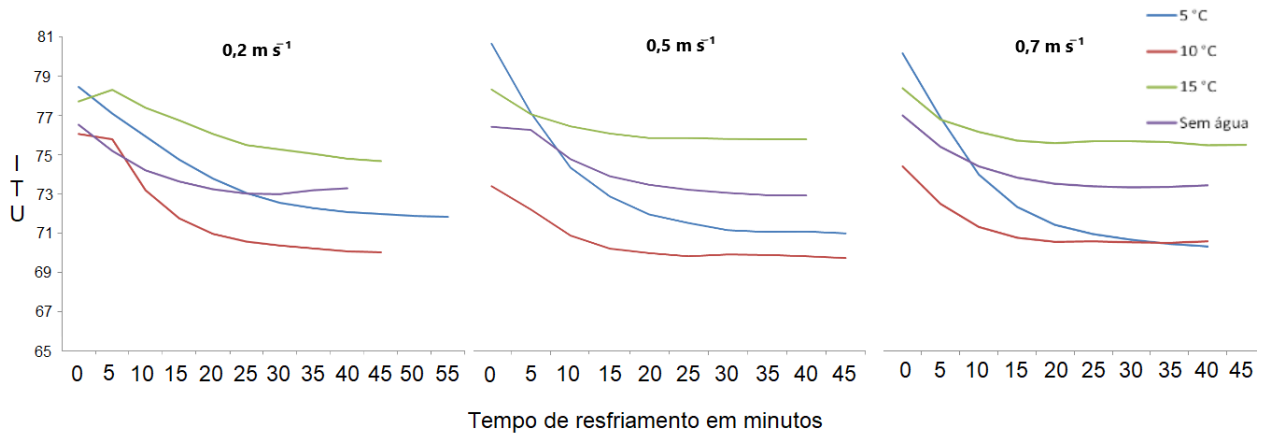


Figura 6. Tempo de resfriamento versus ITU, velocidade de exaustão a 0,2 , 0,5 e 0,7 $m.s^{-1}$.

A figura 7 mostra a variação do índice entalpia no decorrer do tempo do experimento, sendo a velocidade de exaustão de 0,2 , 0,5 e 0,7 m.s^{-1} respectivamente. Menores variações deste índice também foram observadas com a temperatura da água de aspersão da placa a 15 °C.

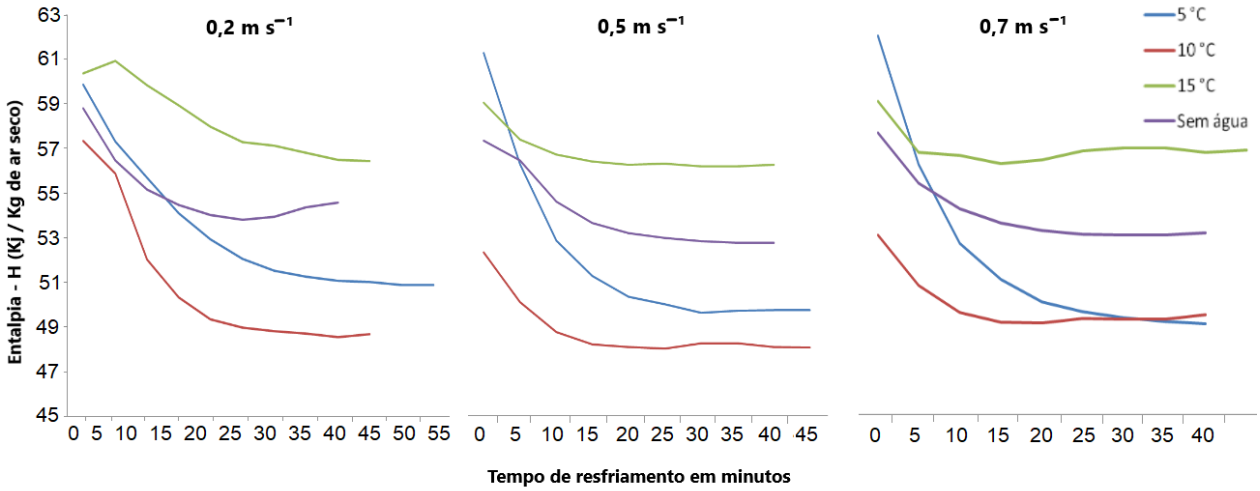


Figura 7. Tempo de resfriamento versus entalpia, velocidade de exaustão a 0,2 , 0,5 e 0,7 m.s^{-1}.

Segundo Barbosa Filho (2004), os limites de entalpia considerados ideais para as aves estão entre 64 e 70 kJ kg de ar seco^{-1}. Logo neste experimento tais índices foram obtidos apenas no íncio de todos os senários, tendo as menores variações e índices de entalpia proximos ao indicado pela literatura quando a água de aspersõa da placa estava a 15 °C.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a temperatura, a umidade e consequentemente os índices de conforto térmicos ITU e entalpia, estão diretamente relacionados à velocidade de exaustão, assim como estão relacionados à temperatura da água de aspersão da placa de celulose. Assim, quanto menor for temperatura da água mais complexo será o controle dos índices, contudo houve uma positiva variação da temperatura quando do resfriamento da água, onde foram registradas as maiores variações da temperatura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento do Projeto de Pesquisa, processo n° 462095/2014/2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, L.D. **Environment control for animals and plants**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers Michigan. 1990. 453p.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais**: conforto térmico animal. Viçosa, MG: UFV, 1997. 246p.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais utilizando análises de imagens**. 2004. 123p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BONAMIGO, A.; SILVA, C. B. S.; MOLENTO, C. F. M. Grau de bem-estar relativo de frangos em diferentes densidades de lotação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 6, p. 1421-1428, 2011.

DAMASCENO, Flávio Alves et al. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados Evaluation of poultry well-being in two commercial climatized poultry houses. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 1031-1038, 2010.

FURLAN, R. L. et al. Efeito da restrição alimentar inicial e da temperatura ambiente sobre o desenvolvimento de vísceras e ganho compensatório em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 53, n. 4, p. 1-7, 2001.

KLEIN, D. R. Comportamento de frangos de corte em diferentes condições térmicas. 2016. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

MARCHINI, C. F. P. et al. Freqüência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 1, 2007.

RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology,** v.55, n.3, p.455-459, 2011.

TINÔCO, I.F.F. A granja de frangos de corte. In: MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. (Eds.). **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. p.55-84.

TERUEL, Bárbara et al. Estudo comparativo do resfriamento de laranja valência, em três sistemas de resfriamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2001.

THOM, E.C., 1959. **The discomfort index Weatherwise.** 60:12-57.

VALIDAÇÃO DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DA ÁGUA REUTILIZADA NA CLIMATIZAÇÃO DE INSTALAÇÕES *DARK HOUSE*

Giselle Borges de Moura[1], Carla Teresa Silva dos Reis[2], Jaqueline de Oliveira Castro[3], Lívia Veloso Rodrigues[4], João Levi Bastos Fernandes[5]

[1]Universidade Federal de Lavras. giselle.moura@ufla.br
[2]Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras. carlatreis@outlook.com
[3]Universidade Federal de Lavras. jaqueline.castro@deg.ufla.br
[4]Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Lavras. livia.veloso@hotmail.com
[5]Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras. joao.fernandes@deg.ufla.br

RESUMO – O presente trabalho teve como objetivo avaliar um sistema de resfriamento de água utilizada para umedecer placas evaporativas em um protótipo de galpão *Dark House* para frangos de corte, montado em laboratório. Para analisar a eficiência do sistema, o estudo foi dividido em duas fases de testes, inverno e verão, sendo a coleta de dados realizada nos dias 4 a 6 de julho de 2018 e 20 a 22 de janeiro de 2019. Os testes foram realizados nos períodos de 8h às 10h, 12h às 14h e 16h às 18h e consistiram em cronometrar o tempo em que a temperatura do ar interno ao túnel ($t_{túnel}$) levava para se estabilizar à uma temperatura da água pré-determinada do sistema climatização ($t_{água}$). Para a fase de inverno, nos períodos de 8-10h, 12-14h e 16-18h, os valores de $t_{túnel}$ pré definidos foram 10°C, 15°C e 20°C, respectivamente; e os valores pré definidos de $t_{água}$ foram 6°C no primeiro dia, 8°C no segundo dia e 10°C no terceiro dia de teste. Do mesmo modo, para a fase de verão, os valores pré definidos de $t_{túnel}$ foram 15°C, 20°C e 25°C, respectivamente; e para $t_{água}$ foram 13°C, 15°C e 17°C. A $t_{túnel}$ foi aferida com sensores de temperatura, a umidade relativa com *data logger* e a temperatura do ambiente, externa ao túnel, foi aferida com um termohigrômetro digital. Foi observado que em ambas as fases experimentais, os valores de $t_{túnel}$ estipuladas para o primeiro e o segundo período de coleta não foram atingidas, estabilizando-se entre 16,5 ºC e 22,8 ºC, em 10 minutos; enquanto que no terceiro período de coleta, eram atingidas em menos de 1 minuto. Além disso, a $t_{água}$ não interferiu no resfriamento do ar no interior do túnel ($t_{túnel}$), de modo que as variações observadas foram causadas pela temperatura externa ao túnel (t_{lab}).
Palavras-chave: ambiente térmico, frango de corte, resfriamento evaporativo.

INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira tem voltado seus esforços para a potencialização da produção de frangos de corte, de modo que melhorias em genética, instalações, nutrição, manejo, sanidade e bem-estar animal vêm sendo constatadas.

Aliada ao conforto animal, a ambiência é um dos fatores que interfere no desenvolvimento da ave e, de forma positiva, possibilita condições adequadas para que o animal expresse seu potencial genético. Isto é, fatores ambientais, como a temperatura,

umidade relativa, ventilação, luminosidade, radiação, entre outros, assumem um papel importante no processo de confinamento das aves, pois podem comprometer a sua função homeotérmica (TINOCO, 2001).

No Brasil, a utilização de aviários *Dark House* com sistemas evaporativos de climatização encontra-se limitada devido às características climáticas regionais, porém, o sistema pode suprir as necessidades de conforto quando utilizado em conjunto com outros arranjos.

Uma das alternativas viáveis seria a associação do sistema evaporativo a um sistema de resfriamento do ar, antes que o mesmo adentre a instalação, por intermédio do processo de pré-resfriamento da água que será utilizada na umidificação dos painéis evaporativos.

Dado o exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar um sistema de resfriamento de água utilizado para climatizar um protótipo de galpão *Dark House* para frangos de corte, nos períodos de inverno e verão.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a coleta de dados foi construído um protótipo no formato de túnel instalado em um laboratório no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, Brasil.

O protótipo possuía 6 m de comprimento, 1 m de largura e 1 m de altura, foi construído em chapas de madeira compensada pintadas de preto. Em uma de suas extremidades foi instalado 1 m² de placa evaporativa (Colméia PA 150mm Modelo 15º x 45º, Megabrisa, São Paulo, SP, BRA) e na outra um exaustor (Comercial 40cm,Venti-Delta, Catanduva, SP, BRA) de 40 cm de diâmetro, com vazão de 4200 $m^{3} \cdot h^{-1}$ (Figura 1). O túnel foi elevado do chão em 40 cm e apoiado em cavaletes de vergalhões de aço. Dessa forma, foi possível simular as condições de um sistema de resfriamento de água reutilizada em painéis evaporativos.



Figura 1. Localização dos instrumentos.

O sistema de resfriamento da água a ser utilizada no umedecimento do painel evaporativo é composto por uma caixa isolada termicamente, com capacidade para 100l, na qual a água é armazenada e resfriada através de serpentina de cobre e uma unidade condensadora (UNEU6214E, Embraco, Itaiópolis, SC, BRA).

Foi montado um sistema de controle para o acionamento da unidade condensadora e o sistema bomba d'água e exaustor. Conforme a temperatura da água dentro da caixa ($t_{água}$) e a temperatura no interior do túnel ($t_{túnel}$), o mecanismo de resfriamento é ativado, com o auxílio do termostato digital (TIC-17RGTi, Full Gauge Controls, Canoas, RS, BRA), que conta com sensores para aferir as temperaturas e precisão de ± 0,1ºC.

Quando necessário, o sistema de umedecimento é ativado e a água é bombeada da caixa para o painel evaporativo, através da bomba d'água periférica (FX-BP05, FOXLUX, Pinhais, PR, BRA). Dependendo da temperatura do túnel, o exaustor também é acionado, exercendo velocidade compatível com o fluxo de ar necessário para instalações para a produção de frangos de corte (0,636 m/s).

O período de coleta de dados foi dividido em duas fases experimentais: inverno e verão. Os dados foram coletados de 4 a 6 de julho de 2018 e de 20 a 22 de janeiro de 2019, sendo os horários de coleta de 8h às 10h, 12h às 14h e 16h às 18h. Os testes consistiam em cronometrar o tempo gasto para estabilizar a temperatura do ar no interior do túnel ($t_{túnel}$) a partir de uma temperatura da água previamente estabelecida ($t_{água}$).

Para cada fase experimental foram utilizadas diferentes $t_{túnel}$ e $t_{água}$, devido às condições ambientais externas serem diferentes no inverno e no verão. No inverno foram estabelecidos os valores de 10°C, 15°C e 20°C para a $t_{túnel}$, respectivamente aos horários de coleta, sendo a $t_{água}$ no valor de 6°C no primeiro dia, 8°C no segundo dia e 10°C no

terceiro dia de teste. Do mesmo modo, no verão foram determinados os valores de 15°C, 20°C e 25°C para a $t_{túnel}$ e 13°C, 15°C e 17°C para a $t_{água.}$

Para a determinação das propriedades termodinâmicas do sistema, foram aferidos os seguintes parâmetros: temperatura do ar dentro e fora do túnel, temperatura da água resfriada utilizada no sistema de climatização e umidade relativa do ar externo e interno ao túnel.

Dentro do túnel, para aferir a temperatura e a umidade relativa do ar, foram utilizados três *data loggers* (U12-013, HOBO, Bourne, MA, USA), posicionados no centro geométrico do mesmo, e para medir o fluxo de ar utilizou-se um anemômetro (HM385, HIGHMED, Tatuapé, SP, BRA). Externamente ao túnel, a temperatura do ambiente (t_{lab}) foi aferida por meio de termohigrômetro digital e para a temperatura da água ($t_{água}$), utilizou-se termorresistência (Pt-100, ECIL, Piedade, SP, BRA) acoplada a um termostato digital.

A análise dos dados foi realizada de forma não paramétrica, por meio de estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os testes realizados durante o inverno, a temperatura do laboratório (t_{lab}) apresentou valores médios de 19,2ºC, 20,5ºC e 20,9ºC e a temperatura média no interior do túnel ($t_{túnel}$), após o resfriamento, foi de 18,2ºC, 19,1ºC e 19,4ºC, respectivamente, para cada período de coleta (Figura 2). Foi observado que a $t_{túnel}$ estabilizou-se em 16,5ºC ± 0,5ºC, em aproximadamente 10 minutos, no primeiro e no segundo período de coleta, nos quais a $t_{água}$ era de 6ºC e 8ºC, respectivamente, não atingindo a temperatura pré-estipulada no interior do túnel; no terceiro período, com a $t_{água}$ igual a 10ºC, a $t_{túnel}$ de 20ºC foi alcançada em um minuto.

Durante o verão, a temperatura média do laboratório (t_{lab}), para cada período, foi de 25,3ºC, 27,1ºC e 27,1ºC, e no interior do túnel ($t_{túnel}$) os valores foram 23,7ºC, 24,7ºC e 26,2ºC. Do mesmo modo, observou-se que a $t_{túnel}$ estabilizou em 22,0ºC ± 0,5ºC no primeiro período de coleta e em 22,8ºC ± 0,5ºC no segundo, em até 10 minutos, com a $t_{água}$ nos valores de 13ºC e 15ºC, respectivamente, não atingindo as temperaturas esperadas e; no terceiro período, a $t_{túnel}$ atingiu a temperatura desejada de 25ºC em 48 segundos, com a $t_{água}$ no valor de 17ºC.

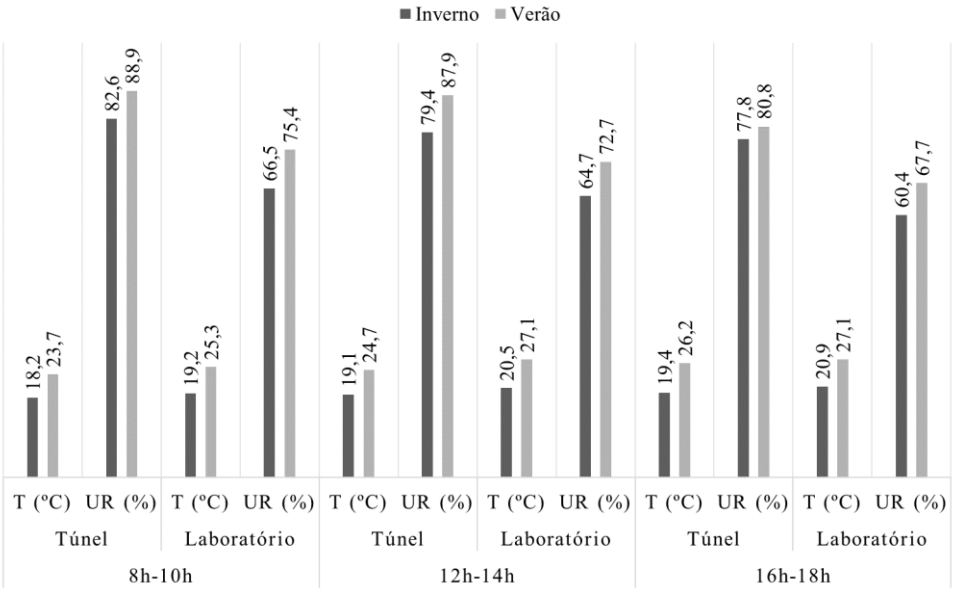


Figura 2. Comportamento das temperaturas no interior do túnel e no laboratório, em ambas as fases experimentais (inverno e verão).

Durante todo o período avaliado, verificou-se que a temperatura da água ($t_{água}$) não interferiu no resfriamento do ar no interior do túnel, uma vez que para diferentes valores da $t_{água}$, a $t_{túnel}$ estabilizava-se à mesma temperatura ou temperaturas muito próximas, no mesmo intervalo de tempo. No caso do terceiro período de coleta, em ambas as fases do experimento, este intervalo foi menor, devido a diferença entre as temperaturas inicial e final no interior do túnel também ser menor. Sendo assim, as variações da $t_{túnel}$ ocorreram devido às variações na temperatura externa ao túnel (t_{lab}).

Segundo JENTZSCH et al. (2013), a avaliação térmica ambiental em modelos reduzidos com escala até 1:12, pode predizer as condições térmicas do protótipo correspondente. Neste sentido, ao implantarmos o sistema em um galpão climatizado de produção comercial de frangos de corte, avaliando a eficiência deste sistema "*in loco*", o mesmo poderá ter influência da temperatura externa à edificação.

CONCLUSÃO

A análise do sistema proposto permitiu verificar que o método de pré-resfriamento da água a ser utilizada na umidificação de painéis evaporativos utilizados em galpões *Dark House*, não apresenta resultados significativos, uma vez que a climatização do

protótipo não foi influenciada pelos valores da temperatura da, e sim conforme as variáveis climatológicas do ambiente, em ambas as fases experimentais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento do Projeto de Pesquisa, processo n° 462095/2014/2, e pela bolsa de iniciação científica concedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA, F.C. Sistemas de ventilação natural e artificial na criação de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMAS DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 1998, Campinas, SP. Anais... Concórdia: EMBRAPACNPSA, 1998. p.96-117. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 53).

CURI, T.M.R.C. Avaliação do sistema de ventilação em instalações para frangos de corte através de diferentes modelagens. 2014. 263f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

JENTZSCH, R. et al. Parâmetros arquitetônico-ambientais para construção e testes em modelos reduzidos, representativos de galpões avícolas, com base em similitude. Engenhariana Agricultura,Viçosa. v.21, p.19-30, 2013.

TINOCO, IFF. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 01-26, Jan. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2001000100001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 fev. 2018. http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2001000100001.

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE PAVILHÕES DE PRODUÇÃO DE FRANGOS EM MOÇAMBIQUE

Milton Gussule[1], Fátima Baptista[1], Vasco Fitas da Cruz[1], Ilda Ferreira Tinôco[2]

[1] Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Rural. ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Núcleo da Mitra, Ap. 94, 7002-554 Évora, Portugal, d39583@alunos.uevora.pt , fb@uevora.pt
[2]Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola, AMBIAGRO/UFV, Avenida P.H. Rolfs s/n, CEP 36570-000, Campus UFV, Viçosa, MG

RESUMO - Em Moçambique, a carne de frango representa a maior fonte proteica para a alimentação da população. No entanto, os sistemas de produção continuam a ser pouco

eficientes e a enfrentar dificuldades na adequação das construções às características climáticas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho térmico dos pavilhões típicos de produção de frangos nas províncias onde se localizam a maior produção nacional. Verificou-se que o principal ganho de calor nos aviários ocorre pela ventilação e pela cobertura, constituída principalmente por chapas metálicas de zinco, podendo levar a temperatura do ar no interior que a valores que variam de 37ºC a 44ºC. O que torna o ambiente termicamente inapropriado às aves, principalmente na sua fase adulta, já que não possuem mecanismos de arrefecimento. Particular atenção e maior potência de aquecimento é requerida para frangos em sua primeira semana de vida e, em determinados casos, menor ou quase nenhum aquecimento é necessário para frangos na 4ª semana de idade. Os resultados permitem concluir que, em Moçambique, existe necessidade de adequação das infraestrutura e sistemas de condicionamento térmico para atender às exigências de conforto dos frangos, tanto na fase inicial e principalmente na final de seu ciclo produtivo.
Palavras-chave: Moçambique, condicionamento ambiental, aviários de frangos, conforto térmico, stress térmico.

INTRODUÇÃO

A produção de frangos cresceu fortemente em Moçambique, passando da dependência total de importação, para 70% produzidos no País (MEF, 2016). No entanto, o consumo de carne de frango é baixo, em torno de 2 kg per capita e por ano (Agrix, 2014), comparativamente à média mundial de 13,5 kg por pessoa e ano (OCDE / FAO, 2017).

O desenvolvimento desta atividade em Moçambique, contudo, ainda enfrenta grandes desafios, em particular relacionados com aspetos de gestão, deficiências nutricionais dos animais, sanidade, tipologia dos alojamentos e sistemas de condicionamento ambiental e condições climáticas adversas (Vernooij et al. 2016). Relativamente ao clima na maioria das áreas do Leste e Sudeste de África (Moçambique incluído), a principal preocupação ambiental é tentar amenizar as altas temperaturas (FAO, 2011). Esse facto é relevante, pois dos fatores do ambiente, particularmente os térmicos são os que mais afetam os frangos e podem comprometer uma das suas funções basais mais importantes a manutenção de sua homeotermia (Tinôco, 2001). O *stress* térmico por calor afeta as funções fisiológicas e metabólicas dos frangos, levando a situações extremas, como queda da imunidade e assim ocasionando altas taxas de mortalidade (Silva, et al. 2015). A correlação da temperatura do ar ambiente com a temperatura superficial das aves foi documentada por Nascimento et al. (2016) referindo que esta associação é diretamente relacionada à temperatura da superfície da instalação,

o que confirma, por sua vez, a importância do uso de materiais de construção com baixa condutividade térmica. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho térmico dos pavilhões de construção típicos de Moçambique e relacioná-los com a temperatura aconselhada para as condições de conforto térmico para frangos de corte com 1 e 4 semanas de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em Moçambique, particularmente nas Província de Maputo e Nampula, onde se localizam a maior produção nacional e destacam se os aviários do modelo construtivo aberto, que sofre maior influência do ambiente exterior.

A avaliação do desempenho térmico dos pavilhões teve em consideração as características dos elementos construtivos e dimensões médias dos aviários típicos utilizados pelos pequenos (até 5.000 frangos) e médios (5.000 a 50.000 frangos) produtores, o número de frangos por alojamento, as necessidades de ventilação e a influência do clima exterior no ambiente interior, considerando frangos na 1ª e 4ª semanas de idade, como mostra a tabela 1.

Tabela 1. Características dos aviários típicos da província de Maputo e Nampula

	Produtor	Densidade (frango/m^2)	Capacidade (Nro de frangos)	Área	Altura do pé direito (m)	Material de Cobertura	Espessura blocos de cimento (m)	Espessura Parede de Taipa (m)	Revest. parede
Nampula	Pequeno	11	3670	337	2,5	palha	-	0,12	n/ reb.
	Médio	13	16200	1252	2,4	zinco	0, 15		n/ reb. Pint
Maputo	Pequeno	12	2887	232	2,7	zinco	0,15		n/ reb. Pint
	Medio	14	14125	1008	2,7	zinco	0,2		reb. Pintado

No que se refere às condições climáticas, foram consideradas duas situações, assumidas como as mais limitantes: a situação de inverno, com a temperatura do ar mínima, que se verifica durante a noite; e a situação de verão, com a temperatura de ar máxima, o que ocorre durante o dia. As exigências de conforto dos frangos em relação à temperatura do ar, para efeitos de cálculo de balanço térmico foram consideradas de 31ºC para a 1ª semana e 26 ºC para a 4ª semana de vida das aves (Curtis,1983; Macari,1996; Abreu e Abreu, 2001).

Para o cálculo de balanço térmico, considerou-se o calor sensível produzido pelos frangos (Qan), as trocas de calor sensível através da envolvente (Q_B) e da ventilação (Q_V), representado pela equação simplificada do balanço térmico sugerida por Vidal et al. (2004), expresso em W:

$$Qan = Q_B + Qv$$

Considerando que a variação de temperatura (Δt, ºC) no interior dos aviários resulta do balanço de calor sensível produzido pelos animais (Qan, W) e das perdas de calor sensível pela envolvente (Q_B, W/ºC) e pela ventilação (Q_v, W/ºC), tem-se:

$$t = \frac{Q_{an}}{Q_B + Q_V}$$

Onde Q_B é o somatório das perdas de calor pela cobertura (QBc) e pelas paredes (QBp), ambas expressas em W/ºC.

A temperatura do ar interior (ti) estimada é dada por:

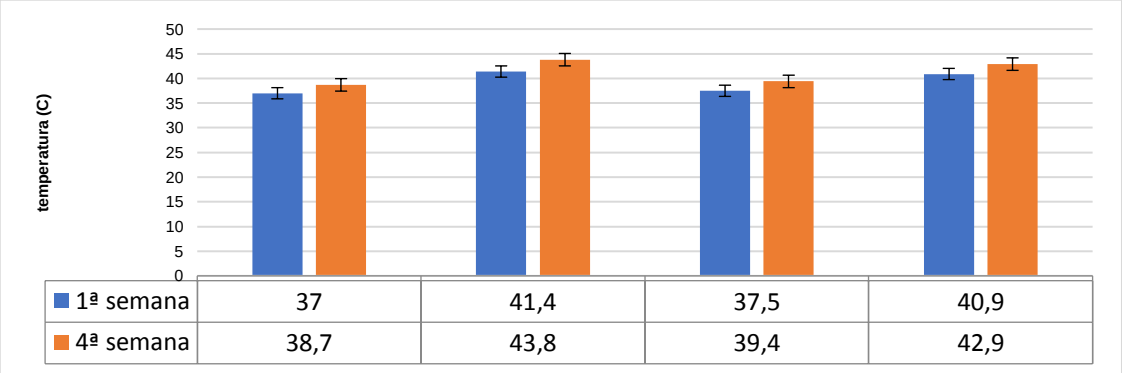
$$ti = te +$$

$$\Delta t$$

A temperatura do ar interior foi estimada e, posteriormente, comparada com a temperatura do ar recomendada para os frangos segundo Curtis (1983); Macari (1996); Abreu e Abreu (2001); Cassuce (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na situação de verão, os valores de temperatura do ar interior estimadas atingiram máximas de 43ºC e 44ºC nos aviários dos produtores de Nampula, sendo que nos aviários de Maputo, estes valores não ultrapassam os 40ºC (37 a 39,4 ºC), como se observa no gráfico 1.



1ª semana	37	41,4	37,5	40,9
4ª semana	38,7	43,8	39,4	42,9

Gráfico 1. Temperatura máxima do ar interior estimada para os pavilhões de Nampula e Maputo na situação de verão

Em ambos os casos, os resultados das temperaturas de verão registradas, mostram-se inapropriadas para a criação de frangos, em particular na idade de 4 semanas. As temperaturas próximas a 40 °C representam estado de *stress* severo (Sonaiya e Swan, 2004). Enquanto valores de temperatura iguais ou superiores a 38 °C, pode ser letal, especialmente se acompanhados por altos valores de humidade relativa do ar (FAO, 2011). Segundo Donald (2008) temperaturas do ar no interior dos aviários da ordem de 37,2 ºC por período prolongado pode levar a taxas de mortalidade de 14% ou mesmo superiores. No caso de frangos de uma semana de idade, considerando o limite superior de 35ºC (Abreu e Abreu, 2001), os efeitos das temperaturas no verão não são tão nefastos.

Os cálculos demonstram que, em situação de verão, os ganhos de calor ocorrem, principalmente, pela cobertura e pela ventilação, no caso dos aviários típicos dos médios produtores (gráfico 2).

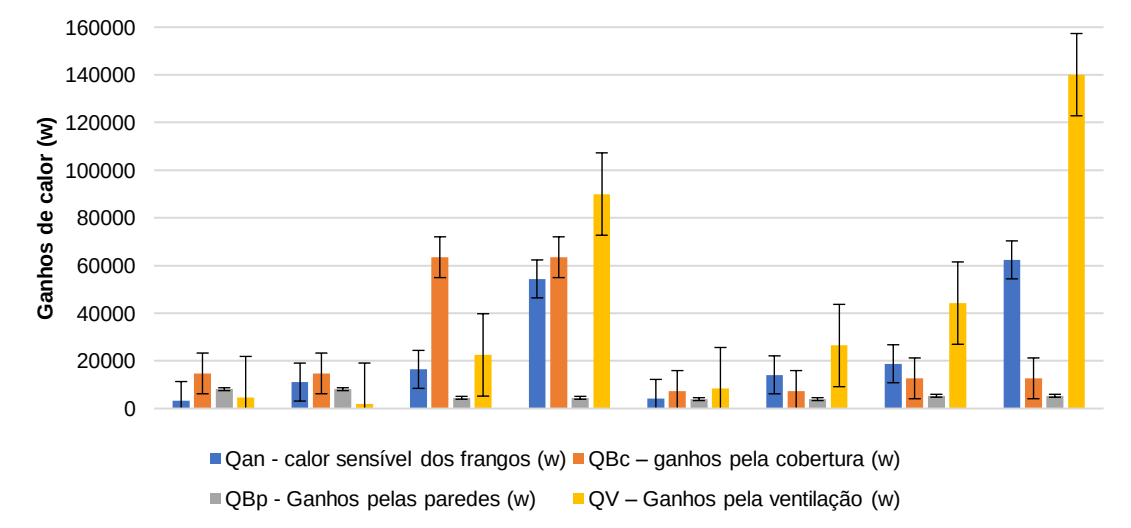


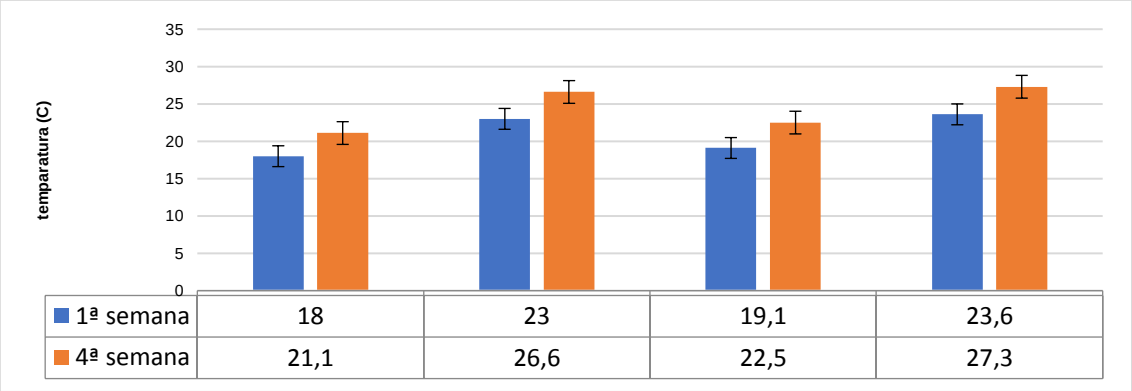
Gráfico 2. Distribuição relativa dos ganhos de calor nos pavilhões de Nampula e Maputo na situação de verão

Os ganhos que ocorrem pela cobertura estão relacionados com o facto de os aviários apresentarem, na sua maioria, cobertura de zinco sem material isolante térmico. Segundo Czarick e Fairchild (2008) nas condições de ausência de isolamento é frequente ocorrer aumento de 1 a 5 ° C da temperatura interior acima da temperatura do ar ambiente. Os pavilhões dos pequenos produtores de Nampula, devido a cobertura de palha, mostram comportamento de maior resistência térmica.

Tratando-se de pavilhões abertos com ventilação natural, no verão com temperatura exterior de projeto acima de 36ºC é de esperar que ocorra aumento da temperatura do ar interior. Segundo Cruz e Batista (2013) temperatura exterior maior que 32°C, reduz a eficácia da ventilação como meio de controlo da temperatura do ar interior.

Para a situação de inverno (gráfico 3) as temperaturas estimadas para os frangos de 4 semanas, mostram que não é necessário aquecimento, principalmente para os pequenos e médios produtores de Nampula, com temperaturas próximas a 27ºC. A temperatura estimada encontra-se dentro da faixa de conforto referida por Damerow (2016). Além disso, temperaturas de 21ºC para idade de 31 dias são perfeitamente aceitáveis (Oliveira et al., 2006).

 ISBN: 978-85-66836-24-0



1ª semana	18	23	19,1	23,6
4ª semana	21,1	26,6	22,5	27,3

Gráfico 3. Temperatura mínima do ar interior estimada para os pavilhões de Nampula e Maputo na situação de inverno.

Relativamente aos frangos de 1 semana, a temperatura estimada encontra-se fora do intervalo recomendado para frangos com 1 semana, principalmente em Maputo (<20ºC), pelo que seria recomendável recorrer a sistemas de aquecimento. Também no caso de Nampula com temperatura do ar estimada de cerca de 23ºC, dependendo da disponibilidade de recursos, o aquecimento pode ser ponderado. Segundo Cassuce (2011) durante a primeira fase de vida dos frangos, temperaturas de 21 a 24ºC são suportáveis, embora não desejadas para conseguir baixa taxa de mortalidade.

CONCLUSÕES

Os aviários de Moçambique apresentaram diferenciação no comportamento térmico, sendo o período de verão aquele em que as condições são mais desfavoráveis. A alta incidência de radiação solar na cobertura das instalações é uma das principais causas de ganho de calor e consequência do *stress* térmico nos frangos.

A necessidade de ventilação, fundamental para garantir a qualidade do ar no interior dos pavilhões de produção, no verão é outro fator importante para os ganhos de calor e consequentemente das altas temperaturas no interior dos pavilhões.

A cobertura de palha, apresenta maior resistência térmica, contribuindo na minimização das oscilações térmicas no interior dos alojamentos, podendo servir como uma alternativa adicional, viável e sustentável para o contexto de Moçambique.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, P. G. e Abreu, V. M. (2001). *Função e Manejo da Cortina de Aviários*. Embrapa Suínos e Aves. 1-2 pp.

Agrix. (2014*). Investment Opportunities for Dutch Agrifood Companies in Mozambique.* Pretoria: Agricultural Council from the Netherlands Embassy in Pretoria. 98p

Cassuce, D. C. (2011). *A determinação das faixas de conforto térmico em aves de diferentes idades criadas no Brasil* (tese de doutorado). Universidade Federal de Viçosa. Brasil. 103p.

Czarick, M. e Fairchild, B.B. (2008). Poultry production in hot climates. *Poultry production in hot climates.* University of Georgia. Georgia: Cab International, 2nd Edition, 80-117pp.

Cruz, F. V. e Baptista, F. (2013). *Conceitos Básicos Sobre Ventilação no Alojamento de Suínos.* 72, 40-48pp

Curtis, S. E. (1983). *Environmental management in animal agriculture*. Ames: Iowa State University. Press. 409p.

Damerow, G. (2016). *The Chicken Health Handbook*. In Damerow, G., Mysteries of Metabolism. united State: Deb Burn.2nd Edition, 102-107pp.

Donald, J. (2008). *Planning Broiler Housing for Environmental Control Systems*. Simpósio Internacional sobre Ambiência e Sistemas de Produção Avícola. Embrapa Suínos e Aves, 118 - 143 pp.

FAO. (2011). *Elements of construction*. In FAO, Rural structures in the tropics. Design and development. FAO: Italy. 149-204 pp.

Hellickson, M. e Walker, J. (1983). *Ventilation of Agriculture Structures.* (1ª Ed.). USA: Amer Society of Agricultural. 372 p.

Macari, M. (1996). *Conforto Ambiental para Aves: Ponto de Vista do Fisiologista*. Simpósio goiano de avicultura. Goiânia: UFG/AGA. 57-60 pp

MEF (Ministerio da Economia e Finanças). (2016). *Cadeia de Valor de Frango em Moçambique.* Maputo: Ministério da Economia e Finanças. 70p

Nascimento, G. R. do., Nããs, I. A., Baracho, M. S., Pereira, D. F., Neves, D. P. (2016). *Termografia Infravermelho na Estimativa de Conforto Térmico de Frangos de Corte*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 18, 658–663pp

OECD (2018), *Meat Consumption*. Consultado em: 18/01/2018. Disponível em: 10.1787/fa290fd0-en

Oliveira, R.F.M., Donzele. J.L., Abreu. M.L.T. et al. (2006). *Efeitos da Temperatura e da Umidade Relativa sobre o Desempenho e o Rendimento de Cortes Nobres de Frangos de Corte de 1 a 49 dias de Idade.* Revista Brasileira de Zootecnia, 35, 797-803pp.

Silva, R. C., Rodrigues, L. R., Rodrigues, V. P., Arruda, A. S., de Souza, B. B. (2015). *Análises do efeito do estresse térmico sobre produção, fisiologia e dieta de aves.* Revista ACSA. V. 11, n. 2, 22-26 pp

Tinôco, I. de F. F. (2001). *Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros*. Revista Brasileira de Ciência Avícola, 3, 1-26pp.

Vernooij, A., Dos Santos, M., Van, M. (2016). *Livestock Development in the Zambezi Valley, Mozambique: Poultry, Dairy and Beef Producition*. Wegeningen University and Research. Wageningen: Centre for Development Innovation. 119p

Vidal, B. V., Rodenas, E. S., Salvador, A. G. (2004). *Climatizacion: Balance de calor, aislamiento y ventilacion*. In Vidal B. V., tecnologia de la Produccion Animal .73-84pp

INFLUÊNCIA DA INSERÇÃO DE DIÓXIDO DE TITÂNIO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FIBROCIMENTOS COM CELULOSE BRANQUEADA

Isabelle Cristine de Carvalho Terra[1], Wisner Coimbra de Paula[2], Rômulo Marçal Gandia[3], Francisco Carlos Gomes[4], Rafael Farinassi Mendes[5], Tony Matheus Carvalho Eugênio[6], Ariane Cristine Valério[7]

[1]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. belle.eng@outlook.com
[2]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. wisner.depaula@deg.ufla.br
[3]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. romagandia@gmail.com
[4]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. fcgomes@deg.ufla.br
[5]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. rafael.mendes@deg.ufla.br
[6]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. tony.matheus@hotmail.com
[7]Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG. ac_valerio@hotmail.com

RESUMO - As fachadas de edifícios estão continuamente expostas a diversos agentes de degradação, como fuligem, gases e microorganismos. Sendo assim, suas superfícies alteram-se com o aparecimento de manchas, como é o caso também das telhas (fibrocimento) usadas na construção civil. O dióxido de titânio (TiO_2) pode ser incorporado a argamassas de revestimento e em concreto estrutural afim de minimizar o aparecimento de patologia as edificações, influenciando a sua estética. Esse fenômeno ocorre devido a propriedades fotocatalíticas que proporcionam aos materiais cimentícios um comportamento autolimpante. Portanto, o presente trabalho busca avaliar as características mecânicas dos compósitos de fibrocimento de celulose branqueada produzido com adição de TiO_2, ou seja, com propriedades fotocatalíticas. Para isto, foram confeccionadas corpos de provas de fibrocimento com dimensões de 200mm x 30mm x 20mm (comprimento, largura e espessura, respectivamente), utilizando-se diferentes teores de incorporação de dióxido de titânio na composição da argamassa (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) em substituição parcial ao calcário presente na mistura. Os compósitos foram avaliados diante do modulo de ruptura, modulo de elasticidade e limite de proporcionalidade. Os resultados indicaram que não ocorreu diferença estatística nas propriedades mecânicas pela substituição do dióxido de titânio pelo calcário, concluindo que até 20% da substituição de dióxido de titânio pelo calcário viabiliza o seu uso em compósitos de fibrocimento.

Palavras-chave: modulo de ruptura, modulo de elasticidade e limite de proporcionalidade.

INTRODUÇÃO

Os compósitos mais utilizados na engenharia civil são os que utilizam como matriz o cimento, sob a forma de concreto com fibras, de argamassa armada e de fibrocimento.

A relevância dos compósitos na engenharia deve-se ao fato do mesmo conseguir características superiores às convencionais, com a junção de dois ou mais materiais (DE ARRUDA FILHO, 2012; TESSARO et al., 2015).

As propriedades do fibrocimento dependerão do tipo de matriz e das propriedades físicas e geométricas dos reforços utilizados, como também a interação entre o reforço e a matriz, já que estes fatores controlam a eficiência do reforço através dos processos de transferência da força entre as fases e de mecanismos de "costura" das fissuras, interferindo diretamente nas propriedades mecânicas dos compósitos produzidos. As matrizes à base de cimento, reforçadas com fibras, têm alcançado espaço como material de construção em âmbito mundial, particularmente pela possibilidade de produção de elementos com variadas formas e com alta tenacidade (DE ARRUDA FILHO, 2012; GARCEZ, 2005; HOSSEINPOURPIA et al., 2012).

Para criação de fibrocimentos, um dos métodos utilizados é a extrusão, técnica que permite a obtenção de materiais homogêneos com boas propriedades mecânicas. Tal fato se deve a alguns fatores: a) utilização de máquinas mais simples para produção contínua; b) produção livre de resíduos líquidos e sólidos; c) possibilidade de melhor alinharem as fibras, o que o torna vantajoso para certos produtos, e; d) utilização de baixa relação água/cimento o que promove uma maior compactação do compósito gerado, resultando em um produto mais resistente e durável às intempéries (LIGOWSKI, DOS SANTOS E FUJIWARA, 2015; MENDES, 2014).

O processo de extrusão envolve a formação de compósitos coesivos de fibrocimento, que pode ser ajustado a várias formas. A extrusão tem como vantagens a utilização de máquinas menos complicadas para produção continuada e a produção livre de resíduos líquidos e sólidos. Por ser um processo contínuo, a extrusão é adequada para a produção industrial, além de ser um método econômico de produção. Este processo também permite a produção em massa capaz de produzir não apenas formas planas, mas também formas estruturais e vazias. Desta forma, este processo permite o uso de uma variedade de materiais com resíduos que podem ser incorporados com sucesso na matriz, incluindo o uso de reforços lignocelulósicos como matérias-primas na produção de compósitos de fibrocimento. Um exemplo de reforço utilizado é a polpa celulósica branqueada de eucalipto, com o intuito de melhorar e distribuir os esforços dentro dos compósitos de fibrocimento. (TEIXEIRA et al., 2012; FONSECA, 2016; WISKY SILVA et al., 2016; RODRIGUES et. al., 2013).

Para a preparação de compósitos de fibrocimento, utiliza-se cimento *Portland* de alta resistência inicial (CPV-ARI). A pureza e granulometria do cimento *Portland* justifica sua utilização em fibrocimentos, pois o mesmo não contém adições minerais, apresentando assim, maiores quantidades de silicatos tricálcico e dicálcico, o que faz com que sua reatividade seja aumentada (RODRIGUES et. al., 2013). Dentre outras vantagens de se utilizar este material, destacam-se a deforma rápida, importante para a produção industrial de fibrocimentos, e o rápido acréscimo de resistência em contato com a água, oferecendo ganho na produtividade.

Para melhorar o processo da extrusão, podem ser utilizados aditivos redutores de água de alta gama (HRWR) e poliéter carboxílico como lubrificantes, representando 1% da massa total composta. O hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e o poliéter de carboxilato (surfactante) também podem ser utilizados como modificadores reológicos para promover o comportamento pseudoplástico da pasta de cimento que, por sua vez, permite o processo de extrusão (TEIXEIRA, 2012).

As fachadas de edifícios estão continuamente expostas a diversos agentes de degradação, como fuligem, gases e microorganismos. Sendo assim, suas superfícies alteram-se com o aparecimento de manchas, como é o caso também das telhas (fibrocimento) usadas na construção civil. O dióxido de titânio (TiO_2) pode ser adicionado a argamassas e concretos afim de minimizar sua desfiguração estética, porque quando cristalizado na forma de anatase apresenta propriedades fotocatalíticas que proporcionam aos materiais um comportamento autolimpante.

O comportamento autolimpante do TiO_2 acontece sob incidência da radiação ultravioleta da luz solar. A radiação acelera a ocorrência de reações químicas que, na presença de oxigênio e moléculas de água, produzem agentes fortemente oxidantes (radicais hidroxila) que degradam as espécies poluentes, transformando-as em produtos inócuos. Além disso, a superfície torna-se hidrofílica, formando, na ocorrência de chuvas, lâminas de água que carregam consigo os compostos degradados (BERSCH, 2015).

O dióxido de titânio (TiO_2) é a substância mais largamente utilizada no mundo como pigmento branco. Ele é estável quimicamente, não apresenta toxicidade e é de custo relativamente baixo. Ademais, o dióxido de titânio é também um material fotoestável. Este fato tem atraído grande interesse nos últimos anos no uso de TiO_2 na oxidação catalítica em função do seu potencial de aplicação na destruição de poluentes em soluções aquosas. A rigor, tem-se que, o TiO_2, quando em contato íntimo com uma solução aquosa

 ISBN: 978-85-66836-24-0

de poluentes, tende a desenvolver um ambiente redox capaz de transformá-los em substâncias não tóxicas (SANTOS et. al., 2002; CHATTERJEE e MAHATA, 2001).

O dióxido de titânio pode ser encontrado em três formas cristalinas: anatásio, rutilo e bruquita. Estas formas de TiO_2 podem ser minerais naturais ou podem ser preparadas sinteticamente. No entanto, somente as fases anatásio e rutilo são produzidas comercialmente. O anatásio e bruquita são fases metaestáveis que se transformam exotermicamente e irreversivelmente para o rutilo (fase estável) (RAO, YOGANARASIMHAN e FAETH, 1961; HÁ, 2000).

Uma estrutura adequada para o TiO_2 deve apresentar os seguintes requisitos: boa estabilidade mecânica; ser transparente a radiação UV; favorecer forte ligação físico-química com as partículas de TiO_2, sem afetar negativamente a reatividade delas; apresentar alta área superficial; apresentar boa capacidade de adsorção para os compostos orgânicos a serem degradados; apresentar configuração física que favoreça a separação fase sólida e fase líquida; facilitar processos de transferência de massa; e ser quimicamente inerte (SALEIRO, G. T. et al., 2010).

Desta forma, torna-se necessário examinar se a proposta de produção de fibrocimento com a inserção de TiO_2 mantém as características necessárias e preconizadas em normas específicas para o bom desempenho do material, quanto às propriedades mecânicas. Diante do cenário exposto e da ausência de maiores estudos brasileiros relacionados ao tema, é justificada a necessidade e importância desta pesquisa.

O presente trabalho buscou avaliar as características mecânicas (módulo de ruptura, módulo de elasticidade e limite de proporcionalidade) em fibrocimentos com celulose branqueada com a incorporação de dióxido de titânio nas proporções 0%, 5%, 10%, 15% e 20% em relação à massa de cimento, porém, com substituição à massa de calcário.

MATERIAL E MÉTODOS

A produção dos corpos de prova de fibrocimento com adição de TiO_2 e reforçados com fibra de celulose branqueada se deu pelo processo de extrusão, no laboratório da UEPAM, da Universidade Federal de Lavras. A moldagem ocorreu em uma extrusora constituída basicamente de um tubo contendo um parafuso rosqueado, onde o compósito foi introduzido na parte traseira do tubo, sendo conduzido à parte frontal do tubo pela rosca em rotação (Figura 1).



Figura 1. Extrusora utilizada (aberta) para fabricação dos corpos de prova de fibrocimento.

O fibrocimento em estudo é composto por cimento *Portland* CPV-ARI como principal aglomerante, na proporção de 60% em relação à massa total a ser produzida (6,5kg), para cada porcentagem de TiO_2 a ser adicionada; além da quantidade de 33% de calcário (filler carbonático, massa específica = 2,47 ± 0,20 $g.cm^{-3}$) e modificadores reológicos à base de celulose HPMC (hidroxipropilmeteilcelulose) e ADVA, sendo 1% em peso em relação à massa total. Este modificador reológico e o redutor de água são importantes ao processo, pois impedem a separação das fases durante a homogeneização da mistura, garantindo, assim, que a mistura seja extrudável. A formulação empregada na produção dos compósitos foi baseada em estudos anteriores, conforme citado em Mendes (2014).

A fibra utilizada para dar resistência à tração ao compósito foi a celulose branqueada, no total de 5% em relação aos 6,5kg totais produzidos (Figura 2).



Figura 2. Fibra de celulose branqueada.

Com a finalidade de incluir a característica de autolimpeza aos fibrocimentos, foi adicionada a essa mistura o dióxido de titânio (massa específica = 4,62 ± 0,11 g/cm^3), em diferentes concentrações (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) em relação à massa de cimento.

Entretanto, as quantidades mensuradas de TiO_2 foram acrescentadas à mistura retirando-se a mesma quantidade, em massa, de calcário.

Os materiais foram previamente pesados e lançados na argamassadeira, de acordo com a Figura 3-A, sendo a água misturada aos poucos, permanecendo em processo de mistura até obter sua homogeneização. Após esse processo, a massa foi transferida para a extrusora da marca VERDÉS, modelo 052, com velocidade de rotação na rosca helicoidal de 32 rpm. O material foi processado nesse aparelho por 3 vezes antes de se moldarem os corpos de prova para os ensaios, a fim de obter maior homogeneização da mistura, conforme a Figura 3-B.

Os corpos de prova assim moldados têm formato retangular, com dimensões aproximadas de 200mm x 30mm x 20mm (comprimento, largura e espessura, respectivamente), exemplificados na Figura 3-C.

Após a extrusão, para melhorar o processo de cura, os corpos de prova foram colocados em ambientes saturados (sacos plásticos úmidos selados) em temperatura ambiente, por 28 dias, conforme se observa na Figura 3-D.



Figura 3. (A) argamassadeira; (B) material saindo da extrusora; (C) corpos de prova extrusados; (D) processo de cura utilizado.

Os ensaios mecânicos de flexão foram realizados no Laboratório de Resistência dos Materiais da Universidade Federal de Lavras, em uma máquina de ensaios universal.

Para determinar o módulo de ruptura (MOR), módulo de elasticidade (MOE) e o limite de proporcionalidade (LOP), utilizaram-se as seguintes equações 1, 2 e 3:

$$MOR = = \frac{3 * P_{máx} * vão}{2 * b * d^2} MOR = \frac{3 * P_{máx} * vão}{2 * b * d^2} \quad \text{Equação 1.}$$

$$MOE = \frac{vão^3 * (C_2 - C_1)}{4 (D_2 - D_1) * b * d^3} MOE = \frac{vão^3 * (C_2 - C_1)}{4 (D_2 - D_1) * b * d^3} \quad \text{Equação 2.}$$

$$LOP = \frac{3 * C_{LOP} * vão}{2 * b * d} LOP = \frac{3 * C_{LOP} * vão}{2 * b * d} LOP = \frac{3 * C_{LOP} * vão}{2 * b * d^2}$$

$$LOP = \frac{3 * C_{LOP} * vão}{2 * b * d^2}$$ Equação 3.

Onde,

MOR = módulo de ruptura, em MPa;

MOE = módulo de elasticidade, em MPa;

LOP = limite de proporcionalidade, em MPa;

$P_{máx}$ = carga máxima aplicada, em N;

C_{lop} = carga máxima aplicada antes da curva carga-deformação, em N;

b = largura do corpo-de-prova, em mm;

d = espessura do corpo-de-prova, em mm;

C_1 = carga obtida dentro do regime elástico e menor que a C_2, em N;

C_2 = carga obtida dentro do regime elástico e maior que a C_1, em N;

D_1 = deformação obtida dentro do regime elástico e menor que a D_2, em mm;

D_2 = deformação obtida dentro do regime elástico e maior que a D_1, em mm;

Antes da execução do ensaio de flexão, os corpos de prova foram imersos em água por cerca de 24 horas, à temperatura ambiente. Após esse tempo, retiraram-se os corpos de prova da água e enxugaram-se levemente a superfície. Mediram-se, então, três pontos diferentes da largura e da espessura dos corpos de prova com auxílio de um paquímetro digital, a fim de se calcular a média entre as medidas. Em seguida, cada corpo de prova foi posicionado individualmente na máquina universal de ensaios mecânicos para a realização dos ensaios de flexão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades mecânicas avaliadas, módulo de ruptura, módulo de elasticidade e limite de proporcionalidade, dos compósitos submetidos à flexão, estão apresentadas a seguir com a análise de média e desvio padrão.

Observa-se, nas Figuras 4, 5 e 6, que não há diferença estatística com a adição do dióxido de titânio em substituição parcial do calcário nos compósitos estudados. Esse comportamento se deve provavelmente pelo fato de o *filler calcário*, assim como o dióxido de titânio, ser considerado um mineral inerte, atuando como agregado. Portanto,

a substituição entre os materiais não alterou a disposição da fase plástica do compósito, mantendo suas propriedades mecânicas.

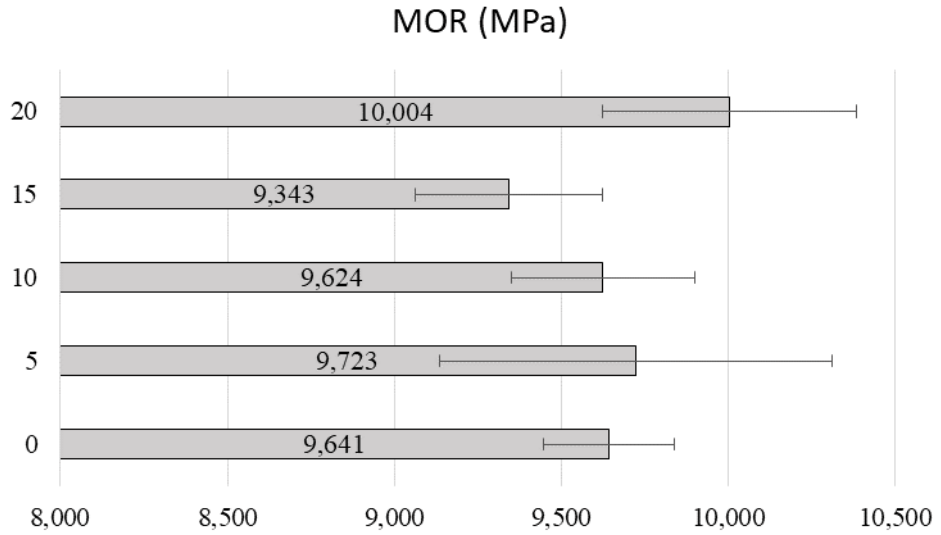


Figura 4. Valores médios e respectivos desvios padrão do modulo de ruptura em relação à porcentagem de adição de dióxido de titânio, em MPa.

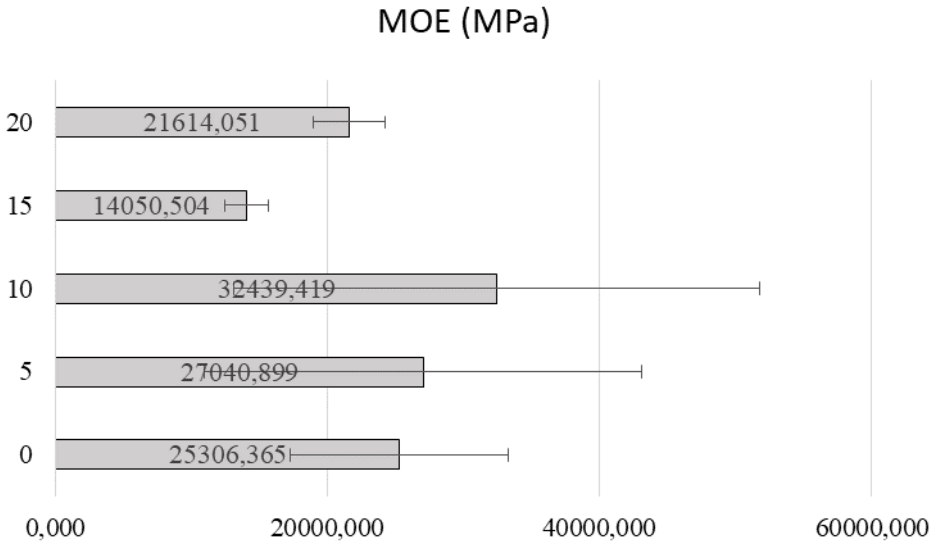


Figura 5. Valores médios e respectivos desvios padrão do modulo de elasticidade em relação à porcentagem de adição de dióxido de titânio, em MPa.

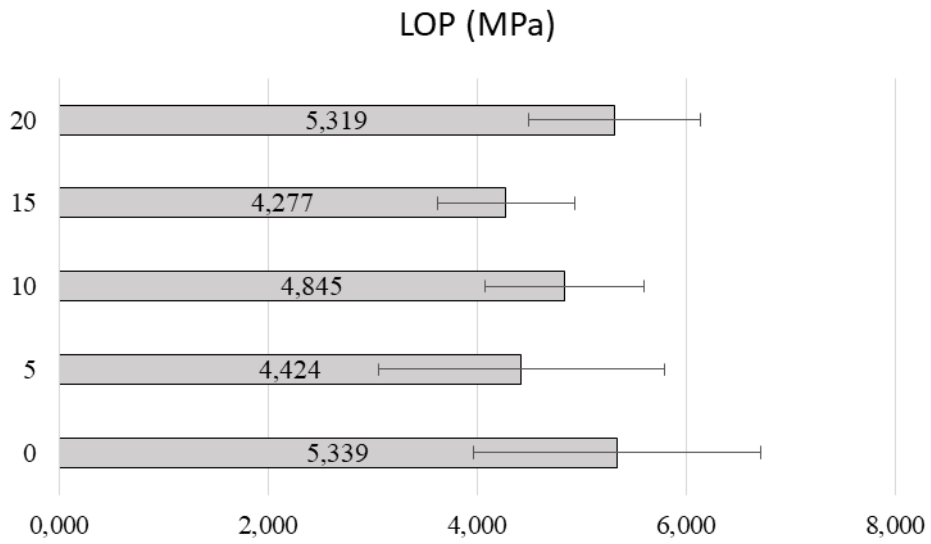


Figura 6. Valores médios e respectivos desvios padrão do limite de proporcionalidade em relação à porcentagem de adição de dióxido de titânio, em MPa.

CONCLUSÃO

A inserção de dióxido de titânio em substituição parcial do calcário na fabricação de fibrocimentos se mostrou viável, quanto aos índices mecânicos avaliados, já que não foram observadas diferenças significativas entre os diversos teores inseridos. Portanto, é recomenda-se o uso de dióxido de titânio fabricação do material. Para trabalhos futuros, aconselha-se aprofundamento na pesquisa para possível processo em larga escala, estudo de custos e outros materiais para avaliação das propriedades físicas e mecânicas. Os autores também recomendam a adição em outras faixas de dióxido de titânio para verificar se os resultados apresentarão o mesmo padrão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERSCH, J. D. Adição de dióxido de titânio (TiO_2) em materiais cimentícios com vistas à obtenção de superfícies autolimpantes. 2015.

CHATTERJEE, D.; MAHATA, A. Photoassisted detoxification of organic pollutants on the surface modified TiO_2 semiconductor particulate system. Catalysis Communications, v.2, n.1, p.1-3, 2001.

DE ARRUDA FILHO, N. T. et al. Resistência mecânica de compósitos cimentícios leves utilizando resíduos industriais e fibras de sisal. Revista Brasileira de Engenharia Agricola e Ambiental-Agriambi, v. 16, n. 8, 2012.

FONSECA, C. S. et al. Micro/nanofibrilas celulósicas de Eucalyptus em fibrocimentos extrudados. CERNE, v. 22, n. 1, 2016.

GARCEZ, E. O. Análise Teórico-Experimental do comportamento de concretos reforçados com fibras de aço submetidos a cargas de impacto. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. 113p.

HA, P. S. et al. Anatase–rutile transition of precipitated titanium oxide with alcohol rinsing. Journal of colloid and interface science, v. 223, n. 1, p. 16-20, 2000.

HOSSEINPOURPIA, R. et al. Production of Waste Bio-Fiber Cement-Based Composites Reinforced With Nano-SiO_2 Particles as a Substitute For Asbestos Cement Composites. Construction and Building Materials, v. 31, p. 105-111, 2012.

LIGOWSKI, E.; DOS SANTOS, B. C.; FUJIWARA, S. T. Materiais compósitos a base de fibras da cana-de-açúcar e polímeros reciclados obtidos através da técnica de extrusão. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 25, n. 1, 2015.

MENDES, R. F. Desempenho de fibrocimentos extrudados produzidos com poupas celulósicas modificadas com silanos. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 158 p., 2014.

RAO, C. N. R.; YOGANARASIMHAN, S. R.; FAETH, P. A. Studies on the brookite-rutile transformation. Transactions of the Faraday Society, v. 57, p. 504-510, 1961.

RODRIGUES FERNANDES, J. et al. Nanopartículas de sílica silanizada como compatibilizante em compósitos de fibras de sisal/polietileno. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 27, 2017.

SALEIRO, G. T. et al. Avaliação das fases cristalinas de dióxido de titânio suportado em cerâmica vermelha (Evaluation of the crystalline phases of supported titanium dioxide in red ceramic). Cerâmica, v. 56, n. 338, p. 162-167, 2010.

SANTOS, J. G et al. Anais do XV CBECIMAT, Natal, RN, p. 71-76. 2002.

TEIXEIRA, R. S. et al. Extruded cement based composites reinforced with sugar cane bagasse fibres. In: Key Engineering Materials. Trans Tech Publications, 2012. p. 450-457

TESSARO, A. B. et al. Compósitos cimentícios reforçados com fibras de eucalipto puras e tratadas com tetraetilortossilicato (TEOS 98%). Ambiente Construído, v. 15, n. 3, p. 47-55, 2015.

WISKY SILVA, D. et al. Cementitious composites reinforced with kraft pulping waste. In: Key Engineering Materials. Trans Tech Publications, 2016. p. 390-39.

MEASUREMENTS RELATIONSHIP AMONG COMPOST BEDDED PACK BARN FARMS IN SIX EUROPEAN COUNTRIES DURING THE WINTER AND SPRING SEASON

Lorenzo Leso[1], Patricia Ferreira Ponciano Ferraz[2], Gabriel Araujo e Silva Ferraz[2], Matteo Barbari[1]

[1]Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry (DAGRI). University of Florence, Via San Bonaventura, 13 – 50145, Florence, Italy. lorenzo.leso@unifi.it, matteo.barbari@unifi.it.
[2]Department of Agricultural Engineering, Universidade Federal de Lavras (UFLA), University Campus, P.O. Box 3037, CEP 37200-000, Lavras, Brazil, patricia.ponciano@ufla.br, gabriel.ferraz@ufla.br

ABSTRACT – Compost bedded pack barn (CBP) is a housing system for dairy cows, which consists of a large area covered with bedding materials where the cows can rest and exercise freely, associated with a feeding area with solid floor. Some vantages of this alternative system are the comfort provided to dairy cows and the possibility to reach higher milk yield. The aim of this paper is to present preliminary results to compose a diagnose of 20 CBP farms measurements in terms of bedded area space per cow, air temperature and relative humidity, pack temperature and pack moisture, collected in six European countries (Italy, Germany, Austria, Sweden; Slovenia; The Netherlands) during the period between November 2017 and May 2018, in order to describe eventual relationship among the farms. During the monitoring period it was observed that Austria presented the highest density of cows per area of facility and CBP located in Italy presented the lowest density. The values of air temperature and relative humidity of the air showed large variations among countries and months. As expected, February resulted to be the coldest month and May was the warmer month. Climate and weather can affect bedding conditions and, consequently, the management in CBP, especially in the winter, because they can influence the evaporation of water from the pack and, consequently, leading to an increase in pack temperature and moisture. During the monitoring period, Slovenian showed the smaller pack temperature and Dutch CBP showed the highest pack, both measured during the winter. These preliminary results showed that maintaining adequate pack temperature and moisture in CBP may be a challenge under European climatic conditions (winter and spring season), even with relatively large space per cow. A high pack temperature may help keeping the bedding dry, especially during the winter period. Further analysis will be performed to better understand bedded pack dynamics and help producers with CBP maintaining a dry and comfortable surface for the cows.
Keywords: Compost-bedded pack barns, Freewalk, dairy cows, housing.

INTRODUCTION

Compost-bedded pack barns (CBP) are an alternative housing system for dairy cows, which is known to potentially improve animal welfare compared with other conventional systems such as free stalls and straw yards (Bewley et al., 2017). Cows in CBP are provided with a large open bedded area on which they can lie, stand and walk

freely. Generally, the CBP system requires a large space per cow, and an adequate animal density is crucial to maintain sufficient pack hygienic conditions. In literature, suggested space allowances in CBP range from 7.4 to more than 15 m^2/cow (considering just the bedded area) depending on climate, barn characteristics, bedding availability and pack management (Janni et al., 2007; Galama et al; 2011).

The most commonly used bedding materials in CBP are sawdust and wood shavings (Janni et al., 2007). Other materials including straw, peanut shells, woodchips and compost have also been used (Galama, 2014; Leso et al., 2018, Favero et al., 2015). The bedded pack is aerated one or two times per day to promote evaporation and maintain a soft and hygienic surface for the cows (Leso et al., 2013). Pack moisture, in particular, seems too deeply affect animal welfare in CBP. High pack moisture has been related to poor cow cleanliness and increased risk of mastitis (Eckelkamp et al., 2016).

In Europe, CBP has spread rapidly over the last few years. Despite that, limited knowledge is available to date about the solutions developed in different countries and their management. The aim of this paper is to present preliminary results to compose a diagnose of the situation and describe relationship among 20 CBP farms measurements (bedded area space per cow, air temperature and relative humidity, pack temperature and pack moisture) collected in six European countries (Italy, Germany, Austria, Sweden; Slovenia; The Netherlands), during winter and spring season (period between November 2017 and May 2018).

MATERIAL AND METHODS

This study is a part of the EU-funded project “FreeWalk” (ERA-NET SUSAN). Such project focuses on alternative housing systems for dairy and beef cattle, including CBP, and will end in 2020.

The study was conducted on 20 commercial dairy farms located in Italy (n. 6), Slovenia (n. 1), Austria (n. 3), Germany (n.6), the Netherlands (n. 5) and Sweden (n.1). All farms included have CBP housing system for lactating cows. In each country, a local research team visited the farms twice during the period between November 2017 and May 2018. All researchers involved received adequate training before the beginning of the experiment to ensure consistency of the data collected. Visits during November,

December, January and February were considered winter visits, while those during March, April and May were considered spring visits.

During the first visit, a data logger capable of measuring air temperature and relative humidity was installed in each barn. The loggers were set to take one measure per hour of both parameters. During each visit, pack temperature at 20-cm depth was measured using a hand-held data logger provided with a penetration thermometer. Each compost barn pack was subdivided in 9 equal areas in which pack temperature was measured. Samples of bedding were collected from the same 9 areas and analysed to determine pack moisture. Samples were dried in a 100°C oven for 24 h and weighted before and after drying to determine pack moisture. At the beginning of the experiment, farms were also surveyed to determine total bedded area in CBP. Number of cows in each barn was obtained from national DHI, which allowed calculating bedded area space per cow. All data were collected and shared using a dedicated web server. Data was processed using Microsoft Excel. Results are presented as mean±SD.

RESULTS AND DISCUSSION

Spaces per cow over the bedded area measured in the CBP involved in the study are summarized in Table 1. Spaces per cow could vary along the world, Barberg et al. (2007) report an average peck area of 8.6 of 8.6 m^2/cow in Minnesota (USA), Black et al. (2013) found 9.0 m^2/cow, Galama (2014) found that in Netherlands to keep the pack dry the bedded area of 15 m^2/cow is recommended, but with pack aeration systems a 12 m^2/cow may be also adequate. According to Black et al. (2013), higher densities may lead to increased pack compaction and excessive moisture. In this study it was found that Austria presented the highest density of cows per area and CBP located in Italy presented the lowest density.

Table 1. Bedded area space per cow measured in the compost-bedded pack barns included in the study grouped by country.

	Bedded space per cow (m^2/cow)		
Country	Min	Mean	Max
Italy	9.45	14.52	23.25
Germany	9.80	14.26	23.80
Austria	4.96	10.35	16.24
Sweden	11.41	11.68	11.94
Slovenia	12.00	12.25	12.50

The Netherlands	11.00	13.50	15.00

The wide geographic distribution of farms included in the project Freewalk allowed observing different climatic conditions. During the monitoring period, February resulted to be the coldest month throughout Europe, with average month temperatures ranging from -2.47°C in Sweden to 3.81°C in Italy (Figure 1). As expected, May was the warmer month with mean temperatures up to 17.04°C in Slovenia. Relative humidity also showed large variations among countries and months, ranging from 59.6% in Germany during November to 95.3% in the Netherlands during December (Figure 2).

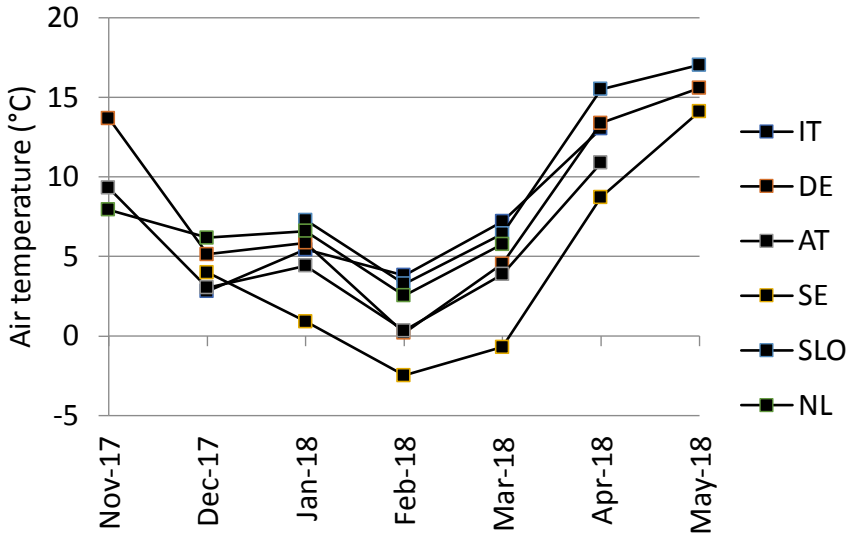


Figure 1. Mean month air temperature measured inside 20 compost-bedded pack barns grouped by country (IT=Italy, DE=Germany, AT=Austria, SE=Sweden; SLO=Slovenia; NL=the Netherlands)

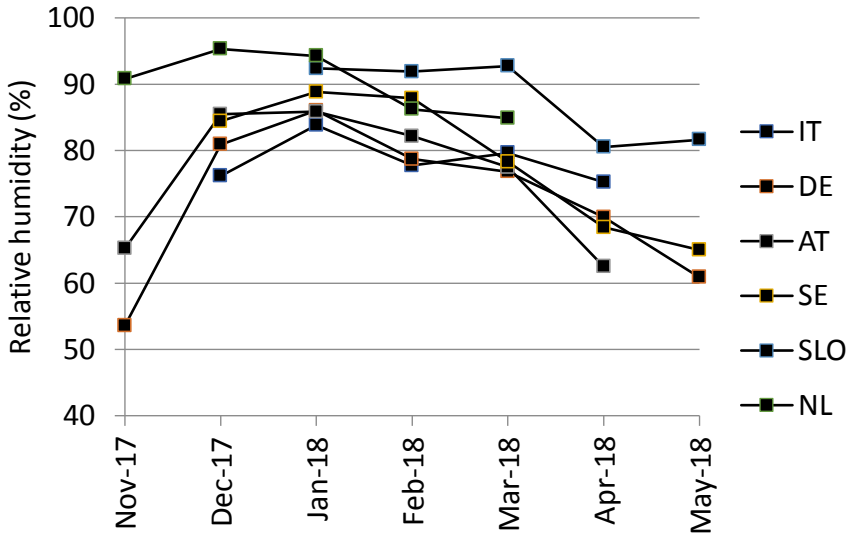


Figure 2. Mean month relative humidity measured inside 20 compost-bedded pack barns grouped by country (IT=Italy, DE=Germany, AT=Austria, SE=Sweden; SLO=Slovenia; NL=the Netherlands)

Climate and weather are known to affect bedding conditions and management in CBP. Winter is certainly the most difficult part of the year as the cold and moist air conditions limit the evaporation of water from the pack, usually leading to an increase in pack moisture (Bewley et al., 2017). To promote pack drying in CBP, authors suggest that a high pack temperature should be maintained, especially during winter. Pack temperatures (at 20-cm depth) and pack moisture measured in the CBP included in this study are reported in Figures 3 and 4. During the monitoring period, pack temperature ranged from 7.9±3.6°C to 31.3±12.8°C, both measured during winter in Slovenian and Dutch CBP, respectively (Figure 3). Pack temperature showed a higher range of variation during the winter period than during spring, confirming that winter weather may pose some challenges in managing CBP.

According to Bewley et al. (2013) and Eckelkamp et al., (2016), CBP require an adequate range of moisture and air temperature for the best functionality. If the air temperature increases consequently pack temperature increases too. This was probably because greater air temperature allowed the pack to maintain a greater heat level.

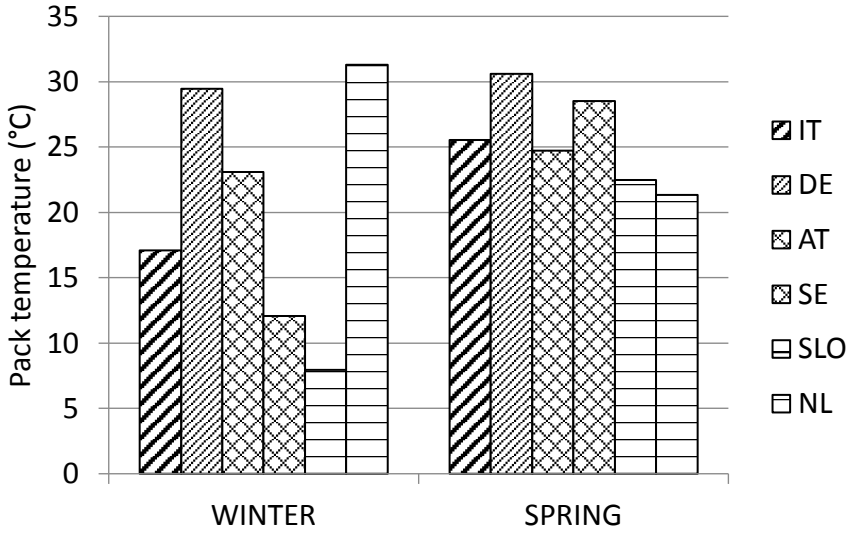


Figure 3. Mean±SD season pack temperature in 20 compost-bedded pack barns grouped by country (IT=Italy, DE=Germany, AT=Austria, SE=Sweden; SLO=Slovenia; NL=the Netherlands)

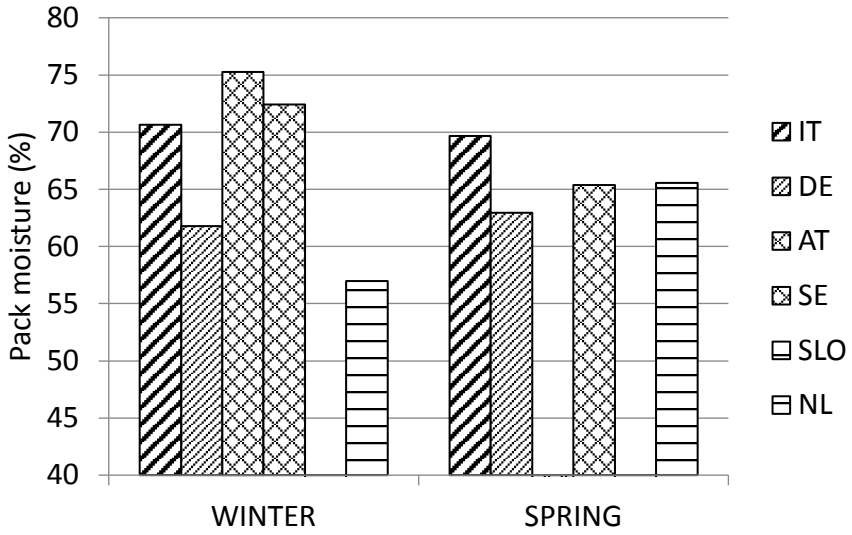


Figure 4. Mean±SD season pack moisture in 20 compost-bedded pack barns grouped by country (IT=Italy, DE=Germany, AT=Austria, SE=Sweden, SLO=Slovenia, NL=the Netherlands)

Pack moisture also showed a higher variation during winter period, ranging from 56.9±4.6% to 75.3±1.1% in Dutch and Austrian CBP, respectively (Figure 4).

Results partially support the concept that, during the winter period, maintaining high pack temperature may help controlling pack moisture in CBP. The relatively high pack temperatures measured during winter in Dutch (31.3±°C) and German CBP (29.4°C) were associate with the lowest pack moistures (56.9±4.6% and 61.8±8.8% in the Netherland and Germany, respectively). High pack moisture measured in Austria (75.3±1.1%) and Italy (70.6±5.0%) during winter instead were linked with low pack temperatures (23.1±5.1°C and 17.7±6.8°C in Austria and Italy, respectively).

When the pack moisture is high it can affect the cow's welfare-related parameters such as cleanliness, that strictly depend on pack management. If pack moisture content increases and the air temperature decreases, consequently herd hygiene score increases. These results corroborate to the made by Eckelkamp et al. (2016) that affirm that pack moisture also decreased with increasing air temperature inside the CBP. The decrease in pack moisture decreased the ability of CBP material to adhere to animals, resulting in a lower hygiene score at greater air temperature. When the pack gets too soft, which may be a consequence of increased pack moisture or incorrect pack stirring, cows may sink into the pack and thus deeply limits cow comfort in CBP leading to undesired behavioural responses. This relationship seems to exist rather independently from bedded space per

cow and weather conditions, which were thought to impact bedding moisture to a larger extent.

CONCLUSIONS

Results showed that maintaining adequate pack temperature and moisture in CBP may be challenging under European climatic conditions, even with relatively large space per cow. A high pack temperature may help keeping the bedding dry, especially during the winter period. Results reported, however, are preliminary and represent just a limited part of the information that will be collected in the longer monitoring period planned for the project "FreeWalk", which will end in 2020. Further analysis will be performed to better understand bedded pack dynamics and help producers with CBP maintaining a dry and comfortable surface for the cows.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was funded by the EU program ERA-NET SUSAN and was developed within the project "FreeWalk". All the researchers of FreeWalk project have collaborated to the collection of data and information.

REFERENCES

BARBERG, A. E.; ENDRES, M. I.; JANNI, K. A. Compost dairy barns in Minnesota: A descriptive study. Appl. Eng. Agric. v.23, p. 231–238, 2007.

BEWLEY, J. M.; ROBERTSON, L. M.; ECKELKAMP, E. A. A 100-Year Review: Lactating dairy cattle housing management. J. Dairy Sci. v. 100, p.10418–10431, 2017.

BEWLEY, J. M.; TARABA, J. L.; MCFARLAND, D.; GARRETT, P.; GRAVES, R.; HOLMES, B.; KAMMEL, D.; PORTER, J.; TYSON, J.; WEEKS, S.; WRIGHT, P. Guidelines for managing compost bedded-pack barns. The Dairy Practices Council. 2013.

BLACK, R. A.; TARABA, J. L.; DAY, G. B.; DAMASCENO, F. A. BEWLEY, J. M. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. J. Dairy Sci. v. 96, p. 8060–8074, 2013.

ECKELKAMP, E. A.; TARABA, J. L.; AKERS, K. A.; HARMON, R. J.; BEWLEY, J. M.. Understanding compost bedded pack barns: Interactions among environmental factors, bedding characteristics, and udder health. Livest. Sci. v. 190, p.35–42, 2016.

FÁVERO, S.; PORTILHO, F.V.R.; OLIVEIRA, A.C.R.; LANGONI, H.; PANTOJA, J.C.F. Factors associated with mastitis epidemiologic indexes, animal hygiene, and bulk milk bacterial concentrations in dairy herds housed on compost bedding. Livest. Sci, v.181, p. 220–230, 2015.

GALAMA, P. J.; BOKMA, S.; VAN DOOREN, H. J.; OUWELTJES, W.; SMITS, M.; DRIEHUIS F. Prospects for bedded pack barns for dairy cattle. Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, NL. 2011.

GALAMA, P.J. On farm development of bedded pack dairy barns in The Netherlands. Report 707.Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, NL. 2014.

JANNI, K. A.; ENDRES, M. I.; RENEAU, J. K.; SCHOPER, W. W. Compost dairy barn layout and management recommendations. Appl. Eng. Agric. v.23, p. 97–102, 2007.

LESO, L.; CONTI, L.; ROSSI, G., BARBARI, M. Criteria of design for deconstruction applied to dairy cows housing: a case study in Italy. Agron. Res. v.16, n. 3, p. 794-805, 2018.

LESO, L.; UBERTI, M.; MORSHED, W.; BARBARI, M. A survey of Italian compost dairy barns. J. Agric. Eng. XLIV, v.17, p.120-124, 2013.

LORA TECNOLOGIA APLICADO EM DISPOSITIVO *IOT* PARA AQUISIÇÃO DE DADOS DE RASTREAMENTO DE ANIMAIS

Alexandre Sales Vasconcelos[1], José Wallace Barbosa do Nascimento[1].

[1]Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande - PB. alexandreufcg@gmail.com, wallace@ufcg.edu.br

RESUMO - A bovinocultura leiteira é um importante setor da economia do país, que vem contribuindo para a segurança alimentar e na melhoria da renda de muitos pecuaristas, em especial os do semiárido brasileiro. No entanto, é um setor ainda pouco tecnificado de nossa agroindústria e carentes de novas propostas que proporcione o aumento da produtividade e redução dos custos concomitantemente buscando melhorar o bem-estar dos bovinos. Em busca de contribuir com a evolução da bovinocultura leiteira foi proposto e avaliado neste trabalho a utilização da rede de comunicação de dados *LoRa*, que é baseada na tecnologia de radiofrequência de longas distâncias e baixo consumo de energia do tipo LPWAN, com o objetivo de verificar o alcance máximo de conexão que a rede baseada em *LoRa* proporciona, bem como, comparar os resultados com os de redes baseada na tecnologia *WiFi*. No experimento realizado dentro do campus da Universidade Federal de campina Grande, na cidade de Campina Grande, foi constatado que a tecnologia de rede proposta foi capaz de cobrir toda a extensão do campus, atingindo distância superiores 600 metros em uma área urbana com alta densidade de construções, esse resultado representa cerca de 6 (seis) vezes a distância de cobertura proporcionado por uma rede *WiFi*.
Palavras-chave: *LoRa*, *IoT*, Agricultura 4.0, Agricultura de Precisão, Automação Agrícola.

INTRODUÇÃO

O agronegócio é uns dos setores da economia brasileira que se manteve em crescimento durante a crise dos últimos anos, em 2016 o Produto Interno Bruto (PIB) do setor de agronegócio apresentou um ganho de 4,48% em comparação a 2015 (CAMARGO et al., 2016), aumentando sua participação no PIB geral de 21,5% para 23% (PORTAL BRASIL, 2016). Já no primeiro trimestre de 2017 o PIB cresceu 1% após dois anos consecutivos de queda, influenciado pelo forte crescimento da agropecuária que obteve uma alta de 13,4% (OLIVEIRA, 2017).

O agronegócio também é um setor muito dinâmico e por isso faz-se necessário o seu constante monitoramento para identificar sinais de mudança e novas tendências tecnológicas. Na Agricultura de Precisão a automação agrícola e as redes de comunicação são áreas que vem ganhando importância no agronegócio brasileiro com o objetivo de

 ISBN: 978-85-66836-24-0

manter ou aumentar os recordes de produtividade sem negligenciar as questões ambientais. Busca-se melhorar os sistemas de gerenciamento das lavouras e criadores, proporcionando-lhes informações mais precisas e que tenha a flexibilidade para serem usados por grandes, médios e pequenos produtores (BERNARDI et al., 2014). Na intersecção dessas áreas surge uma nova tendência que vem chamando atenção. A agricultura ou pecuária 4.0, também conhecida como Agricultura 4.0 (*Farming 4.0*) ou Agricultura Digital (*Digital Farming*).

A Agricultura 4.0 é definida como sendo a evolução da agricultura e pecuária de precisão que baseia-se na utilização intensiva de equipamentos agrícolas com novas tecnologias de sensores e atuadores inteligente integrados por meio de uma rede de comunicação que é utilizada em toda infraestrutura da cadeia produtiva para a coleta de dados (CEMA, 2017). No entanto a infraestrutura de rede de comunicação nas áreas rurais do país é reduzida e em muitos casos de baixa qualidade (SEBRAE, 2017).

Diante disso, fez-se necessário o estudo de novas tecnologias para redes de comunicações de dados em especial a *LoRa* do inglês *Long Range*, uma nova tecnologia de radiofrequência que foi desenvolvida para permitir uma comunicação a longas distâncias com consumo mínimo de energia, que faz parte de um padrão de rede chamado *LPWAN* ou *Low Power Wide Area Network*, e com um custo menor que outras tecnologias com propósitos semelhantes. Seu funcionamento baseia-se em uma rede de topologia estrela, similar a uma rede de celular. Suas principais aplicações são sistemas de *IoT* (sigla em inglês para internet das coisas) como sensores e monitores remotos sobretudo aqueles operados a bateria (ALMEIDA, 2018).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de cobertura proporcionada pela utilização da tecnologia *LoRa* para melhorar a infraestrutura de rede de comunicações de dados *M2M* (*Machine-to-Machine*) ou máquina para máquina aplicada ao agronegócio nas zonas rurais utilizando tecnologias de baixo custo de implementação e operação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no mês de dezembro de 2018 nas instalações do Laboratório de Construções Rurais e Ambiência (LaCRA) do Departamento de Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Campina Grande, localizado na cidade

de Campina Grande, no estado da Paraíba, Brasil. O local tem longitude de 35° 54'26" Oeste e latitude 7° 12'52" Sul, com a altitude média de 512 metros.

Inicialmente foi elaborado os projetos conceituais, diagramas elétricos e do *layout* do hardware do dispositivo embarcado com capacidade de coleta e transmissão de dados de deslocamento que foi denominado de *endpoints*, também foram elaborados os mesmos documentos para o módulo de hardware, denominado nesse trabalho como sendo o *gateway*, que tem a função de interface entre a rede de comunicação baseada na tecnologia *LoRa* com a rede internet que utiliza tecnologia *WiFi*. Na Figura 1 é apresentado o projeto conceitual de toda a plataforma utilizada para avaliar a viabilidade do uso da tecnologia de transmissão *LoRa*.

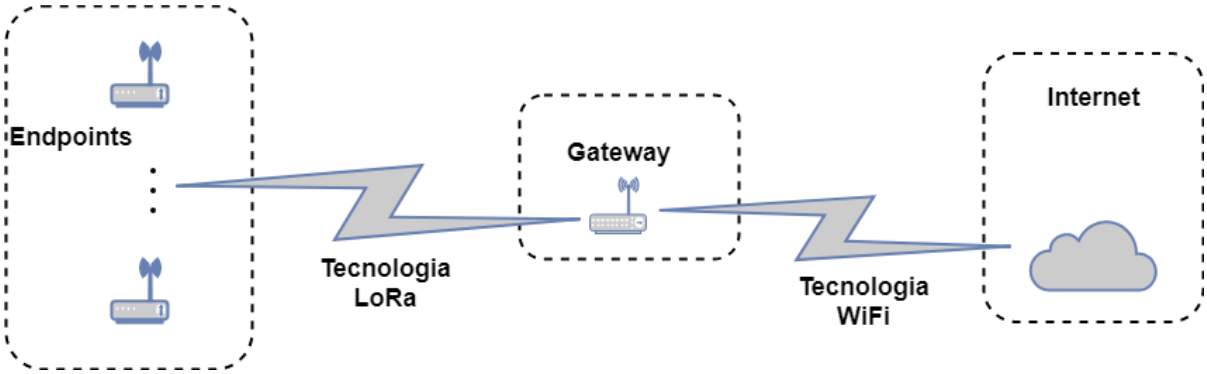


Figura 1. Projeto conceitual da plataforma de aquisição de dados utilizando tecnologia de transmissão LoRa. Fonte: Elaborada pelo autor[4]

Os passos seguintes foram o desenvolvimento do diagrama em bloco do módulo *endpoint* e *gateway*. O diagrama em bloco do módulo *endpoint* pode ser visto na Figura 2. O módulo *endpoint* foi desenvolvido com a função de coletar dados de deslocamento do animal gerados pela *shield GPS*, armazenar temporariamente esses dados e quando solicitado enviá-los para o módulo *gateway* de *interface*. O módulo *endpoint* além do *shield GPS* conta ainda com uma bateria de 3.7V com 1000mA/h como fonte de energia para seu funcionamento.

4 Montagem a parti de figuras disponibilizadas pelo aplicativo draw.io disponível em https://www.draw.io, Acesso em: dezembro de 2018.



Figura 2. Diagrama em bloco do módulo endpoint. Fonte: Elaborada pelo autor[1]

Já o módulo *gateway*, apresentado na Figura 3. Foi concebido com a função de conectar os *endpoints* remotos a uma rede internet. Este módulo *gateway* também faz uso do mesmo microcontrolador e o mesmo transceptor *LoRa* utilizado no módulo *endpoints SX1278 LoRa Ra-02 de 433 MHz* de longo alcance e baixo consumo desenvolvido pela Semtech para implementar modem de comunicação com tecnologia *LoRa*. A alimentação do módulo *gateway* foi feita por uma fonte de 5 volts (V) e 2 amperes (A) ligado diretamente à rede elétrica.

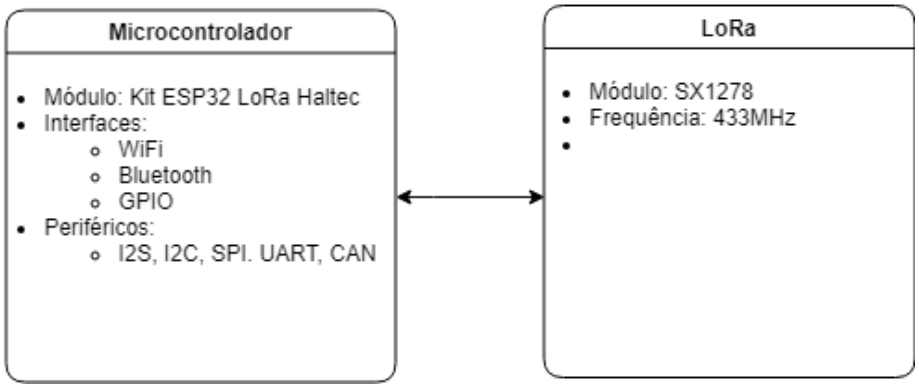


Figura 3. Diagrama em bloco do módulo gateway. Fonte: Elaborada pelo autor[1]

No desenvolvimento dos esquemas elétricos dos hardwares utilizados neste trabalho foi utilizada uma estratégia em ciclos, que tem início na elaboração do esquema elétrico utilizando *software CAD*, testes do esquema em *protoboard* para validação, refinamento e ou correção dos esquemas elétricos, elaboração dos *layouts* das placas de circuito impresso (*Printed circuit board - PCB*) e finalizando na prototipação da *PCB*. Na Figura 4 é mostrado o fluxograma do processo de desenvolvimento e prototipagem das *PCB's* desenvolvida neste trabalho.

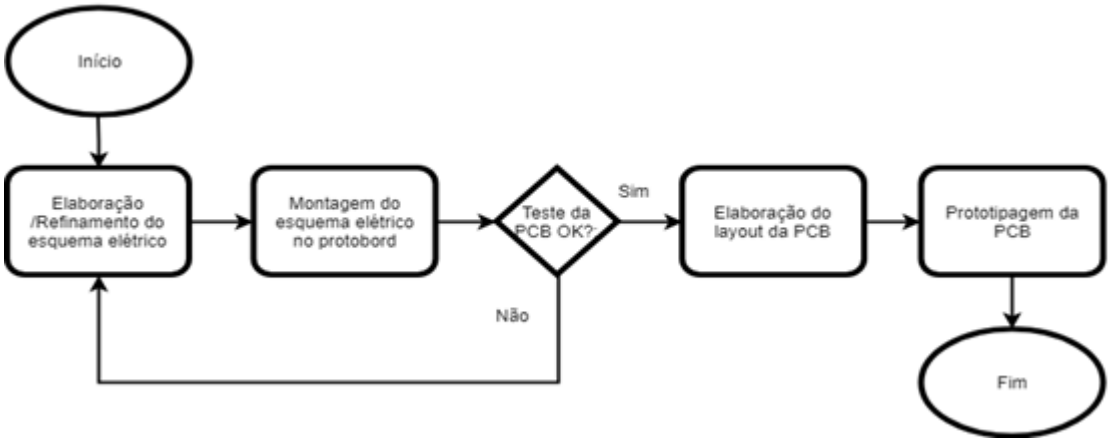


Figura 4. Fluxograma do processo de desenvolvimento e prototipagem de PCB's. Fonte: Elaborada pelo autor[1]

Na elaboração do esquema elétrico foi preciso estudar o diagrama de pinagem (*pinout*) da *shield GPS* e do transceptor *LoRa* para identificar a função de cada pino, elaborar o desenho do esquema elétrico interligando os pinos dos componentes que forem necessários. Nesta etapa foi utilizada a ferramenta EAGLE da AutoCad, por ser um software fácil utilização e de dispor de um grande número de biblioteca de componentes elaborada pela comunidade de usuários desse software. Com o esquema elétrico concluído a elaboração do design das trilhas do circuito impresso (*Layout* da *PCB*) também foi realizada no software EAGLE.

Em paralelo ao desenvolvimento do hardware dos módulos *endpoint* e *gateway*, também foram elaborados os *firmwares*, uma sequência de comandos (programa) que controla o funcionamento do microcontrolador e que são gravados diretamente na memória. Nessa etapa foi utilizado o ambiente de desenvolvimento integrado (*Integrated Development Environment - IDE*) ferramentas que integra a plataforma *Arduino* para escrever os firmwares que foram gravados no microcontrolador dos módulos *endpoint* e *gateway*. A linguagem de programação utilizado na plataforma *Arduino* é a *Wiring*, baseada na linguagem C e C++.

No experimento foi utilizado um módulo *gateway*, instalado no laboratório de construções rurais e ambiência conectado à internet por meio da rede *WiFi* do laboratório. Também foi utilizado um módulo *endpoint* submetido a um deslocamento manual dentro do campus com objetivo de verificar se a infraestrutura proposta nesse trabalho era capaz de cobrir todo o campus mantendo o módulo *endpoint* conectado a rede de dados. O *firmware* do módulo *gateway* foi programado para enviar uma mensagem de texto

numeradas sequencialmente a cada 2 (dois) segundos. Já o *firmware* do módulo *endpoint* foi programado para ler as mensagens recebidas pela rede *LoRa* e apresentar em um LCD a mensagem recebida e a qualidade do sinal, quando o módulo *endpoint* parava de receber as mensagens ou recebia mensagens fora da sequência o responsável pelo deslocamento do módulo registrava no mapa do campus o local da falha de cobertura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 5 apresenta a imagem do mapa da UFCG campus de Campina Grande onde foi realizado o experimento para avaliar o alcance e qualidade da rede de comunicação de dados utilizando a tecnologia *LoRa* proposta nesse trabalho.

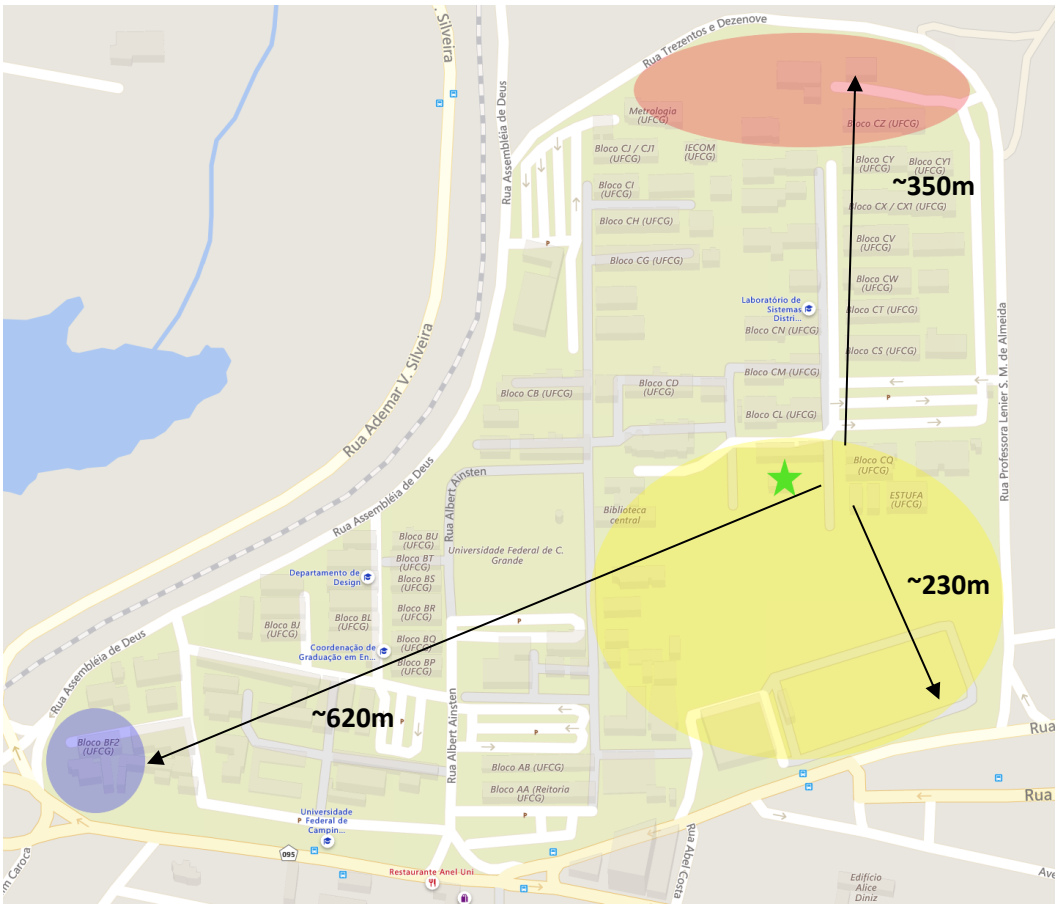


Figure 5. Representação de um mapa da região onde foi realizado o experimento com destaques para a áreas de cobertura da rede baseada em LoRa. Fonte: Elaborada pelo autor[1]

O local destacado na imagem com uma estrela verde indica o site de instalação do módulo *gateway* que também é a localização do prédio do LaCRA. Após a realização do

 ISBN: 978-85-66836-24-0

experimento no qual foram mensurados o nível de sinal recebido pelo módulo *endpoint* e se houve falhas de transmissão durante o trajeto entre o ponto de instalação do módulo *gateway* e os locais de interesse destacados na imagem por área em amarelo, vermelho e azul foi possível fazer o mapa de cobertura proporcionado pela rede em avaliação.

A área destacada em amarelo é a região que apresentou a melhor qualidade de sinal recebido pelo *endpoint* e também não houve nenhuma ocorrência de falha no recebimento das mensagens enviada pelo *gateway*. A maior distância alcançada nessa área entre os módulos *gateway* e *endpoint* foi de aproximadamente 230 metros uma das razões para esse resultado é devido nessa área não existir nenhum obstáculo o que proporciona assim uma visada direta entre os módulos.

Na área destacada em azul o nível de sinal mensurado ainda continua dentro dos limites aceitável para manter uma conexão continua mesmo sendo a região com maior distância entre os módulos g*ateway* e *endpoint* cerca de 620 metros. É importante destacar que no deslocamento entre o local onde o módulo *gateway* foi instalado e o ponto de interesse dentro da área azul houve algumas falhas no recebimento das mensagens enviada pelo *gateway* isso provavelmente ocorreu devido à grande quantidade de construções em concreto localizada nesse trajeto e a variação do relevo.

Outra região que mereceu destaque nesse experimento foi a área destacada em vermelho na imagem. Nessa área apesar de estar a uma distância de 350 metros aproximadamente do local de instalação do módulo *gateway* apresentou um nível de sinal equivalente ao encontrado na área amarela. Uma possível explicação para esse resultado é devido essa região ser a parte mais alta de todo o campus da UGCG.

CONCLUSÃO

A análise comparativa entre as distâncias de alcance do sinal da rede de dados utilizando a tecnologia *LoRa* e uma rede que utilize a tecnologia *WiFi*, a distância alcançada da rede *LoRa* foi cerca de 6 (seis) vezes maiores do que a alcançada pela rede *WiFi*. Essa maior capacidade de alcance da rede *LoRa* proporcionou uma rede com cobertura em quase 100% da área do campus. Os pouco locais onde o sinal apresentava falhas intermitentes eram em áreas com grades construções e que essas falhas poderia ser superadas com a implementação de um protocolo de controle de fluxo de dados.

Conclui-se que é adequado a utilização da tecnologia *LoRa* para implementar redes de dados de longo alcance para aplicações na agroindústria como as encontrada na bovinocultura. Destaca-se também o custo da tecnologia *LoRa*, que atende ao outro pré-requisito, ter baixo custo de implementação e operação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Orlan. Tecnologia Lora: Uma breve explicação e teste prático. Conheça essa nova rede!. EasyIot, 28 de junho de 2018. Disponível em: <https://www.easyiot.com.br/tecnologia-lora/>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2019.

BERNARDI, A. C. DE C. et al. Agricultura de precisão - Resultados de um novo Olhar. 1. ed. Brasília, DF, Brasil: Embrapa, 2014.

CAMARGO, G. S. DE et al. PIB do Agronegócio Brasil. Piracicaba, SP, Brasil: CEPEA, 2016.

CEMA. Digital Farming: what does it really mean? European Agricultural Machinery, p. 9, 2017.

OLIVEIRA, N. DE. PIB cresce 1% no primeiro trimestre após dois anos de queda, Agência Brasil - Últimas notícias do Brasil e do mundo. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-06/pib-cresce-1-no-primeiro-trimestre-do-ano>. Acesso em: 21 fevereiro 2019.

PORTAL BRASIL. Agronegócio deve ter crescimento de 2% em 2017 — Portal Brasil. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/12/agronegocio-deve-ter-crescimento-de-2-em-2017>. Acesso em: 21 fevereiro 2019.

SEBRAE. Tecnologia da Informação no Agronegócio. Sebrae Agronegócios, 2017.

ROTA DO COURO EM CABACEIRAS: DO CURTUME A FESTA DO BODE REI

Ariadne Soares Meira[1], José Wallace Barbosa Nascimento[2], José Ronaldo Brandão Júnior[3], Luiz Ricardo Sales[4], Joab Jorge Leite de Matos Júnior[5]

[1]Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB. ariadnesm_eng@hotmail.com
[2]Prof. Dr. na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB. wallacebosa@hotmail.com
[3]Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB. ronaldopicui@hotmail.com
[4]Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB. desenhistaricardo@gmail.com
[5]Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB. marinhense_97@hotmail.com

RESUMO – No Nordeste brasileiro, a caprinocultura é uma das atividades de maior potencial econômico pois há o aproveitamento total da carne, leite e couro, tendo como subprodutos, artefatos artesanais produzidos com chifre e patas dos caprinos. No cariri paraibano do Brasil, a cidade de Cabaceiras se destaca com a caprinocultura e artesanato em couro, tendo uma festa para homenagear o principal personagem da economia regional: o caprino ou comumente conhecido por bode. Tendo em vista esta potencialidade, a presente pesquisa buscou contextualizar a atividade do curtimento do couro de caprinos, produtos confeccionados com esse couro, beneficiamento de produtos derivados do leite e carne, no município de Cabaceiras-PB, agregando os aspectos sociais desta atividade e modificações causadas ao ambiente, sugerindo intervenções estruturais arquitetônicas e paisagísticas, para ampliação da atividade coureira e inserção da atividade turística, na região. Para que os objetivos fossem atingidos, utilizou-se por metodologia visitas *in locus* a região coureira, sendo elaborado um arsenal fotográfico, referenciamento geográfico e entrevista com os habitantes da localidade sobre as potencialidades do distrito. Obtendo-se por resultados que, a elaboração da rota, divulgação e aprimoramento das técnicas de curtimento do couro, traria mais interesse a população turística, incrementando ainda mais a renda dos habitantes.
Palavras-chave: Cariri. Curtimento. Caprinocultura.

INTRODUÇÃO

No Brasil a caprinocultura é uma das práticas pecuárias mais antigas ocorrendo nas cinco regiões do país, porém, sendo mais presente no Nordeste, por apresentar fatores favoráveis como adaptação do rebanho a regiões de clima quente, baixo investimento inicial, lucro a curto prazo, diversificação dos produtos derivados dos caprinos e fácil apropriação sociocultural (BATISTA, 2015).

Segundo o Censo Agropecuário realizado pelo IBGE (2017), o rebanho de caprinos no Brasil permeavam os 9,7 milhões de cabeças onde, 92% delas são criadas e manejadas no Nordeste brasileiro, muito embora o maior consumidor de carne caprina seja a região Sudeste do Brasil.

No manejo de caprinos para corte, o couro é tido como subproduto, porém, o seu aproveitamento é integral e empregado em artefatos para uso na caatinga do semiárido nordestino como gibão, celas, chapéus, assim como na fabricação de acessórios, bolsas e calçados (TELES, 2014). Porém, para Jacinto (2007), mesmo sendo considerado subproduto da atividade da caprinocultura, o couro tem valor agregado e tão representativo quanto o valor da carcaça do animal.

Os preços dos produtos derivados dos couros oriundos dos pequenos ruminantes têm atingido níveis formidáveis, razão porque novos empresários estão aderindo à atividade. Com nova mentalidade incorporada aos sistemas produtivos, certamente o mercado das peles e couros sofrerá um incremento exponencial, uma vez que matéria-prima de qualidade e em maiores quantidades será colocada à disposição das indústrias (JACINTO, 2007).

Sabendo de tal potencial econômico do couro, o distrito de Ribeira, situado a 14 km do centro do município de Cabaceiras, tem o couro como principal fonte de renda, e destaca-se na região com a fabricação e venda de diversos artefatos confeccionados manualmente por artesãos locais.

Na localidade, estes profissionais, se mobilizam através da Arteza - Cooperativa dos Curtidores e Artesãos em Couro - para comercialização dos produtos e contato com entidades gestoras, como o Sebrae.

Já na Festa do Bode Rei, o bode ou caprino, fica em evidencia onde são recriados cenários de antigos castelos, com muradas reais, praça e a residência de sua majestade, o bode. Durante o evento também acontece o desfile da “comitiva real”, composta pelo “Bode Rei”, a “Cabra Rainha”, o príncipe e a princesa nas principais ruas da cidade.

Tendo em vista esta potencialidade coureira da região e a importância no caprino na cultura local, o presente trabalho traça a ‘rota do couro’ como potencialidade turística no distrito de Ribeira, PB, propondo a integração entre turistas e artesãos desde a produção e manejo dos caprinos, passando pelo curtimento do couro, confecção dos artefatos e culminando na Festa do Bode, onde o animal é evidenciado e reverenciado por quem tira dele o seu sustento.

MATERIAL E MÉTODOS

Para delineamento da Rota do Couro, o trajeto foi realizado de carro, com registros fotográficos dos trechos a serem percorridos. Em alguns locais, o acesso é restrito a trilha a pé ou de bicicleta o que, no momento, não era possível de ser executado (Figura 1).



Figura 1. Acesso as trilhas que compõem a Rota do Couro.

Serão aproximadamente 67 km de trilha que poderão ser percorridas, entre cidades, de carro ou bicicleta, e ao chegar nos lajedos e na Ribeira, percorridas a pé para apreciação minuciosas das belezas locais.



Figura 2. Trecho a ser percorrido (Campina Grande - Ribeira).

Ao chegar a Ribeira, foram realizadas entrevistas informais com os habitantes do distrito sobre a importância do couro na comunidade, a criação de caprinos e a festa do Bode Rei. Após esta feita, foi elaborado um arsenal fotográfico que englobou a arquitetura do distrito da Ribeira, o curtume, a ARTEZA, apriscos e manejo dos caprinos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A integração da Rota do Couro a famosa Rota dos Lajedos, trará maior visibilidade ao distrito da Ribeira e aumentando ainda mais o potencial courístico local.

O roteiro se propõe a, após visitar as formações rochosas, levar o turista do aprisco, onde são manejados os caprinos, até as fabriquetas de artefatos de couro e à loja da Arteza, onde esses artefatos podem sem adquiridos.

A rota inicia-se na saída da cidade de Campina Grande (Figura 3), situada a 120 km da capital, João Pessoa. Campina Grande é tida como cidade universitária, tendo ainda um dos maiores polos calçadistas da região, onde muitos dos calçados são confeccionados com couro advindo do distrito da Ribeira.



Fonte: Google Maps (2019)
Figura 3. Rota do Couro saída Campina Grande – PB.

A primeira parada da rota seria no sítio arqueológico conhecido como Serra do Bodopitá, na cidade de Queimadas (Figura 4), a 16 km da cidade de Campina Grande seguindo pela BR-104. A formação mais conhecida da localidade é a Pedra do Touro, existindo ainda um complexo com outras tantas formações rochosas em seu entorno.



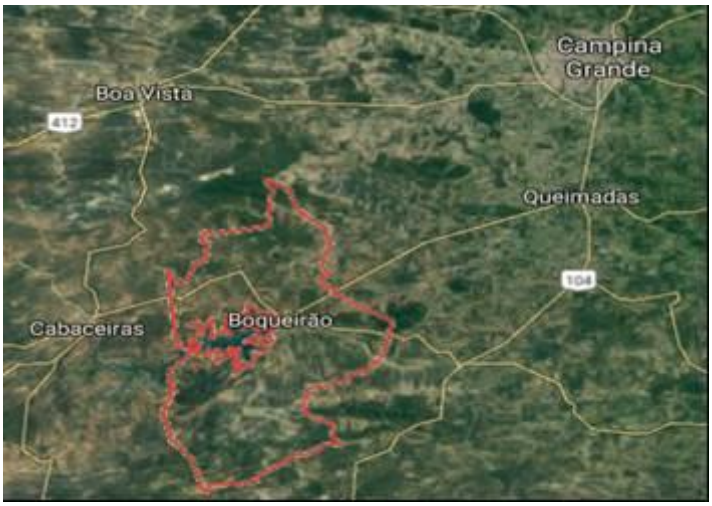
Fonte: Google Maps (2019)
Figura 4. Primeira parada Queimadas – PB.

Para a segunda parada da rota, partindo da cidade de Queimadas pela PB-148, a pouco mais de 20 km chega-se ao município de Caturité (Figura 5). A aproximadamente 5 km do centro da cidade, está situada a Serra de Caturité, onde existem formações rochosas com grande potencial de exploração turística.



Fonte: Google Maps (2019)
Figura 5. Segunda parada Caturité - PB

Na terceira parada, será visitado o Lajedo do Marinho, a 15 km do centro da cidade de Boqueirão (Figura 6). Cidade com pouco mais de 16 mil habitantes, que tem um dos belos locais para apreciar o poente e o nascer do Sol, no Semiárido.



Fonte: Google Maps (2019)
Figura 4 Terceira parada Boqueirão - PB

A última parada da rota é antes de chegar à cidade de Cabaceiras (Figura 7), 14 km adentro, por uma estrada não pavimentada, onde chega-se ao distrito da Ribeira, o polo do couro da região.



Fonte: Google Maps (2019)
Figura 7. Quarta parada Ribeira de Cabaceiras – PB

Um ponto em evidência é a arquitetura local. Fachadas preservadas de uma arquitetura com trechos portugueses do século XVIII que trazem um ar de cidade do interior característico (TEIXEIRA, 2006).

 ISBN: 978-85-66836-24-0



Figura 8. Arquitetura da Ribeira.

Os apriscos onde são criados os caprinos, são rústicos e o manejo é realizado pelos pequenos criadores e os integrantes de sua família.



Figura 9. Rusticidade do aprisco.

Os animais são soltos durante o dia e presos ao cair da tarde pois o alimento é escasso e os criadores optam por deixar que os próprios animais procurem alimento. Alguns poucos criadores que se destinam a criação de caprinos para obtenção de leite é que criam seus animais presos e investem um pouco mais na ambiência, alimentação e manejo destes.

Ao chegar a Ribeira, é fácil notar que os artesãos impõem características próprias em suas peças, mesmo com traços semelhantes a outras, cada peça tem sua particularidade. A difícil tarefa de domar o couro e fazer maravilhas utilitárias e artísticas foi repassada como legado vivo de geração em geração.

Há, em pleno funcionamento, com várias famílias trabalhando, o artesanato em couro, na confecção de carteiras, cintos, bolsas, botas, chapéus, arreios, selas, mantas, ternos de couro, sandálias, etc.



Figura 10. Artefatos em couro de bode.

Para o curtimento, existem oito curtumes localizados no distrito de Ribeira, onde está instalada a ARTEZA, que usa processo de curtimento bio leather, através de produtos de origem natural, com baixíssimo nível de tratamento químico. Ao todo são 42 sócios-artesãos membros da Artesa, cuja sede central está localizada na Ribeira, a 14 km do centro de Cabaceiras. São 11 fabriquetas especializadas em couro de bode, que geram ocupação para aproximadamente 140 pessoas (ALVES *et al.*, 2008).



Figura 11. a) Couro a ser curtido; b) Curtume.

Um dos problemas encontrados no curtume de couro via crômio é a toxicidade desse metal. A reformulação desse processo buscando a redução do impacto ao meio

ambiente levou ao desenvolvimento do uso de extratos vegetais para o curtume de couro. Os extratos aquosos de Angico preto permite o tratamento do couro de uma maneira que as propriedades mecânicas do produto acabado atinjam as devidas necessidades. A cooperativa de curtume no município de Cabaceiras, Paraíba, utiliza 200 toneladas ano de cascas de angico, confirmando que o uso deste extrato leva a produtos de couro com boa qualidade (PEREIRA FILHO *et al.,* 2013).

Os produtos confeccionados no distrito de Ribeira ganham maior visibilidade nos períodos festivos, ocorridos no próprio distrito através da festa do Padroeiro São Paulo e, principalmente, na Festa do Bode Rei. A Festa de São Paulo atrai turistas ao local no mês de janeiro, quando acontecem as comemorações religiosas, ressaltando a fé local e atraindo fieis de outras localidades, e servindo como vitrine dos produtos derivados do couro, confeccionados pelos artesões da região.

A importância do turismo como alternativa de desenvolvimento para o semiárido tem sido confirmada em seus resultados concretos, onde a partir destes resultados, segue-se na tentativa de inserção da rota do couro na rota dos lajedos. A projeção é que a rota tenha duração de dois dias inteiros onde o primeiro pernoite será no município de Boqueirão onde se pode contar com hotéis e pousadas para repouso dos viajantes e renovação das forças para o dia seguinte.

CONCLUSÕES

Uma cidade com menos de cinco mil habitantes, recebe hoje quarenta mil visitantes em apenas uma semana durante a Festa do Bode. A arquitetura local é um ponto atrativo que pode ser ressaltado.

A exaltação dos caprinos e a disseminação do uso de artefatos coureiros assim como peças artesanais, eleva ainda mais a possibilidade a inclusão de uma Rota do Couro na região.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. J. A.; SOUZA, E. N. DE; ARAÚJO, M. A. DE. Estudo descritivo da tipologia turística do município de Cabaceiras – Paraíba. Caderno Virtual de Turismo, Vol. 8, N° 3, 2008.

BATISTA, N. L. SOUZA, B. B. DE. Caprinovinocultura no semiárido brasileiro - fatores limitantes e ações de mitigação. UFCG. V. 11, n. 2, p. 01-09, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Índice de Produção Pecuária: produção da pecuária municipal, 2019.

JACINTO, M. A. C.; LEITE, E. R.; REIS, F. A. Peles e couros ovinos e caprinos – indústria e mercado. I Simpósio sul brasileiro de ovinos e caprinos/ XIII simpósio paranaense de ovinocultura/ i simpósio paranaense de caprinocultura, 2007.

PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, A.M.A.; CÉZAR, M.F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.14, n.1, p.77-90, 2013.

TEIXEIRA, M.C. (2006) A influência dos modelos urbanos portugueses na origem da cidade brasileira. Anais... IV Seminário História da Cidade e do Urbanismo. Rio de Janeiro: Ed. PROURB-FAU-UFRJ.

TELES, MIGUEL. Conversando com a sua História. n.º 03, 2014.

PROPRIEDADES DE FLUXO DO MALTE PILSEN PARA PROJETO DE SILO VERTICAL

Valneide Rodrigues da Silva[1], Jose Wallace Barbosa do Nascimento[2], Ariadne Soares Meira[3]

[1]Doutoranda em Engenharia de Processos, UFCG, Centro de Ciência e Tecnologia, Campina Grande-PB. [2]Prof. Dr. Da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB. wallacebosa@hotmail.com rval707@gmail.com. [3]Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB. ariadnesm_eng@hotmail.com

RESUMO - A produção de malte, como uma das principais matérias-primas da cerveja, que consiste na germinação artificial do grão de cevada, sob condições de temperatura e umidade controladas em curto período de tempo. Esta germinação controlada tem como objetivo a ativação e a produção de enzimas que agirão nas substâncias de reserva do grão, transformando-as em compostos de menor massa molecular que irão possibilitar a ativação dos sistemas biológicos do processo de fabricação de cerveja, como a fermentação alcoólica. O trabalho teve como objetivo determinar propriedades do malte pilsen que são: densidade consolidação (γ), ângulo de atrito interno (ϕ), efetivo ângulo de atrito interno (δ), coesão (C) e ângulo de atrito com a parede (ϕ_w) e as propriedades da consolidação de 24hs do malte pilsen. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Construções Rurais e Ambiência (LaCRA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB. O teste do teor de umidade foi efetuado com três repetições utilizando-se aproximadamente 10 g de produto para cada repetição. Para aquisição dos dados, utilizou-se o aparelho de movimento de translação (TSG 70-140) conhecido como Jenike Shell. De posse dos resultados e com auxílio de um programa de computação gráfica, foram traçados gráficos de tensão normal versus tensão de cisalhamento (σ,τ), para as cargas utilizadas, o que possibilitou traçar semicírculos de Mohr. Os grãos de malte pilsen foram classificados como produto granular sem característica coesiva;
Palavras-chave: pressão, consolidação, projeto de silo

INTRODUÇÃO

A cevada, que teve a origem no Oriente Médio, foi uma das primeiras plantas domesticadas para consumo humano, sendo o quinto grão mais produzido no mundo com cerca de 2,079 bilhões de toneladas, safra 2017/2018 (ICG, 2018). No Brasil, dados do IBGE (2018) a produção foi de 325.081 toneladas é quase exclusivamente para a produção de cerveja, como também é empregada na alimentação humana, seja na forma de malte utilizado na fabricação de alimentos e medicamentos; de farinhas ou flocos destinados à composição de produtos de alimentação infantil, panificação (pães, doces e confeitos) e dietéticos; e de sucedâneos de café (MORI; MINELLA, 2012).

 ISBN: 978-85-66836-24-0

Malte é o produto da germinação de cereais (VENTURINI, 2013). Todos os grãos de cereais, por exemplo, cevada, trigo, sorgo, centeio, milho, aveia e arroz podem ser transformados em malte através do processo de maltagem (MARTINS, 2015). Entretanto, a cevada é o cereal mais utilizado para a produção de cerveja devido sua maior facilidade de maltagem, além de possuir alto teor de amido, prover nutrientes suficientes para as leveduras e conferir sabor, aroma e odor característico a cerveja (VENTURINI, 2013).

A transformação da cevada em malte é realizada por meio do processo de maltagem, que é dividido em três etapas: maceração (embebição), germinação e secagem. Para a maceração, espera-se que o grão alcance teor de água para incrementar o metabolismo, quando ocorrem as transformações bioquímicas necessárias para a modificação do grão. A próxima etapa é a germinação, quando o grão é estimulado a germinar e há ativação e formação de várias enzimas como glucanases, amilases, e parte das hemicelulases e proteases (BELETI, 2012). Por fim, a secagem encerra os processos químico-biológicos e fornece o sabor, o aroma característico e a cor específica do malte (MCELROY; JACOBSEN, 1995).

O malte é a cevada modificada por meio de um processo físico-químico que envolve germinação em condição controlada, denominado maltagem. Cujo o seu principal objetivo é a síntese e ativação de enzimas. Essas enzimas são necessárias para a transformação do amido insolúvel em substrato solúvel, facilmente digerido pelas leveduras, e para a solubilização de proteínas, aumentando a disponibilidade de aminoácidos, também importantes no processo (KUNZE, 1999). Outros objetivos da maltagem são modificar o grão fisicamente, reduzindo a sua resistência e desenvolvendo a cor do malte.

Na germinação, a umidade e a temperatura são controladas, e os grãos permanecem durante 4 a 5 dias, que é o tempo que levam para atingir uma 14 adequada modificação (CRUBER, 2001). A temperatura deve situar-se próxima a 18^{o}C, e se necessário proporcionar ventilação adequada para garantir a respiração dos grãos e evitar um nível de umidade elevado. Isso contribui para reduzir a concentração de dióxido de carbono resultante da respiração. No final, é obtido o malte verde que possui as enzimas e o nível de desagregação do endosperma desejado e que se encontra com um teor de umidade de 40 a 44%, momento este em que deve ser interrompida a germinação (PINTO, 2013).

A germinação é interrompida pela secagem dos grãos de malte, que ocorre em secadores, que trabalham com fluxo de ar quente, para a remoção da umidade do grão. É

nessa fase que se incorpora a maior parte do sabor característico do malte ao grão. É uma etapa onde se definem parâmetros importantes para a obtenção de um produto final com as características e qualidade desejada. O objetivo principal é interromper as reações bioquímicas no grão e fixar as suas características. A umidade do malte é reduzida de 45% para 4-5%. Após este processo o malte permanece no secador para resfriamento e em seguida segue para os silos onde é armazenado (BELETI, 2012). Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo determinar experimentalmente as propriedades físicas, de fluxos e consolidação de 24hs de uma determinada massa de grãos do malte pilsen em silos.

0 conhecimento das propriedades físicas e de fluxos dos materiais biológicos é de fundamental importância em projetos de engenharia envolvendo dimensionamento de maquinas e equipamentos. Esse conhecimento é útil com problemas relacionados com fenômenos de transferência de calor e massa durante a secagem e armazenamento de produtos com altos níveis de umidade. No Brasil, onde se apresenta uma enorme produção agrícola e onde as perdas, pelas mais diversas razoes, também são grandes, as pesquisas nesse campo são praticamente inexistentes e em muitos casos utilizamo-nos de dados de produtos similares de outros países que nem sempre e são os mais corretos e adequados.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Construções Rurais e Ambiência (LaCRA) do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande– PB.



Figura 1. Malte Pilsen utilizado no ensaio.

Com o teor de umidade de 8% o malte pilsen foi determinado antes e durante os ensaios nos quais foram coletadas amostras com o objetivo de avaliar a influência da sua

variação, nas propriedades de fluxo dos produtos. O teor de umidade utilizado no malte pilsen foi de 8%

Os testes do teor de umidade foram efetuados com três repetições utilizando-se aproximadamente 10 g de produto para cada repetição. As amostras foram colocadas em recipientes de alumínio, pesados em balança digital com precisão de 0,001 g para se obter o peso úmido (Pu) do produto e levados à estufa a temperatura de 105º C, com tolerância de ± 3º C, durante 24 horas; em seguida, foram resfriados em dessecador e novamente pesados obtendo-se o peso seco (Ps). Os teores de umidade foram calculados com uso da seguinte expressão:

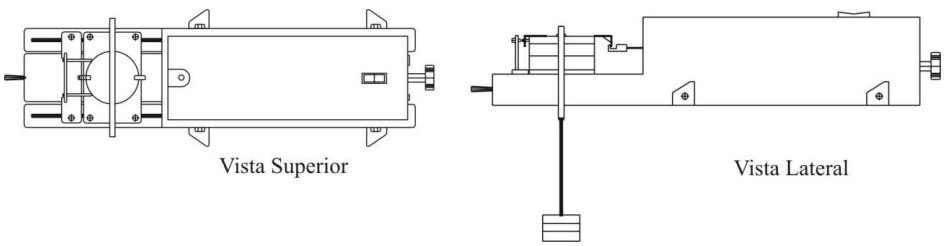
$$TU(\%) = \frac{Pu - Ps}{Pu} * 100 \quad (1)$$

Para impedir grandes variações no teor de umidade no produto os ensaios foram conduzidos em área climatizada.

As propriedades de fluxo inquiridas neste trabalho foram: peso específico em função da consolidação (γ), ângulo de atrito interno (ϕ), efetivo ângulo de atrito interno (δ), coesão (C) e ângulo de atrito com a parede (ϕ_w).

Adotou-se, para determinação das propriedades de fluxo, a metodologia recomendada pela British Materials Handling Board – BMHB (1985) e, para aquisição dos dados, utilizou-se o aparelho de movimento de translação (TSG 70-140) observado na Figura 2

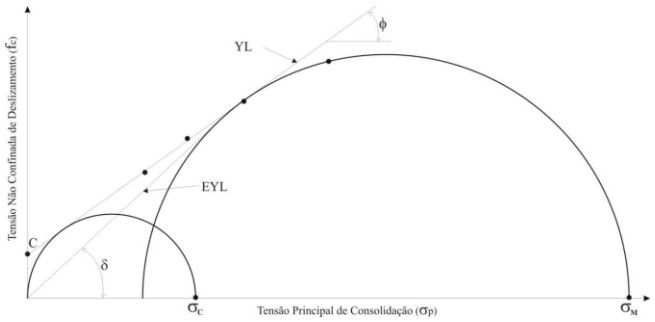
Jenike (1964) deu grande contribuição científica ao desenvolver um aparelho de cisalhamento direto apropriado para produtos sólidos denominado de "Jenike shear cell". Com o citado equipamento, é possível determinar os esforços sobre os quais o produto estará sujeito durante o armazenamento e nas condições de fluxo preditas para acontecer no silo conforme Figura 1.



Fonte Lopes Neto, 2009

Figura 2. Célula de cisalhamento direto e aparelho (TSG 70-140).

De posse dos resultados e com auxílio de um programa de computação gráfica, foram traçados gráficos de tensão normal versus tensão de cisalhamento (σ,τ), para as cargas utilizadas, o que possibilitou traçar semicírculos de Mohr.



Fonte: Lopes Neto, 2009

Figura 3. Lugares geométricos e ângulos de atrito interno.

O ângulo de atrito com a parede (ϕ_w) foi determinado pelo mesmo equipamento descrito acima, com pequena mudança na base do anel inferior da célula de Jenike pelo tipo de material de parede (alumínio, aço liso e aço rugoso), e também a carga adotada. Os materiais de parede analisados foram escolhidos por serem frequentemente empregados na construção de silos.

Para a determinação das propriedades de fluxo em função do tempo de armazenagem, após a fase de pré-cisalhamento, cada amostra foi transferida para a bancada de consolidação, Figura 3, onde permaneceu durante 24 h sob a ação de cargas normais pré-definidas; decorrido este período, as células foram transferidas para o aparelho de cisalhamento direto e determinada a tensão de cisalhamento, em função do tempo. A bancada de consolidação tem capacidade para seis amostras inseridas em uma cápsula de acrílico para evitar que a umidade do ar externo interferira nos testes.



Figura 4. Bancada de consolidação.

Tabela 1. Os níveis de cargas normais adotados neste trabalho.

Cargas Normais		
Pré-cisalhamento (N)	Cisalhamento (N)	Atrito com a parede (N)
70	50 ; 35 ; 20	50 ; 40 ; 30 ; 20 ; 10 ; 4,4
50	35 ; 20 ; 10	
35	20 ; 10 ; 07	

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os resultados das seguintes propriedades de fluxo: coesão (C), ângulo de atrito interno (ϕ), o efetivo ângulo de atrito (δ), angulo de atrito com a parede (ϕ_w), densidade consolidada (γ) do malte pilsen, obtidos nos ensaios de cisalhamento direto, com o teor de umidade de 8% b.u, para o ensaio instantâneo.

Analisando os valores obtidos para o malte pilsen observou-se que o intervalo de valores dos limites inferior e superior do ângulo de atrito interno (ϕ) em função do teor de umidade, foi de 30 e 33°, respectivamente; o efetivo ângulo de atrito interno (δ) apresentou os seguintes resultados para o intervalo dos limites inferior e superior, de 29 e 35°, respectivamente.

Tabela 2. Propriedades físicas e de fluxo do malte pilsen no ensaio instantâneo.

Produto	**T.U (%)**	**Carga (N)**	**C (Pa)**	**ϕ (°)**	**δ (°)**	**(γ)**	**(ϕ_w)**			
		70	601,59	33	30		Aço liso		Aço rugoso	
Malte Pilsen	8	50	531,63	32	29	0,5756	i	s	i	s
		35	216,87	33	35		6,2	6,9	9,6	13,1

Na Tabela 3 encontram-se os resultados das seguintes propriedades de fluxo: coesão (C), ângulo de atrito interno (ϕ), o efetivo ângulo de atrito (δ), angulo de atrito com a parede (ϕ_w), densidade consolidada (γ) do malte pilsen, obtidos nos ensaios de consolidação, com o teor de umidade de 8% b.u.

Analisando os valores obtidos para o malte pilsen observou-se que o intervalo de valores dos limites inferior e superior do ângulo de atrito interno (ϕ) em função do teor de umidade, foi de 30 e 33°, respectivamente; o efetivo ângulo de atrito interno (δ) apresentou os seguintes resultados para o intervalo dos limites inferior e superior, de 29 e 35°, respectivamente.

Nascimento et al. (1996), determinaram ensaios com os mesmos materiais de parede e produto e encontraram ângulos próximos aos deste trabalho para determinação das propriedades de fluxo realizada neste trabalho

Na mesma tabela 2 se encontram os valores de ângulo de atrito com materiais de parede ensaiados (aço liso e aço rugoso) para o malte pilsen com teor de umidade de 8% bu, observou pequena diferença nos ângulos do aço liso, o mesmo não se aplica para o aço rugoso que apresentou os seguintes valores 9,6 e 13,1°para os seguintes materiais de parede: aço liso e aço rugoso.

Os materiais de parede estudados foram aqueles que, frequentemente, são ou poderão ser utilizados nas construções de silos verticais cilíndricos ou prismáticos, tanto em níveis de fazenda como de indústria, para que se possa oferecer, aos projetistas, dados para os cálculos de pressões atuantes no corpo e na tremonha dos silos, na predição de tipos de fluxo.

Nascimento et al. (1996), determinaram ensaios com os mesmos materiais de parede e produto e encontraram ângulos próximos aos deste trabalho. A determinação das propriedades de fluxo realizada neste trabalho

Fazendo uma comparação entre o ensaio instantâneo e tempo de consolidação de 24hs observou-se que com a diminuição das cargas ocorreu aumento significativo aumento da coesão no teor de umidade de 8%, para o ensaio instantâneo, para o tempo de consolidação ocorreu um aumento significativo na cara de 50N.

Tabela 3. Propriedades físicas e de fluxo do malte pilsen no ensaio de consolidação de 24 hs.

Produto	T.U (%)	Carga (N)	C (Pa)	ϕ (°)	δ (°)	γ (g/cm^3)
Malte Pilsen	8	70	1086,90	30	25	0,5756
		50	1632,96	34	31	
		35	369,2	35	32	

Na Tabela 3 encontram-se os resultados das seguintes propriedades, obtidas nos ensaios de consolidação, com o teor de umidade de 8% b.u.

Analisando os valores obtidos para o malte pilsen observou-se que com a diminuição da carga o intervalo de valores dos limites inferior e superior do ângulo de atrito interno (ϕ) em função do teor de umidade de 8%, aumentou de 30 para 35°, respectivamente; o efetivo ângulo de atrito interno (δ) apresentou os seguintes resultados

para o intervalo dos limites inferior e superior, de 25 e 32°, respectivamente. Já a coesão ocorreu uma variação onde na carga intermediaria ouve um aumento significativo.

Nascimento et al. (1996), determinaram ensaios com os mesmos materiais de parede e produto e encontraram ângulos próximos aos deste trabalho. A determinação das propriedades de fluxo realizada neste trabalho

Na mesma tabela 2 se encontram os valores de ângulo de atrito com materiais de parede ensaiados (aço liso e aço rugoso) para o malte pilsen com teor de umidade de 8% bu, observou pequena diferença nos ângulos do aço liso, o mesmo não se aplica para o aço rugoso que apresentou os seguintes valores 9,6 e 13,1°para os seguintes materiais de parede: aço liso e aço rugoso.

Os materiais de parede estudados foram aqueles que, frequentemente, são ou poderão ser utilizados nas construções de silos verticais cilíndricos ou prismáticos, tanto em níveis de fazenda como de indústria, para que se possa oferecer, aos projetistas, dados para os cálculos de pressões atuantes no corpo e na tremonha dos silos, na predição de tipos de fluxo.

CONCLUSÃO

- O malte pilsen foi classificado como produto granular sem característica coesiva;
- Com o teor de umidade de 8% para o malte pilsen, ocorreu aumento da coesão, quando foi diminuída a carga aplicada, enquanto que a densidade consolidada não houve diferença significativa.
- Na consolidação de 24hs o maior valor obtido de 1632,96 foi na carga de 50N com o teor de 8%, onde o valor da coesão foi de 1662,93 que a coesão do malte pilsen ocorre
- Os maiores valores para o ângulo de atrito interno e o efetivo ângulo de atrito interno com o diminuição da carga;
- Com esses dados os profissionais de engenharia poderão dimensionar silos verticais metálicos para o armazenamento de malte pilsen para o segmento cervejeiro do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AS 3774.AUSTRALIAN STANDARD.Loads on bulk containers.Sydney: 1996.

BMHB - British Materials Handling Board.Draft code of practice for the design of silos, bins, bunkers and hoppers. Berkshire: 1985.

BELETI, Marcos Antônio; DUARTE, Felipe; GEORG-KRAEMER, Janaína Endres. A emperatura no desenvolvimento da atividade das enzimas (1-3, 1-4)-β-glucanases e degradação de β-glucanos durante a malteação. Ciência Rural, v. 42, n. 3, p.467-473,mar. 2012.

CRUBER, Mary Anne. The flavor contributions of kilned and roasted products to finished beer styles. Technical Quarterly-Master Brewers Association of the Americas, v. 38, n. 4, p. 227-233, 2001.

HOUGH, J. S. etal. Malting and Brewing Science. In: BRIGGS, Dennis Edward et al. Chemical and physical properties of beer. London: Chapman & Hall,1982, p. 821- 828.

IGC (International grain Council) - Five-year global supply and demand projections. Dez. 2016. 30 p. Disponível em: <http://www.igc.int/en/downloads/grainsupdate/IGC_5year_projections2016.pdf>

. Acesso em 20 fev..2018.

JENIKE, A. W. Storage and flow of silos. Salt Lake City. University of Utah.Bulletin 123.Engineering Experiment Station (1964).

KUNZE, Wolfgang. Technology brewing and malting. 2. ed. Berlin: Vlb Berlin,1999.726 p.

LOPES NETO, J. P.; Análise experimental das forças de atrito em silos cilíndricos verticais .167p. Tese (Doutorado). UFCG, Campina Grande - 2009.

MCELROY, David; JACOBSEN, Jake. What's brewing in barley biotechnology.Nature Biotechnology, v. 13, n. 3, p. 245-249, 1995.

MARTINS, V.M.R; RODRIGUEZ, M.A.. Produção e tecnologia de cereais: processo de maltagem da cevada. In: RODRIGUEZ, M. A. et al.Jornada de lúpulos e Cervejas:novas oportunidades de negócio. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança. Dez. 2015. Cap.4,p. 37-51.

MORI, Cláudia De.; MINELLA, Euclydes. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada. Passo Fundo. Embrapa Trigo, 2012. 28 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 139). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do139.pdf> Acesso em: 25 fev. 2019.

PINTO, Ana Rita Marques. Avaliação do processo de secagem no fabrico do malte. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar – Processamento de Alimentos) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013.

TUNES, Lilian Vanussa Madruga. Atributos fisiológicos de qualidade de sementes de cevada sobre diferentes épocas de colheita e durante o armazenamento. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009

VENTURINI, W.G. CERADA, M.P. Cerveja.In: AQUARONE, E. et al. Biotecnologia Industrial: Biotecnologia em alimentos. São Paulo: Blucher, 2013. Cap. 4, p.91-143

VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS DE CAPRINOS NATIVOS CONSUMINDO ÁGUA COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE MANTIDOS EM AMBIENTE CONTROLADO[1]

[2]Dermeval Araújo Furtado, [3]Evaldo de Almeida Cardoso, [4]Neila Lidiany Ribeiro, [5]Ariosvaldo Nunes Medeiros, [6]José Pinheiro Lopes Neto, [7]Pedro Henrique Borba Pereira

[1] Parte da Tese de doutorado do segundo autor, financiada pelo CNPq[1]; [2]Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. araujodermeval@gmail.com; [3]Universidade Federal da Paraíba - UFPB. evaldo@cca.ufpb.br, UFPB. neilalr@hotmail.com. [5]UFPB. ariosvaldo.medeiros@gmail.com. UFCG. lopesneto@gmail.com. UFPB. pedro.borba.pereira@gmail.com

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar as variáveis fisiológicas das raças caprinas Moxotó e Canindé, mantidos em câmaras climáticas, submetidos a duas temperaturas do ar 26,0±0,6ºC (zona de conforto térmico - ZCT) e 32,0±12,0ºC (acima da ZCT), consumindo água com três níveis de salinidade (NS: 1,0; 6,0 e 12,0 dS m^{-1}). Foram utilizados 36 machos inteiros, 18 de cada raça, com idade média de 5,0±0,6 meses e peso médio de 20,0±2,3 kg e alojados em gaiolas metabólicas, providas de comedouros e bebedouros, sendo as variáveis analisadas a temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FR) e temperatura superficial(TS), duas vezes ao dia, por cinco dias consecutivos em cada temperatura. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial de 2 x 2 x 3, sendo 2 raças, 2 temperaturas e 3 níveis de salinidade, com 6 repetições, e as médias avaliadas utilizando análise de variância e a comparação das médias realizada através do procedimento G*eneral Linear Models*, com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Entre as raças a FC foi mais elevada no Moxotó e TR no Canindé, sendo a FR e TS similares. Na temperatura de estresse térmico (32ºC), com exceção da FC, as variáveis fisiológicas ficaram mais elevadas e, no turno da tarde, com exceção da TS, as variáveis fisiológicas ficaram mais elevadas. Os níveis de salinidade da água não interferiram nas respostas fisiológicas dos animais, portanto água com NS de até 12 dS m^{-1} pode ser empregada na dessedentação de ovinos de maneira sazonal e estratégica.
Palavras chave: Água salina, ambiência, Moxotó, Canindé, temperatura retal**.**

INTRODUÇÃO

Os pequenos ruminantes apresentam alta capacidade de utilização da água consumida, em razão do seu pequeno porte, grande absorção de água no trato digestivo, excreção fecal e urinária com reduzido teor de água, urina concentrada e capacidade de produzir com pouca disponibilidade hídrica (Araújo et al., 2010; Silva et al., 2016).

Os caprinos são animas adaptados às condições adversas do ambiente árido e semiárido (Ribeiro et al., 2016 e Ribeiro et al., 2018). Nestas regiões a água disponível

para os caprinos podem apresentar salinidade elevada (Melo et al., 2017), acima da requerida pelos animais, que deve estar abaixo de 5,0 dS m^{-1} (Araújo et al., 2010). Apesar dos pequenos ruminantes serem tolerantes a ingestão de forragens com elevada concentração de sais na sua composição química (Moreno et al., 2015) e ao consumo de água salina (Paiva et al., 2017), o consumo deste tipo de água pode promover modificações nos parâmetros fisiológicos, no consumo de alimentos e água, o que pode interferir no desempenho dos animais.

Os caprinos como outros animais homeotérmicos, ao serem criados em ambientes de elevada temperatura do ar, para adaptar-se a este ambiente podem alterar suas variáveis fisiológicas, como elevação na frequência respiratória, cardíaca, temperatura retal e superficial (Araújo et al., 2017, Miranda et al., 2018, Ribeiro et al., 2018), como formas de reduzir e dissipar o calor corporal, podendo também alterar a sua fisiologia e o comportamento ingestivo e social, o que pode levar a redução na produção e produtividade dos animais.

O objetivo da pesquisa foi avaliar as respostas fisiológicas de caprinos das raças Moxotó e Canindé, submetidos a temperatura termo neutra e sob estresse térmico, em ambiente controlado, consumindo água com três níveis de salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzia em duas câmaras climáticas (Figura 1), no Laboratório de Bioclimatologia Animal, DZ/CCA/UFPB, no município de Areia, PB. Cada câmara possuía 19,71 m² de área, pé-direito de 2,38 m, com iluminação de luz florescente, sistemas de resfriamento, umidificação e desumidificação. Ao lado das câmaras climáticas, havia uma sala de controle com quadro de regulação da temperatura do ar (TA) e umidade relativa do ar (UR), sendo a aquisição dos dados realizada através de um termistor (TA) e um umidiostato (UR), ambos localizados em um envoltório permeável e posicionados a altura do centro de massa dos animais (±1,50m).

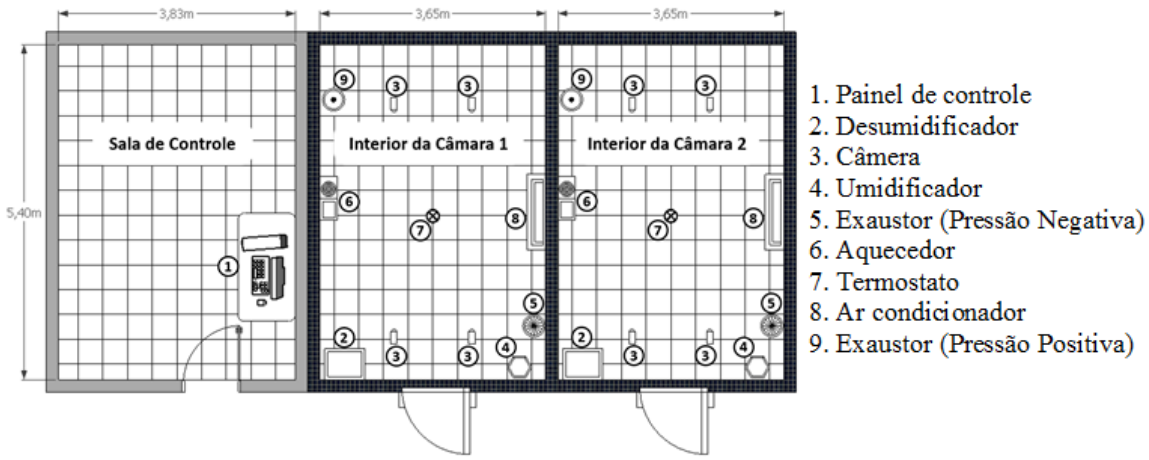


Figura 1. Câmara climática utilizada no experimento. Fonte: Antônio Costa (2018)

Foram utilizados 18 animais da raça Moxotó e 18 Canindé, machos inteiros, com média de idade de 5,0±0,6 meses e peso de 20,0±2,3 kg. Os animais foram pesados, identificados por brincos, vermifugados e mantidos em gaiolas metabólicas individuais, com dimensões de 1,20, 0,50 e 0,84 m de comprimento, largura e altura, respectivamente, que dispunham de comedouros e bebedouros. Os animais foram mantidos em temperatura termoneutra de 26±0,6 ºC e sob estresse térmico, de 32±1,2 ºC, com umidade relativa do ar de 67,6±5,0% e velocidade do vento de 2,0 ±0,4 m s^{-1}. Foi adotado um período de 15 dias de adaptação ao ambiente controlado, manejo e alimentação e 5 dias de coleta de dados e, entre o final de uma temperatura e início da próxima, foi fornecido aos animais um período de cinco dias para recomposição de suas funções fisiológicas.

Os animais foram submetidos a um programa de iluminação, onde as luzes eram desligadas ás 18h00min e ligadas às 06h00min horas da manhã do dia seguinte, submetendo os animais a um período de 12 h de luz e igual período no escuro. A câmara era aberta no período da manhã por 1h para limpeza da mesma e coleta das sobras de alimento e fezes. A ração fornecida aos animais era ofertada duas vezes ao dia, às 8h00 e às 16h00, quantificado pelo total fornecido menos as sobras no período de 24 h e, composta por feno de tifton - *Cynodon dactylon, (L) Pers* (50,20kg), farelo de milho (34,69kg), farelo de soja (13,32kg), calcário (0,45kg) e 1,34 kg de suplemento mineral, perfazendo uma composição química de 90,84% de matéria seca, 13,5% de proteína bruta, 1,43% de extrate etéreo e 51,94% de fibra em detergente neutro.

A água fornecida a vontade, retirada de um poço próximo ao local da pesquisa, fornecida uma vez ao dia, sendo o consumo quantificado de acordo com o total diário

fornecido (07 L) menos as sobras no período de 24 h. Tanto para a ração quanto a água, o consumo foi determinado por meio de pesagem em balança. Os níveis crescentes de salinidade na água foram obtidos pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) na água, cuja quantidade foi determinada pela condutividade elétrica da água (CEa), sendo acrescentados os sais até alcançar os três níveis de salinidade a serem analisadas, quais sejam: 1,0, 6,0 e 12,0 dS m^{-1}.

A frequência respiratória (FR), cardíaca (FR), temperatura retal (TR) e superficial (TS), foram coletas durante cinco dias consecutivos (10º ao 15º dia experimental), entre 10 e 10:30 (manhã) e das 14 às 14:30 horas (tarde), coletadas em todos os animais. A FR foi obtida pela auscultação indireta das bulhas, ao nível da região laringo–traqueal, durante um minuto, obtendo-se a FR em mov min^{-1}. A FC coletada com o auxílio de estetoscópio na região da terceira costela do animal, na região lateral do tórax, durante um minuto, obtendo-se a FC em mov min^{-1}. A TR foi obtida através de termômetro clínico veterinário, introduzido no reto do animal, permanecendo por um período de um minuto. A TS obtida através de termômetro infravermelho (modelo MT-320), nas regiões do costado, anca, abdômen, paleta e fronte, obtendo-se a média da TS.

Foram distribuídos 36 animais em um delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial de 2 x 2 x 3, sendo 2 raças, 2 temperaturas e 3 níveis de salinidade, com 6 repetições. As médias dos resultados foram avaliadas utilizando análise de variância e a comparar as médias foi realizada através do procedimento G*eneral Linear Models,* com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com o auxílio do software SAS 9.1 (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A FC e TR apresentaram diferença ($P<0,05$) entre as raças, sendo a FC mais elevada no Moxotó e TR mais elevada no Canindé. A FR e TS foram similares em ambas as raças (Tabela 1). A elevação da FC no Moxotó pode ser devida sua maior eficiência alimentar, o que pode gerar maior quantidade de energia, mas a FC apresentou-se na média estabelecida para a espécie, que é de 70 a 120 bat min^{-1} (Swenson & Reece, 2006), variação que ocorre em relação a raça, categoria, alimentação e esforço físico.

Tabela 1. Variáveis fisiológicas de caprinos das raças Canindé e Moxotó submetidos a duas temperaturas e em dois turnos.

Variáveis	Raça		Temperatura (ºC)		Turno (h)	
	Canindé	Moxotó	26	32	10	14
FR (mov min^{-1})	24,0±8,2	25,0±8,5	21,0±3,0b	27,0±9,6a	23,0±5,7b	25,0±10,2a
FC (bat min^{-1})	91,0±13,2b	98,0±13,2a	94,0±12,8	95,0±14,2	96,0±14,2a	93,0±13,0b
TR (ºC)	38,8±0,3b	38,6±0,3a	38,6±0,4b	38,8±0,3a	38,6±0,4b	38,7±0,3a
TS (ºC)	32,3±2,7	32,6±2,8	29,9±1,5b	34,0±1,8a	32,2±2,5	32,7±2,7

[a,b] letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade; Frequência respiratória = FR; frequência cardíaca= FC; temperatura retal = TR; temperatura superficial = TS.

A elevação da TR no Canindé pode ser devido a sua coloração mais escura, como a variação que ocorre entre as raças caprinas mantidas no mesmo ambiente (Aiura et al., 2010), porém se mantiveram dentro da normalidade para caprinos, que pode variar de 38,8 e 40,0ºC (Swenson & Reece, 2006). A TS ficou abaixo da TR, com uma média do gradiente térmico (TR-TS) de 6,5ºC e 6,0ºC, para os animais Canindé e Moxotó, respectivamente, o que permite uma a troca de calor mais fácil entre o núcleo corporal e a superfície do corpo dos caprinos.

As variáveis fisiológicas, com exceção da FC, foram mais elevadas ($P<0,05$) na temperatura de estresse (Tabela 1). O aumento da FR ocorre para auxiliar os animais na eliminação do calor corporal na forma latente, maximizar a dissipação de calor com vistas à manutenção da homeotermia (Furtado et al., 2017, Araújo et al., 2017), mas os valores da FR apresentaram-se dentro do limite considerado normal (abaixo de 40 mov min^{-1}) para caprinos (Silanikove, 2000), demonstrando a boa adaptabilidade das raças ao ambiente quente.

O aumento da TR pode ser devido ao acumulo do calor endógeno nos animais, mas manteve-se dentro dos limites fisiológicos (Swenson & Reece, 2006), demostrando que os caprinos apresentaram capacidade de dissipação de calor elevada. A TS aumentou na temperatura de estrese térmico (Tabela 2), em razão da maior absorção pelos animais, como também pela vasodilatação periférica, que aumenta o fluxo sanguíneo para a superfície corporal (Aiura et al., 2010; Miranda et al., 2018), mecanismos que facilitam a dissipação de calor por mecanismo não evaporativo. Lucena et al. (2013), Araújo et al. (2017) e Miranda et al. (2018), avaliando caprinos em ambientes controlados, citam elevação da FR, FC, TR e TS com o aumento da temperatura ambiente, com restrição na produtividade animal (Miranda et al., 2018).

Entre os turnos a FR, FC e a TR foram mais elevada (P<0,05) à tarde (Tabela 2), e está elevação, mesmo com os animais mantidos na mesma temperatura, é justificada pelo acumulo de calor que ocorre nos animais, onde esses são mais ativos nas primeiras horas do dia e a tarde utilizam mecanismos de perda de calor para manter a homeotermia. Ribeiro et al. (2016) e Ribeiro et al. (2018), analisando variáveis fisiológicas de caprinos observaram que, independente da estação do ano, os parâmetros fisiológicos foram mais elevados no período da tarde.

Entre os diferentes níveis de salinidade não ocorreu diferença significativa (P>0,05) em nenhuma das variáveis fisiológicas (Tabela 2), demonstrando a boa adaptabilidade dos caprinos a águas salinas (Paiva et al., 2017; Moura et al., 2016), onde mesmo com a elevação da salinidade da água, este aumento não alterou nenhuma variável fisiológica. Quando os animais ingerem água com excesso de sais minerais, parte dos eletrólitos são excretados via urina, fezes, suor, saliva e biles. Moreno et al. (2015), utilizando feno de erva sal na dieta de ovinos, concluíram que este alimento não prejudicou a qualidade físico-química, nutricional e sensorial da carne de ovinos. Moura et al. (2016) utilizando níveis crescentes de água salina na dieta de ovinos, observaram que esta elevação não alterou o comportamento ingestivo dos animais.

Tabela 2. Médias e desvio padrão das variáveis fisiológicas dos caprinos Canindé e Moxotó nas diferentes concentrações de sais na água.

Variáveis	Salinidade (dS m^{-1})		
	1	6	12
FR (mov min^{-1})	25,0±8,2	24,0±9,1	24,0±8,7
FC (bat min^{-1})	94,0±12,5	96,0±14,6	94,0±13,8
TR (ºC)	38,6±0,4	38,7±0,3	38,7±0,3
TS (ºC)	32,5±2,5	32,4±2,6	32,4± 2,7

[a,b] letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade; Frequência respiratória = FR; frequência cardíaca= FC; temperatura retal = TR; temperatura superficial = TS.

CONCLUSÕES

As variáveis fisiológicas, com exceção da temperatura retal, aumentaram com a elevação da temperatura do ar, ficando, também, mais elevada no turno da tarde. A salinidade da água não interferiu nas variáveis frequência respiratória e cardíaca e na temperatura retal e superficial, podendo os caprinos receber água com níveis de salinidade de até 12 dS m^{-1} em diferentes temperaturas.

REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS

AIURA, A.L.O.; AIURA, F.S.; SILVA, R.G. Thermoregulatory responses of Saanen and oberhasli goats in tropical environments. Archivos de Zootecnia**,** v.59, n.228, p.605-608, 2010.

ARAÚJO, G.G.L.; VOLTOLINI, T.V.; CHIZZOTTI, M.L.; TURCO, S.H.N.; CARVALHO F.F.R Water and small ruminant production. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, p.326-336, 2010.

ARAUJO, T.G.P.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; MEDEIROS, A.N.; LOPES NETO, J.P. Thermoregulatory responses and adaptability of Anglo-nubiana goats maintained in thermoneutral temperature and under heat stress. Journal of Behavior and Biometeorology, v.5, p.106-111, 2017.

FURTADO, D.A., OLIVEIRA, F.M. DE M.; SOUSA, W.H.; MEDEIROS, G.R.; OLIVEIRA, M.E.C.; VEIGAS, R.R. 2017. Thermal comfort indexes and physiological parameters of Santa Inês and crossbreed ewes in the semi-arid. Journal of Behavior and Biometeorology, v.5, p.72-77, 2017.

LUCENA, L.F.A.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; MEDEIROS, A.N.; SOUZA, B.B. Physiological responses of native goats maintained in a thermoneutral temperature and thermal stress. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.6, p.672 - 679, 2013.

MELO, D.F.; FURTADO, D.A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J.J.L.; LEITE, P.G.; SANTOS, R.T. Physiochemical quality of waters of different sources used for animal consumption in the semiarid Brazilian. Revista Espacios, v.38, p.28-35, 2017.

MIRANDA, J.R.; Furtado, D.A.; Lopes Neto, J.P.; Silva, V.C.; Ribeiro, N.L. Physiological parameters and cortisol hormon as thermal stress indicators in goats submitted to climate chamber. Energia na Agricultura, v.33, n.2, p.133-137, 2018.

MORENO, G.M.B.; BORBA, H.; ARAÚJO, G.G.L.; SAÑUDO, C.; SILVA SOBRINHO, A.G.; BUZANSKAS, M.E. Meat quality of lambs fed different saltbush hay (*Atriplex nummularia*) levels. Italian Journal of Animal Science, v.14, n.2, p. 251-259, 2015.

MOURA, H.H.A.; ARAÚJO, G.G.L.; SARAIVA, E.P.; ALBUQUERQUE, I.R.R.; TURCO, S.H.N.; COSTA, S.A.P.; SANTOS, N.M. Ingestive behavior of crossbred Santa Inês sheep fed water with different salinity levels. Semina: Ciencias Agrarias, v.37, p.1057-1068, 2016.

PAIVA, G.N.; ARAUJO, G.G.L.; HENRIQUES, L.T.; MEDEIROS, A.N.; BELTRÃO FILHO, E.M.; COSTA, R.G.; ALBUQUERQUE, I.R.R.; GOIS, G.C.; CAMPOS, F.S.; FREIRE, R.N.B. Water with different salinity levels for lactating goats. Semina: Ciências Agrárias, v.38, n.4, p.2065-2074, 2017.

RIBEIRO, N.L.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; PIMENTA FILHO, E.C.; ROBEIRO, M.N.; CROVETTI, A.; SARAIVA, E.P.; BOZZI, R. Adaptive profile of Garfagnina goat breed assessed through physiological, haematological, biochemical and hormonal parameters. Small Ruminant Research, v.144, p.236-241, 2016.

RIBEIRO, N.L.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; RIBEIRO, M.N.; BOZZI, R. Effects of the dry and the rainy season on endocrine and physiologic profiles goats in the Brazilian semi-arid region. Italian Journal of Animal Science, v.17, n.2, p.454-461, 2018.

SAS INSTITUTE, 2001. SAS system for Windows. Version 9.1. Cary: SAS Institute Inc.

SILANIKOVE, N. Effects of heat heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livestock Production Science, v. 67, n.1-2, p. 1-18, 2000.

SILVA, C.M.; ARAÚJO, G.G.L.; OLIVEIRA, B.Y.S.; AZEVEDO, J.A.G.; FURTADO, D.A. Performance and economic viability of feedlot sheep fed different levels of roughage, concentrate, and water. Semina: Ciências Agrárias, v.37, p.1595-1606, 2016.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. DUKES – Fisiologia dos Animais Domésticos. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro. 12 ed. 2006, 962p.

INFLUÊNCIA DOS NÍVEIS DE MAGNÉSIO NA ÁGUA DE CODORNAS JAPONESAS SOBRE O PESO DOS ÓRGÃOS EM TEMPERATURAS TERMONEUTRA E SOB ESTRESSE TÉRMICO[1]

Valéria Pereira Rodrigues[2], Ladyanne Raia Rodrigues[3], Dermeval Araújo Furtado[4], Soahd Arruda Rached Farias[5], Francisca Lígia Mesquita Reis[6], José Pinheiro Lopes Neto[7]

[1] Parte da Tese de doutorado da primeira autora, financiada pelo CNPq[1]; [2]Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. valeriazootecnia@hotmail. UFCG. ladyannezootecnia@ hotmail.com. UFCG. araujodermeval@gmail.com. UFCG. soahd.ufcg@gmail.com. UFCG. apisligia@yahoo.com.br. UFCG. lopesneto@gmail.com.

Resumo: Objetivou-se avaliar a influência do teor de magnésio na água fornecida a codornas japonesas, sobre o peso vivo e dos órgãos da aves mantidas em temperatura termoneutra e sob estresse térmico, em ambiente controlado (câmaras climáticas), utilizando-se 394 codornas em produção, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em um arranjo fatorial 2x4, duas temperaturas (24 e 32°C) e quatro níveis de magnésio (50, 150, 250 e 350 mg L^{-1}), totalizando oito tratamentos com seis repetições e oito aves por unidade experimental. Ao final foi realizado o abate de duas aves por parcela (96 aves), as quais foram submetidas a jejum de sólidos por doze horas, em seguida sacrificadas, depenadas, evisceradas e submetidas à separação e pesagem individual dos órgãos: coração, fígado e moela. Os dados foram submetidos a análise de variância, havendo diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Os níveis de magnésio e a temperatura ambiente não afetaram (P 0,05) o peso vivo das aves, mas a temperatura afetou o peso da moela, menor na temperatura de estresse. Codornas japonesas podem ser criadas em temperaturas elevadas e consumir água com níveis de magnésio até 350 mg L^{-1} sem afetar seu peso e a morfometria dos seus órgãos.
Palavras–chave: ambiência, codornas de postura, magnésio, temperaturas

INTRODUCÃO

A água é recurso natural renovável e um nutriente imprescindível para a sobrevivência de todos os tipos de seres vivos (Silva et al., 2014), fundamental para produção animal, devendo estar disponível em quantidade e qualidade. O magnésio é um dos minerais essenciais e devem ser fornecidos e absorvidos em quantidades suficientes, sendo a ingestão garantida através da alimentação ou da água, importante para o metabolismo de carboidratos, proteínas e lipidios, catalisador de enzimas, exercendo influência sobre a atividade neuromuscular e na oxidação celular, apresentando função biológica envolvido na regulação do equilíbrio ácido-base intracelular (Rosol & Capen,

1997), sendo recomendado que a água tenha um teor de magnésio que não ultrapasse 250 mg L^{-1}, sendo que aves consumindo magnésio em excesso podem apresentar diarreia, redução no consumo de água e ração.

Animais homeotérmicos, como as aves, para manterem a temperatura corporal constante, acionam mecanismos de defesa através de variações fisiológicas, comportamentais e metabólicas, portanto a temperatura do ambiente a que se encontra exposto tem papel decisivo sobre todas as suas respostas fisiológicas, permitindo ou não que a produtividade seja máxima (Cassuce, 2011). O desenvolvimento da ave pode ser interpretado como a soma dos pesos dos órgãos e seus constituintes (Marcato et al., 2010), e o peso do fígado, coração e moela são características economicamente importantes na avicultura comercial (Gaya et al., 2006b), sendo que diversos fatores podem interferir nesse desenvolvimento, como genética, sexo, nutrição, manejo e o ambiente de criação. De acordo com Oliveira et al. (2006), em temperaturas elevadas as codornas reduzem o consumo de ração, fato que pode reduzir o peso dos órgãos relacionados a nutrição, portanto, objetivou-se avaliar a influência do teor de magnésio na água fornecida a codornas japonesas sobre o peso vivo e dos órgãos mantidas em temperatura termoneutra e sob estresse térmico em ambiente controlado.

MATERIAL E METÓDOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Construções Rurais e Ambiência (LaCRA), da Universidade Federal de Campina Grande, utilizando-se 384 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*), com peso inicial de 170 gramas e final de 228 gramas, alimentadas com ração à base de milho e farelo de soja e água de forma ad libitum, criadas em baterias de gaiola de arame galvanizado com dimensões de 50 x 33 x 20 cm (largura, profundidade e altura), submetidas a uma taxa de lotação de 206 cm^2 ave^{-1}, cada bateria composta por quatro andares, três gaiolas por andar, equipadas com comedouros tipo calha, e bebedouros individuais tipo “nipple”. As aves foram mantidas em duas câmaras climáticas, uma mantida em temperatura termoneutra (24ºC) e outra sob estresse térmico (32ºC) e receberam quatro níveis de magnésio (50, 150, 250 e 350 mg L^{-1}) na água, totalizando oito tratamentos com seis repetições e oito aves por unidade

experimental. Os dados foram submetidos a análise de variância, havendo diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

Foram abatidas 96 codornas, duas aves por repetição, 48 foram criadas no ambiente termoneutro e 48 criadas sob estresse térmico, as quais foram submetidas a jejum de sólidos por doze horas para esvaziamento do conteúdo do trato gastrintestinal, recebendo apenas água. Após o período de jejum, as aves foram sacrificadas, depenadas, evisceradas e submetidas à separação dos órgãos: coração, fígado e moela, pesados individualmente. O coração e o fígado foram removidos e pesados, já a moela, foi aberta, o conteúdo removido, em seguida lavada em água corrente, seca em papel toalha e posteriormente pesada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre as temperaturas estudadas e os níveis de magnésio na água para o peso absoluto e relativo do fígado (P<0,05), enquanto para o peso das aves e peso dos outros órgãos não foi verificada interação (P>0,05) entre os fatores (Tabela 1), sendo que a temperatura ambiental, isoladamente, influenciou somente o peso absoluto da moela (P<0,05), enquanto os níveis de magnésio na água, isoladamente, não influenciaram o peso das aves nem os pesos absolutos ou relativos das vísceras (P>0,05).

Tabela 1. Médias de peso absoluto (g) e relativo (%) das vísceras de codornas japonesas em postura submetidas a diferentes níveis de magnésio na água e diferentes temperaturas

Temp/Mg		PV	Coração		Moela		Fígado	
		(g)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
24 ºC	50	169.6 ±31,1	1.49 ±0,26	0.88 ±0,10	3.41 ±0,51	2.08 ±0,52	6.54 ±1,06	3.96 ±0,96
	150	164.9 ±19,2	1.64 ±0,27	1.02 ±0,29	3.28 ±0,33	2.00 ±0,14	5.67 ±0,81	3.44 ±0,34
	250	165.4 ±8,4	1.58 ±0,37	0.96 ±0,22	3.13 ±0,39	1.90 ±0,27	6.82 ±1,09	4.15 ±0,83
	350	166.7 ±7,8	1.61 ±0,37	0.96 ±0,19	3.24 ±0,48	1.95 ±0,33	5.76 ±0,76	3.45 ±0,41
32 ºC	50	164.4 ±14,1	1.49±0,10	0.91 ±0,04	3.25 ±0,16	1.99 ±0,19	5.45 ±0,32	3.33 ±0,20
	150	162.7 ±11,3	1.49 ±0,20	0.92 ±0,10	2.61 ±0,65	1.61 ±0,47	6.14 ±0,98	3.79 ±0,70
	250	165.5 ±13,8	1.40 ±0,26	0.85 ±0,16	2.94 ±0,24	1.79 ±0,24	4.66 ±0,69	2.83 ±0,49

 ISBN: 978-85-66836-24-0

	350	170.5 ±7,2	1.58 ±0,14	0.93 ±0,06	3.09 ±0,27	1.81 ±0,09	5.04 ±0,94	2.95 ±0,51
Temp.	24 ºC	166.7 ±17,9 A	1.58 ±0,29 A	0.96 ±0,21 A	3.27 ±0,42 A	1.98 ±0,33 A	6.20 ±1,02	3.75 ±0,72
	32 ºC	165.8 ±11,5 A	1.49 ±0,17 A	0.90 ±0,09 A	3.01 ±0,43 B	1.80 ±0,30 A	5.32 ±0,92	3.23 ±0,61
Efeito	Temp.	0,8559	0,2348	0,2681	0,0206	0,076	0,0012	0,0045
	Mg	0,8955	0,6672	0,7073	0,1672	0,4008	0,3554	0,2689
	Temp x Mg	0,9174	0,7594	0,736	0,5618	0,8424	0,0067	0,0161
CV (%)		9,59	16,24	18,04	11,98	15,89	15,06	17,3

a, b Médias dos teores de sal na água seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na coluna e minúscula na linha, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. NS = Não significativo; T x MG = Interação dos fatores.

O peso das aves ficou com média 166,2 gramas, dentro da média para a espécie, destacando que as aves consumindo água com elevados níveis de magnésio e mantidas em temperaturas elevadas conseguiram manter seu peso. Lima (2012), em estudos com codornas europeias reporta que o peso relativo do coração diminui sob influência da temperatura elevada. No presente estudo, tanto o peso absoluto quanto o relativo do coração não foram influenciados pelas temperaturas.

Da mesma forma, os níveis de magnésio da água não interferiram no peso do coração, que apresentou peso médio de 1,54g, semelhantes aos encontrados por Rodrigues (2017) em codornas de postura, que foram de 1,64g e Camelo et al. (2015), que em estudos com farelo de goiaba na dieta de codornas europeias, obtiveram pesos médios de 1,64g. Villanueva et al. (2015) avaliando a influência do fornecimento do cloreto de sódio na água de frangos de corte em diferentes idades, não observaram efeito sobre o peso do coração, como também Cavalcante et al. (2010), em trabalhos sobre as características de carcaça de codornas europeias alimentadas com diferentes níveis proteicos, observaram que o peso do coração não sofreu influência da dieta.

Em discordância com os dados encontrados no presente estudo, Lima (2012), em pesquisa com codornas europeias recebendo águas com diferentes níveis de balanço eletrolítico, afirma que o peso relativo do referido órgão foi influenciado pelos teores de sódio na água de bebida das codornas, demonstrando aumento de acordo com os níveis de balanço eletrolítico.

O peso da moela das codornas foi semelhante entre os animais consumindo água com diferentes níveis de magnésio (Tabela 1), sendo que o peso da moela normalmente

têm relação com a granulometria da dieta (Dalhke et al., 2001citado por Villanueva, 2015), e no presente experimento o consumo de ração foi semelhante entre os diferentes níveis de magnésio da água. De forma diferente Rodrigues (2017), no maior nível de salinidade 6,0dS/m verificou que o peso da moela foi maior para a temperatura de estresse (3,47g), apresentando efeito linear ou seja, à medida que aumentou o nível de salinidade na água, aumentou também o peso da moela.

Verificando o peso relativo de órgãos de frangos de corte submetidos a diferentes vias de fornecimento de NaCl em diferentes idades, Villanueva et al. (2015) encontraram diferença significativa entre os tratamentos para o peso da moela, onde o maior peso foi encontrado quando a via de fornecimento foi 100% na água. Marcato et al. (2010), relataram que com o avançar da idade, tanto o tamanho quanto o peso dos órgãos diminuem. O tamanho da moela está relacionado à massa muscular, que é desenvolvida por meio do trabalho mecânico da moela para macerar os alimentos (Ribeiro et al., 2002).

Para as condições ambientais em situações de temperaturas mais elevadas ocorreu diminuição no peso absoluto da moela, demonstrando que o ambiente de criação tem influência sobre o peso de órgãos, provavelmente em razão do menor consumo de ração das aves na temperatura mais elevada e, consequentemente, o trabalho mecânico deste órgão para quebrar os alimentos ter sido menor, tenha promovido diminuição de peso da moela, corroborando com relatos de Ogbe et al. (2008) e Brito et al. (2010), que discorrem temperatura superior às de conforto das aves também pode ocasionar em modificações fisiológicas adaptativas, como modificação no tamanho dos órgãos. A redução do peso dos órgãos de aves expostas a altas temperaturas ambientais constitui um ajuste fisiológico, com a pretensão de diminuir a produção de calor corporal (Oliveira Neto et al., 2000).

Para o peso do fígado houve efeito de interação entre os fatores, e, ao analisar o desdobramento da interação, percebe-se que não houve efeito dos níveis de magnésio da água sobre os pesos absoluto e relativo do fígado das aves, tanto criadas em conforto, quanto para aquelas criadas sob estresse por calor. No entanto, quando se compara as temperaturas de alojamento dentro de cada nível de magnésio, percebe-se que somente para concentração de 250 mg de Mg/L, os pesos absoluto e relativo do fígado foram menores para a temperatura de 32°C não havendo efeito da temperatura nos demais níveis de magnésio estudados (Tabela 2).

Tabela 2. Desdobramento do efeito da interação entre a temperatura e o teor de magnésio da água sobre o peso absoluto e relativo do fígado de codornas japonesas

Mg	Peso absoluto (g)		Peso relativo (%)	
	Temperatura		Temperatura	
	24 ºC	32 ºC	24 ºC	32 ºC
50	6.54 ±1,06 Aa	5.45 ±0,32 Aa	3.96 ±0,96 Aa	3.33 ±0,20 Aa
150	5.67 ±0,81 Aa	6.14 ±0,98 Aa	3.44 ±0,34 Aa	3.79 ±0,70 Aa
250	6.82 ±1,09 Aa	4.66 ±0,69 Ba	4.15 ±0,83 Aa	2.83 ±0,49 Ba
350	5.76 ±0,76 Aa	5.04 ±0,94 Aa	3.45 ±0,41 Aa	2.95 ±0,51 Aa
CV (%)	15,06		17,30	

A, B Médias das temperaturas seguidas por mesma letra maiúscula nas linhas são estatisticamente iguais, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; a, b Médias das teores de magnésio na água seguidas por mesma letra minúscula nas colunas são estatisticamente iguais, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Water Resources Council (1969) cita que a tolerância máxima das aves ao magnésio é desconhecida, porém se estima que seja inferior a 250mg L^{-1} de magnésio, embora tenha sido menor para as aves alojadas em temperatura de estresse por calor, foi semelhante ao das aves consumindo águas com níveis de magnésio mais baixo ou mais alto eu esse valor, podendo-se inferir que estas não sofreram distúrbios fisiológicos, demonstrando que as codornas são altamente resistente às águas com teores de magnésio acima do recomendado. Rodrigues (2017), trabalhando com as influências de diferentes níveis de salinidade na água em codornas japonesas, encontrou resultados semelhantes ao presente estudo onde, o peso do fígado das codornas foi semelhante entre os animais consumindo água com salinidade acima do recomendado. Cavalcante et al. (2010) observaram que o fígado sofreu influência da dieta, concordando com Villanueva et al. (2015) que estudando os níveis de cloreto de sódio na água de frangos de corte de um a sete dias de vida, observaram que houve redução no peso do fígado com o avançar da idade.

Silva et al (2014) citam que aves sob condições de estresse térmico por calor tiveram o peso do fígado reduzido, denotando o estado de estresse térmico sofrido pela ave, acarretando consequentemente em prejuízo a nível de produtividade, já que se trata de uma víscera comestível. Lima (2012) e Sousa (2013) descrevem que aves criadas sob condições de temperaturas ambientais elevadas tendem a ter os pesos relativos dos órgãos afetados.

Resultados divergentes foram verificados por Rodrigues (2017), onde o peso do fígado não foi afetado pelos diferentes ambientes, demonstrando que mesmo as codornas sendo criadas fora da zona de conforto térmico conseguiram manter a homeotermia e os

animais mantidos na zona de conforto térmico consumiram mais alimento, não tiveram sua fisiologia afetada.

Em situação de temperaturas mais baixas o aumento do peso relativo dos órgãos está associado à necessidade de maior produção de calor corporal. A redução do tamanho relativo desses órgãos, em ambiente de altas temperaturas, corresponderia a uma tentativa da ave de reduzir a produção de calor interno. De acordo com Oliveira Neto (2000), considerando a influência que órgãos metabolicamente ativos, como fígado e coração têm sobre a produção de calor e, consequentemente, o gasto de energia das aves, pode-se deduzir que a exigência de mantença das aves expostas ao calor é menor que aquela das aves exposta ao frio.

CONCLUSÃO

Embora na temperatura elevada tenha influenciado sobre o peso relativo dos órgãos, codornas japonesas podem ser criadas em temperaturas elevadas e consumir água com níveis de magnésio até 350 mg L^{-1} sem afetar seu peso e a morfometria dos seus órgãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

BRITO, A.B.; CARRER, S.C.; VIANA, A. Distúrbios metabólicos em frangos de corte ênfase em ascite e morte súbita. IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal Estância de São Pedro, 2010.

CAMELO, L.C.L.; LANA, G.R.Q.; SANTOS, M.J.B.; CAMELO, Y.A.R.P.; MARINHO, A. L.; RABELLO, C.B. V. Inclusão de Farelo de Goiaba na Dieta de Codornas Europeias. Ciência Animal Brasileira, v.16, n.3, p.343-349, 2015.

CASSUCE, D. C. Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Mg, 2011.

CAVALCANTE, D.T.; CASTRO LIMA, R.C.; COSTA, F.G.P.; SANTOS, C.S.; CARDOSO, A.S.; SILVA, A.P.B.; DANTAS, L.S.; GOULART, C.C. Características de Carcaça de Codornas Europeias Alimentadas com Diferentes Níveis Proteicos. Revista Científica de Produção Animal, v.12, n.1, p.53-55, 2010.

GAYA, L.G.; MOURÃO, G.B.; FERRAZ, J.B.S. Aspectos genético-quantitativos de características de desempenho, carcaça e composição corporal em frangos. Ciência Rural, v.36, n.2, p.709-716, 2006.

LIMA, R.B. Balanço Eletrolítico em Codornas e Modelagem do Crescimento de Frangas de Reposição. 2012. 54p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba-PB, 2012.

MARCATO, S.M.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K. Crescimento e deposição de nutrientes nos órgãos de frangos de corte de duas linhagens comerciais. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.5, p.1082-1091, 2010.

OGBE, A.O.; MGBOJIKWE, L.O.; ABDU, P.A. Organ and carcass weight variation and histopathologival changes in *Eimeria tenella* infected broiler chickens treated with aqueous extract of a wil mushroom (*ganoderma lucidum*). Ejeafche, v.7, n.5, p.2906-2913, 2008.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia. Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.1, p.163-190, 2000.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.3, p. 797-803, 2006.

RODRIGUES, L.R. Influências da salinidade da água e temperatura do ar na produção de ovos de codornas japonesas. 2017. p. 110. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande-PB, 2017.

RIBEIRO, A.M.L.; MAGRO, N.; PENZ JÚNIOR, A.M. Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.4, n.1, 2002.

ROSOL, T.J. & CAPEN, C.C., Calcium-Regulating Hormones and Diseases of Abnormal Mineral (Calcium, Phosphorus, Magnesium) Metabolism. p. 619-702, In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 5ª ed., 932 p. Academic Press, 1997.

SILVA, P.L.A.P.A.; NASCIMENTO, M.R.B.M.; LITZ, F.H.; BUENO, J.P.R.; FERNANDES, E.A. Peso relativo do fígado, pâncreas e baço em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. Enciclopédia Livre. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19, p.1475-1483, 2014.

SOUSA, M,S. Determinação das Faixas de Conforto Térmico para Codornas de Corte de Diferentes Idades. 2013. 87p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa - Mg., 2013.

VILLANUEVA, A.P.; CARDINAL, K.M.; KRABBE, E.L.; PENZ JUNIOR, A.M.; RIBEIRO, A.M.L. Influência da via de fornecimento do cloreto de sódio – água ou ração – em frangos de corte de um a sete dias de idade. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.16, n.4, p.865-873, 2015.

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE UM BANCO DE TAIPA DE PILÃO

Luiz Ricardo Sales[1], José Ronaldo Brandão Junior[2], José Wallace Barbosa do Nascimento[3]

[1]Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB. desenhistaricardo@gmail.com [2]Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB. ronaldopicui@hotmail.com [3]Prof. Dr. Na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB. wallacebosa@hotmail.com

RESUMO - A primeira abordagem ao trabalho consiste numa recolha e análise de informação relativa à construção em terra crua desde a sua origem ao seu uso atual, na qual se irá aprofundar com a técnica da Taipa de Pilão. Sua composição apresenta uma elevada inércia térmica que dadas características climáticas do nordeste do Brasil, poderá melhorar o comportamento térmico das construções que as integram. Neste trabalho procurou-se analisar o comportamento térmico de um banco de Taipa de Pilão. Para o seu desenvolvimento físico, foram preparadas diversas composições de terra (areia, cal e cimento) com a incorporação em grande parte de argila natural sem comprometer a necessária resistência mecânica. Com a conclusão do banco, foram realizadas as análises do comportamento térmico, através da utilização de sensores de temperatura e umidade instalados em seu interior e na sua superfície. Após 80h de análise, os resultados foram tabulados e gerados gráficos representativos. Os resultados alcançados possibilitaram identificar qualitativamente e quantitativamente as características das variações térmicas no banco.
Palavras-chave: Construção em terra, taipa de pilão, comportamento térmico.

INTRODUÇÃO

A construção civil é, hoje, o setor responsável pela maior parte da exploração dos recursos naturais e, portanto, o maior contribuinte da degradação ambiental. É necessário o surgimento de alternativas como a construção sustentável, que tem como princípios básicos, o desenvolvimento de matérias-primas e energias renováveis, redução da quantidade de materiais, água e energia utilizados, reaproveitamento das águas, entre outros. Desta forma, destaca-se o potencial da arquitetura de terra, considerando que apresenta vantagens significativas em relação aos métodos construtivos tradicionais, como a baixa condutibilidade térmica das paredes de barro.

Arquitetura e construção com terra é o termo que se usa para designar toda edificação ou parte dela feita usando solo como principal material da obra. Nessas construções, o solo deve ser estabilizado com materiais aglomerantes ou por meio de

esforços físicos em que a estabilização significa melhorar os parâmetros, principalmente a resistência e durabilidade da construção.

O sistema construtivo de terra vem sendo empregado, há bastante tempo na construção de edificações. Em várias partes do planeta, vestígios arqueológicos comprovam a existência de muitas cidades da Antiguidade construídas com esse material. Em civilizações como a do Egito, há registros de usos desde 5.000 a.C.. Esse sistema era usado também na Babilônia (atual Iraque), na Pérsia (atual Irã), na Turquia, na África, no Oriente e na Ásia (China, Índia). Também na Europa, o uso desse material foi muito difundido (Ex.: França séc. XIX, Taipa de Pilão) e ainda hoje é utilizado (SANTIAGO, 2001; OLIVEIRA, 2006).

A terra crua é um material de construção amplamente utilizado no mundo, sendo difícil encontrar país que não tenha um acervo arquitetônico edificado nessa técnica.

No Brasil, os sistemas construtivos que mais utiliza o solo estabilizado da arquitetura e construção com terra, são: adobe, taipa de mão ou pau-a-pique, blocos de terra comprimida (BTC) e a Taipa de Pilão. O uso de cada sistema está diretamente ligado ao tipo de solo disponível e a cultura construtiva de cada região. Contudo, qualquer que seja a tipologia da edificação em terra, a característica comum é o uso do solo como o principal material de construção (SANTOS, 2014).

A Taipa de Pilão ou simplesmente taipa é um sistema em que o solo é estabilizado por compactação e, grande parte das vezes, com o uso de algum aglomerante que melhore as características do solo compactado (COLIN, 2010). O processo consiste em peneirar a porção necessária de solo, secá-lo ao ar e misturar, se for o caso, com o aglomerante. Acrescenta-se água à mistura até o ponto ótimo de umidade, coloca-se dentro de uma forma reforçada e travada para finalmente, compactar até a densidade ideal, usando pilões manuais ou compactadores mecânicos.

A construção em taipa é utilizada em larga escala por dois grandes motivos: recorre a materiais locais, com baixa energia incorporada, e pode ser uma construção econômica. A simplicidade, o baixo custo e resistência (desde que bem isolada), fazem com que a taipa seja aplicada ainda hoje em diversos tipos de edificações do Brasil, principalmente regiões de climas quentes e secos com baixos índices de pluviosidade.

O uso da terra como material de construção oferece ainda muitas vantagens em termos de sustentabilidade: é natural, provavelmente não tóxico, ecológico, reciclável e

de baixo custo. É também não combustível e pode contribuir para aumentar o desempenho térmico e acústico (GOMES, 2017).

Outra vantagem é o controle da umidade relativa do ar interior por serem muito permeáveis ao vapor de água e muito higroscópicas (PIRES, 2013).

Diante dessas considerações, a escolha do tema "Análise do comportamento térmico de um banco de Taipa de Pilão" deve-se ao fato de que a taipa, que é uma solução construtiva sustentável, carece de um estudo mais aprofundado, nomeadamente do ponto de vista térmico. A construção em terra é 100% reutilizável e aplicada aos edifícios que a integram oferecem, durante uma parte significativa do ano, conforto térmico sem recurso à utilização de energia auxiliar.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi utilizado o solo da zona rural do município de Areia, microrregião do Brejo Paraibano, o qual pode-se encontrar em abundância e de excelente qualidade para a prática da construção em taipa. O solo local foi classificado por BRASIL (1972) como Podzólico Vermelho-Amarelo, que na classificação de EMBRAPA (2006) passa a ser Argissolo Vermelho-Amarelo. O clima é do tipo As' de Köppen (quente e úmido, com chuvas no período de março a julho).

O desenvolvimento, no que concerne à parte experimental, foi maioritariamente realizado no Laboratório de Construções Rurais e Ambiência do departamento de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Inicialmente foi construído um molde em madeira no formato de uma grande caixa retangular, paralelamente em outro local eram misturados a argila, a areia, a cal e o cimento compondo assim um único material, transportados até o molde eram compactados manualmente com uso de um pilão de madeira.

Com a conclusão da construção do banco, foi iniciada a análise dos dados térmicos, através de três sensores de temperatura digital imersível (DS18B20) e um sensor de umidade e temperatura (DHT22), ambos posicionados internamente e externamente ao objeto de análise. Foram utilizados 1protoboard (830 furos HK-P50), módulo para acoplar as peças um node (MCU ESP8266), um módulo SD Card, um cartão SanDisk 4 GB, um cabo de rede (6 m) e um carregador Samsung para que seja conectado a energia.

O início da coleta de dados se deu às 08h30min do dia 23 de novembro de 2018, utilizando um intervalo de coleta de 10 min, totalizando 80h. Após decorrido esse período os dados obtidos foram tabulados e gerados gráficos representativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos por meio dos sensores, observou-se importantes variações entre a umidade relativa do ar e a temperatura ambiente.

Os dados foram obtidos durante às 80 h de coleta, o qual foram obtidos picos de umidade superiores a 90% e a 40° na temperatura (gráfico 1). Constatou-se que as respostas térmicas das superfícies variam segundo a alteração das condições ambientais, ou seja, o resfriamento e o aquecimento da superfície e a variação da umidade relativa do ar.

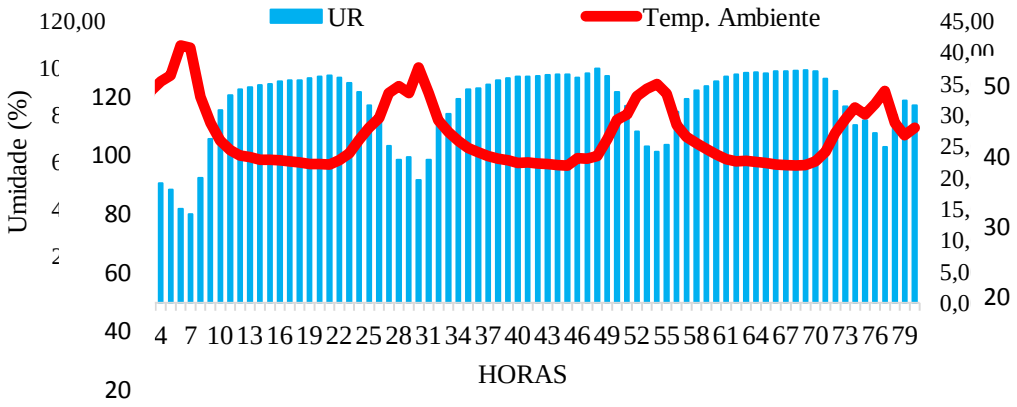


Gráfico 1. Umidade relativa e temperatura ambiente.

A superfície externa exposta à excitação térmica (radiação solar) apresenta resolução visual melhor no período de resfriamento, enquanto a superfície interna não exposta diretamente a excitação térmica (radiação solar) apresenta resolução visual melhor exatamente no período de aquecimento.

Fica evidenciado nas duas linhas de tempo que a melhor resolução ocorre, na superfície interna quando os valores da temperatura do ambiente aumentam e caem os valores da umidade relativa do ar, já na superfície externa a melhor resolução ocorre quando os valores da temperatura do ambiente diminuem e a umidade relativa do ar permanece constante em torno de 90%.

Posteriormente, foram comparados os dados obtidos pela temperatura dos sensores posicionados no banco, onde nota-se o equilíbrio entre as temperaturas no momento em que se aproxima às 24 h de coleta de dados, significando o equilíbrio térmico entre os sensores.

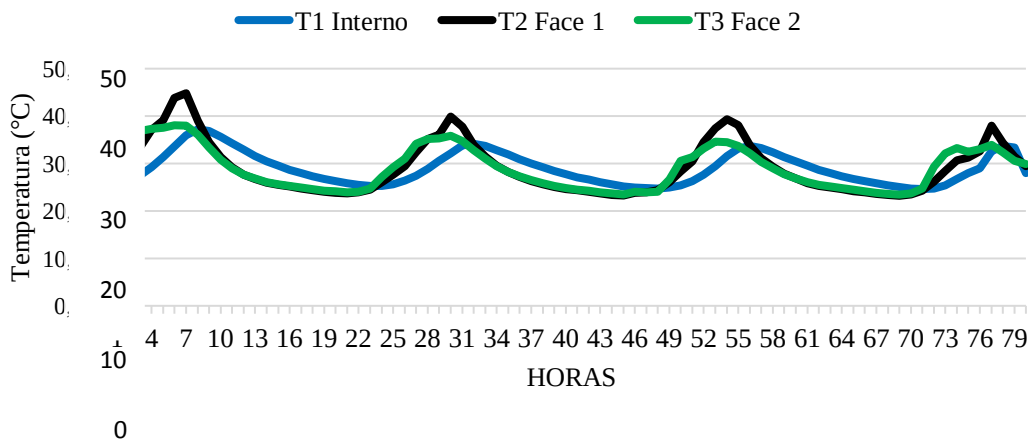


Gráfico 2. Temperatura dos sensores.

Conforme apresentado anteriormente, o 3º gráfico ilustra o ponto de equilíbrio entre a temperatura ambiente e o sensor interno, mas demonstra também o atraso térmico devido a maior linearidade do sensor interno, o mesmo pode ser observado nos gráficos 4 e 5 com menor linearidade, o que evidência um maior equilíbrio entre os sensores.

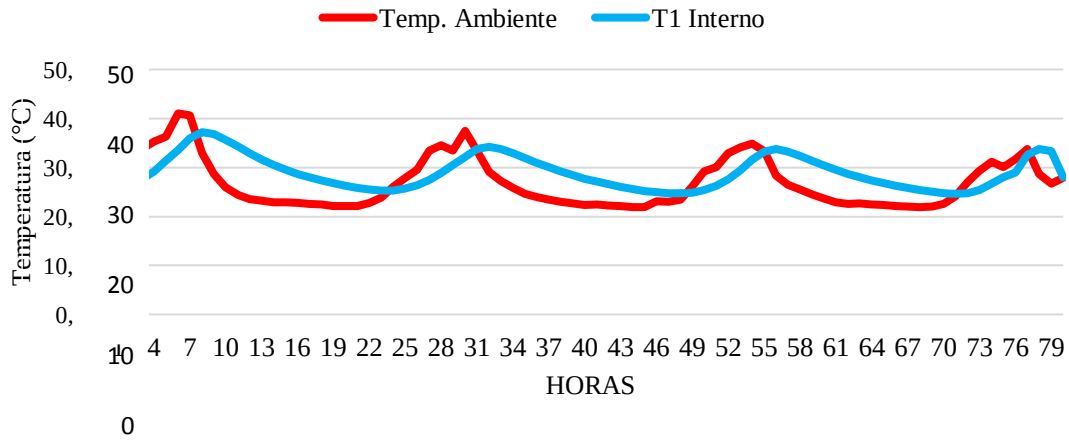


Gráfico 3. Temperatura ambiente x temperatura interna

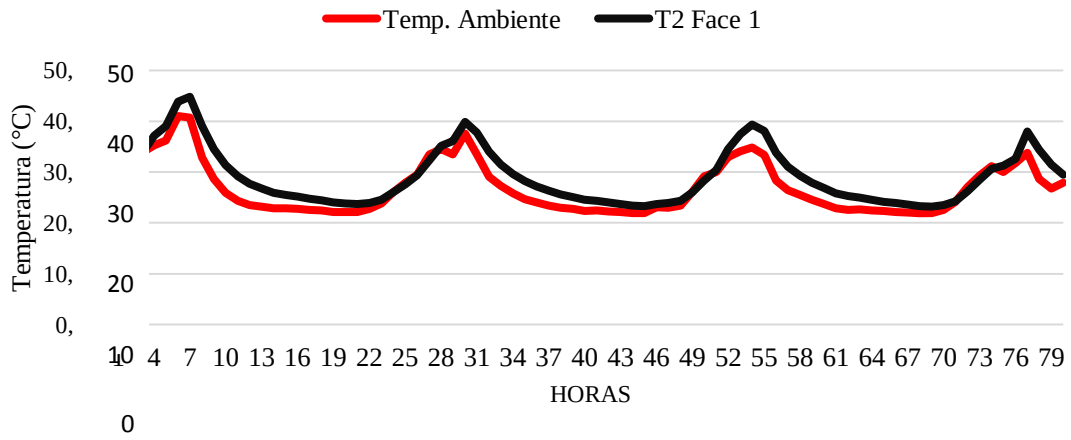


Gráfico 4. Temperatura ambiente x temperatura da face 1.

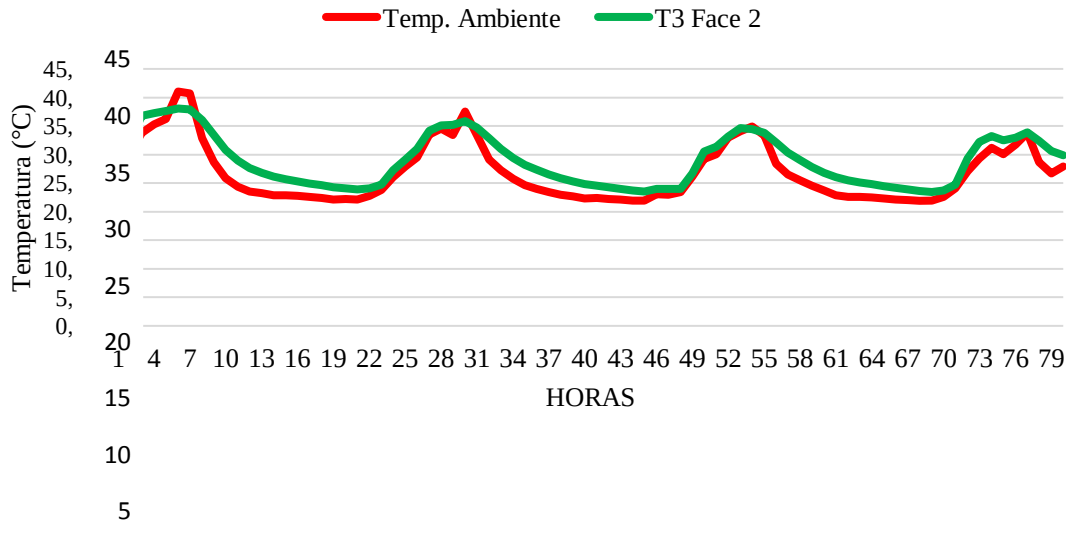


Gráfico 5. Temperatura ambiente x temperatura da face 2.

Na primeira análise, através das médias a cada 10 min das temperaturas dos ambientes exterior e interior, foram identificados os horários em que as condições meteorológicas se apresentaram mais desfavoráveis.

Observou-se a evolução da temperatura ambiente exterior e interior em relação à incidência de radiação solar; da evolução dos fluxos de calor nas superfícies exterior e interior do banco; e a evolução das temperaturas ambiente exterior e interior e as temperaturas superficiais exterior e interior a diferentes horas do dia.

Esta análise tinha como objetivo a compreensão a evolução da temperatura interior face as condições meteorológicas. Pela análise dos dados foi possível concluir-se que:

- No período noturno, a temperatura do ambiente interior foi reduzida. Ao longo da análise, verificaram-se temperaturas entre 21°C e 25°C, sendo que a temperatura de conforto de referência da regulamentação portuguesa em vigor (REH, 2013) é de 18 °C, assim os valores registrados revelaram-se bastante superiores;
- No período matutino, a temperatura do ambiente interior situou-se, em todos casos, acima da temperatura de referência de conforto regulamentada, que é de 25 °C, registrando valores superiores aos 30 °C. Nesse período, em que as temperaturas do ambiente exterior estiveram entre os 35 °C e o 40 °C, a temperatura do ambiente interior registrou o valor máximo de cerca de 38 °C;
- A amplitude térmica diária da temperatura do ambiente exterior registrou sempre valores bastante elevados, chegando a atingir, no momento mais quente (13h30min) 43 °C. Por sua vez, a amplitude térmica diária interior registrou sempre valores reduzidos, em média com 25 °C, o que é explicado pela inércia térmica do banco;
- A grande espessura do banco e, consequente, elevada inércia térmica revelou-se bastante importante, especialmente no período matutino, quando a temperatura do ambiente exterior atingia valores bastante elevados. A elevada inercia térmica conduz a um desfasamento temporal na transferência de calor do ambiente exterior para o interior, originando temperaturas interiores aceitáveis para o período do Verão. Por outro lado, durante o período noturno, do ponto de vista dos ganhos solares através da envolvente opaca, esse atraso é uma desvantagem, pois o calor da energia solar não atinge o interior do banco e, portanto, não contribui para o aumento da temperatura interior. Contudo, verifica-se que a inércia térmica seria vantajosa na medida em que o calor produzido no interior demoraria mais tempo a sair;
- Na análise da evolução dos fluxos de calor na superfície exterior e interior do banco, a influência da inercia térmica é bastante notória, na medida em que os fluxos de calor registraram sentidos inversos durante o dia, o que indica uma absorção de calor por parte do banco durante o dia. Por outro lado, durante a noite, os fluxos apresentam, igualmente, sentidos inversos; no entanto, indicam que o banco está a libertar o calor absorvido, ao longo dia, para o ambiente exterior e interior;
- Por fim, ainda pela análise da evolução dos fluxos de calor, verificou-se que, no período de tempo onde se registra os valores mais elevados do fluxo de calor exterior, no sentido positivo (do exterior para o interior), o fluxo de calor interior regista o valor mais reduzido, no sentido negativo. Contudo, nesse mesmo período de tempo, o valor da

temperatura ambiente interior registra o valor mais elevado. Assim, pode conclui-se que a transferência de calor do exterior para o interior do banco de Taipa de Pilão é efetuada, principalmente, através dos restantes elementos da envolvente.

O coeficiente de condutibilidade térmica é obtido diretamente através deste ensaio e permite avaliar a capacidade de transmissão de energia térmica de um material. Assim, quanto maior este coeficiente, pior o comportamento térmico do material.

Observando os resultados, pode-se concluir que existe um aumento ou um decréscimo do valor deste coeficiente com o decorrer do tempo, uma vez que existem materiais para as quais o valor aumenta e outras em que diminui – ou seja, não existe um padrão nos resultados. No entanto, verifica - se que as camadas de materiais em que ocorreu a substituição de cal por areia a condutibilidade térmica aumentou com o tempo, apresentando elevado comportamento térmico.

CONCLUSÃO

O objeto de estudo neste trabalho possui comportamento térmico diferenciado quando submetidos a condições atmosféricas naturais como o calor durante o dia e a nebulosidade durante a noite. Isto é, em determinados períodos do ano os materiais podem se comportar de forma mais semelhante uns aos outros, e em outros períodos, seja pela influência da baixa umidade relativa do ar ou pelas temperaturas mais amenas, os mesmos se comportam de maneira diferenciada.

A variação nas temperaturas interna e externa do banco de taipa apresentadas por meio dos gráficos, conduzem a conclusões sobre a presença de materiais diferentes. Quando aplicado o modelo nestas regiões específicas, os parâmetros físicos dos agentes patológicos e o comportamento das temperaturas superficiais podem reproduzir a variação térmica do termograma. Permitem, assim, uma análise mais rigorosa sobre os fenômenos presentes. No decorrer da pesquisa verificou-se que as hipóteses e premissas estabelecidas inicialmente no trabalho foram constatadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Pesquisas e Experimentação. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. I. Levantamento exploratório-reconhecimento de

solos do Estado da Paraíba. II. Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro, p. 683, 1972.

COLIN, Silvio. Técnicas construtivas do período colonial. Disponível em: <http://imphic.ning.com/group/historiacolonial/forum/topics/arquiteturacolonial?xg_source=activity>. Acesso em: 18 jan. 2019.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, p. 306, 2006.

GOMES, M. I. Regulação da qualidade do ar interior através da utilização de argamassas eco-eficientes. II Edição do Encontro Nacional IISBE Portugal, - "Reabilitação Urbana e Construção Sustentável do edifício para a escala urbana". Lisboa, 2017.

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. Tecnologia da conservação e restauração: materiais e estruturas: um roteiro de estudos. 3. ed. Salvador: EDUFBA, 2006.

PIRES, A. L. G. Avaliação do comportamento higroscópico de argamassas de reboco. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, 2013.

SANTIAGO, Cybele C. O solo como material de construção. 2.ed. Salvador: EDUFBA, p. 72, 2001.

SANTOS, T. A. Argamassas de terra para rebocos interiores - Ensaios de caracterização e influência da formulação. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, 2014.

CONFORTO TÉRMICO E DESEMPENHO DE LEITÕES CRIADOS EM GAIOLAS ENRIQUECIDAS COM PISO DE RESÍDUO DE EVA

José Pinheiro Lopes Neto[1], Silvia Noelly Ramos de Araújo[2], Fernanda Fernandes de Melo Lopes[3], José Wallace Barbosa do Nascimento[1], Dermeval Araújo Furtado[1]

[1]Prof. Dr. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande-PB. lopesneto@gmail.com, wallacebosa@hotmail.com, araujo.dermeval@gmail.com
[2]Doutorando em Engenharia Agrícola (UFCG), Campina Grande-PB. noelly_cg@hotmail.com
[31]Profa. Dra. Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB. fndlopes@gmail.com

RESUMO - Objetivou-se analisar o conforto térmico de leitões na fase de creche, mantidos em instalações com piso de placas de EVA, utilizadas para reduzir a transferência de calor dos animais para a superfície de contato, utilizando-se 24 leitões desmamados, com idade média de 23 + 2 dias, distribuídos em 8 baias, utilizando-se dois tipos de pisos: tratamento 1: Placas de EVA + piso plástico vazado e o tratamento 2: piso plástico vazado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) e a comparação entre as médias através do teste de Tukey (P<0,05). A caracterização do ambiente térmico foi realizada por meio do registro da temperatura do ar, umidade relativa, temperatura de globo negro, luminosidade e velocidade do vento. Para a análise do conforto térmico proporcionado pelos pisos utilizou-se os índices de conforto térmico (temperatura de globo negro e umidade e a carga térmica de radiação), o mapeamento térmico superficial (pisos e leitões) e o desempenho produtivo dos animais. Os resultados indicaram que, as placas sobre o piso mostraram ser eficiente na redução da transferência de calor sensível entre o piso-leitão, o que tornou o aquecimento mais eficaz para os animais.
Palavras-chave: Homeotermia, creche suína, material alternativo, piso plástico.

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista fisiológico o desmame é considerado um dos manejos mais importantes na suinocultura (Baptista et al., 2011) e este manejo ocorre precocemente, em média entre 21 e 28 dias de vida dos animais e, embora seja uma prática já consolidada por estabelecer um número maior de leitegadas por ano, representa também um dos maiores desafios no setor para esta fase de produção, no que concerne as questões de bem-estar animal e do ambiente térmico.

A fase de creche é caracterizada como um período que o sistema de termorregulação dos leitões ainda está em desenvolvimento, exigindo um ambiente térmico confortável nas instalações. As trocas de calor entre suínos e instalação ocorrem principalmente por condução (piso-leitão), sendo o piso mais utilizado nas instalações comerciais de creche suína o plástico vazado, por oferecer fácil limpeza e durabilidade. Contudo, o mesmo

pode não promover um ambiente termicamente confortável para os leitões, por não oferecer isolamento térmico adequado.

Nos sistemas de criação intensivos os suínos mais jovens passam grande quantidade do tempo deitados, podendo na maior parte do seu tempo estar em contato com tipo de piso que não lhes oferece condições adequadas de conforto (Dias et al., 2015), sendo que para atingir uma maior produção e produtividade os animais devem estar sobre pisos com materiais que ofereçam capacidade de resistência a dissipação de calor, tornando o aquecimento mais eficiente, a fim de minimizar o desconforto inerente aos sistemas de confinamento.

O copolímero de Etileno-Acetato de Vinila (EVA) é um polímero bastante utilizado pela indústria calçadista, onde são gerados grandes volumes de resíduos, que nem sempre tem uma destinação adequada (Oliveira, 2009); são resíduos que possuem alta porosidade, tornando-o um bom isolante térmico, elétrico e acústico, com boa resistência a compressão e ductibilidade, além de não ser susceptível ao ataque de fungos (Silva et al., 2013). Neste sentido, a presente pesquisa teve o objetivo de avaliar o conforto térmico proporcionado aos leitões através do uso de placas de piso compostas por resíduos de EVA, como complemento ao piso comercial de creche suína, além dos índices produtivos dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da suinocultura do *campus* III, da Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras-PB, cujas coordenadas geográficas são Latitude 06º 45’ 00” S Longitude 35º 38’ 00” W com altitude de 520 m. Segundo a classificação climática de Köppen, possui clima do tipo As (tropical chuvoso) com temperatura e pluviosidade médias anuais de 21,8 °C e 1086 mm, respectivamente.

A pesquisa foi iniciada entre setembro e outubro, totalizando 20 dias, período de transição entre o inverno e a primavera. A instalação de creche suína utilizada possui dimensões de 9,70 x 9,00 x 3,90 m de largura, comprimento e altura, respectivamente, onde foram alocados 24 leitões desmamados, com idade média de 23 $\pm$ 2 dias, em 8 baias metálicas suspensas, totalizando 3 leitões por baia. Cada baia com dimensões de 1,25 x 1,0 x 0,65 m, e área do piso correspondendo a 1,25 m^2. Os tratamentos foram placas de

EVA + piso plástico vazado (Piso 1) e o piso plástico vazado (Piso 2), conforme Figuras 1A e 1B.

A. B.



Figura 1. Piso 1: Placas em EVA + Piso Plástico Vazado (A); Piso 2: Piso Plástico Vazado (B)

Foram utilizados animais mestiços do cruzamento de Piétrain x Hampshire, Landrace x Topigs e Hampshire x Piétrain. A distribuição dos leitões nas baias foi feita com base no peso, com intuito de diminuir possíveis influências dos animais maiores sobre os menores, cada tratamento recebeu dois blocos com seis leitões leves e seis leitões pesados.

Para a produção das placas de EVA, os resíduos foram triturados em moinho sendo, posteriormente, peneirado para separação do resíduo por tamanho de partícula, sendo a granulometria média utilizada de 2,80 mm. Os resíduos de EVA foram colocados em fôrmas metálicas com dimensões 0,39 x 0,34 x 0,08 m (largura x comprimento x altura), sendo estas preenchidas até altura de 0,06 m, e para evitar a aderência do material à fôrma, a mesma foi untada com óleo lubrificante.

Para a compactação do material utilizou-se uma carga vertical total de 16 kg, já inclusa a massa da tampa da fôrma. Em seguida, o conjunto (fôrma, resíduo e carga) foi levado a estufa, permanecendo por 8 h a 120 ºC e, após este período as placas foram resfriadas ao ar livre por 10 h e, em seguida, desenformadas assumindo dimensão final de 0,39 x 0,34 x 0,02 m. Com intuito de permitir a drenagem dos dejetos e facilitar a limpeza, cada placa possuía 8 aberturas com diâmetro de 10 mm. A fixação das placas de EVA ao piso plástico foi feita com uso de arame metálico na amarração. A distribuição dos pisos foi realizada por sorteio, conforme Figura 2.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

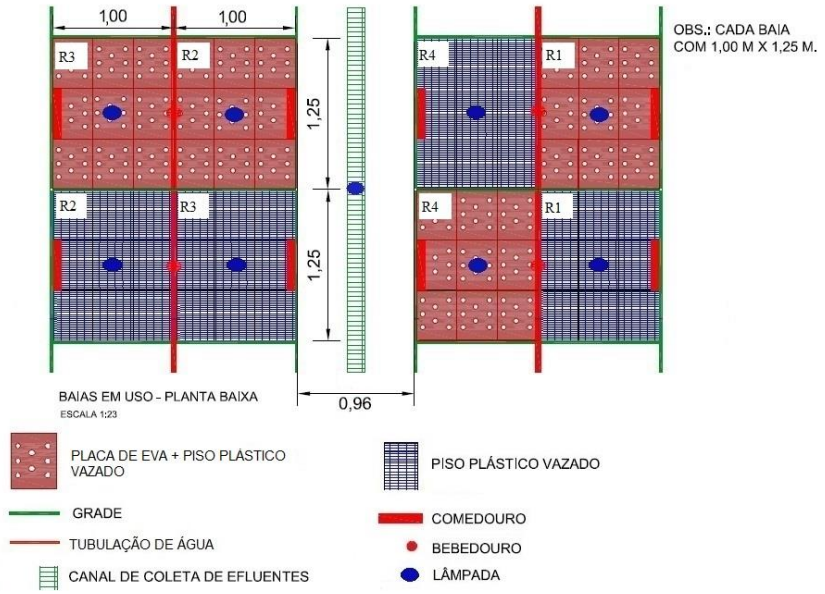


Figura 2. Vista superior da disposição dos pisos nas baias e posição das baias.

Para o aquecimento dos leitões, utilizou-se uma lâmpada halógena comum de 70 W por baia, estando posicionadas a 0,60 m acima do piso no centro de cada baia, sendo ligadas entre às 17 e 9 h. No interior da instalação foram instalados sensores no corredor central da instalação e posicionados na altura do centro geométrico dos leitões, com leituras programadas em intervalos de 30 min.

Para leitura e armazenamento de temperatura de bulbo seco (Tbs) e umidade relativa do ar (UR) utilizou-se o datalogger modelo HT-70 marca Instrutherm. Para temperatura de globo negro (Tgn) foi adaptado um termopar no interior de uma esfera oca de polietileno pintada na face externa na cor preta fosca, e para o armazenamento dos dados utilizou-se o microcontrolador Arduíno Uno. Para a coleta dos dados de luminosidade e velocidade do vento utilizou-se um luxímetro e anemômetro da marca Instrutherm modelo Thal 300, com coletas realizadas a cada três dias, utilizando intervalos de 2 h, com início às 6 h e término às 18 h.

Com os dados do ambiente térmico foi calculado o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) a partir da equação desenvolvida por Buffington et al. (1981), e a carga térmica de radiação (CTR) calculada através da equação proposta por Esmay (1979).

Para o mapeamento térmico superficial dos pisos e dos animais utilizou-se a câmera termográfica da marca Flir, modelo TG165, onde as imagens foram registradas uma vez

por semana durante 24 h em intervalos de 2 h. Nos leitões o foco foi na região lombar e nos pisos na região central da baia, conforme Figura 3.

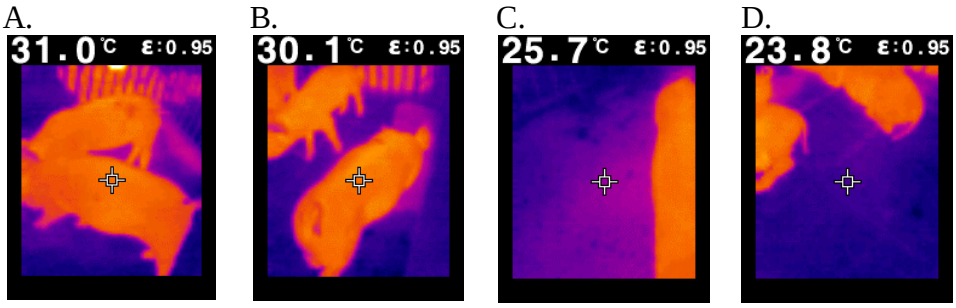


Figura 3. Mapeamento térmico superficial dos leitões sobre Piso 1 (A) e sobre Piso 2 (B); Mapeamento térmico superficial do Piso 1 (C) e do Piso 2 (D).

As análises estatísticas foram realizados por meio do programa Statistical Analysis System-SAS® adotando o delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias feita pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amplitude térmica média ao longo do dia no interior da instalação foi de 2,97 °C, o que evidencia um ambiente mais estável com pequenas variações de temperatura ao longo do dia, ideal para criação de leitões desmamados. As temperaturas máximas ocorreram às 15h30min (27 °C), devido ao horário de maior carga térmica de radiação e as mínimas às 6h30min (24,03 °C), conforme Figura 4. Nota-se que das 9 h às 17 h, intervalo que as lâmpadas permaneciam desligadas, corresponde ao período com maior variação da temperatura no interior da instalação, porém, não ultrapassando a temperatura crítica superior de 27 °C. Após às 17 h o aquecimento é atribuído ao uso das lâmpadas, com valores que variaram entre 26,66 a 24,03 °C, estando os animais dentro da zona de conforto térmico (ZCT) para leitões desmamados entre 22 e 26 °C.

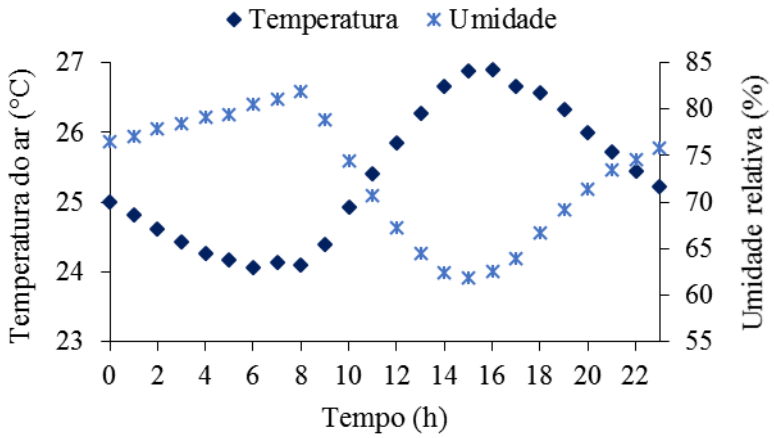


Figura 4. Variação média da Temperatura e Umidade no interior da instalação.

Para a umidade relativa do ar (UR), no horário compreendido entre 6 e 8 h foi ultrapassada a faixa considerada ideal para leitões, que está entre 60 e 80% conforme citado por Bortolozzo et al. (2011) e Sousa Júnior et al. (2011), atingindo média de 82,08% às 7h30min. Vale salientar, que era o horário em que era realizada a lavagem da sala da creche, que associada à falta de ventilação no interior da instalação, corroborou para a elevação sobre as médias de UR. Nos demais períodos do dia a variação da UR esteve sempre dentro da faixa estabelecida como ideal para leitões. Às 15h30min observa-se a menor média de UR atingindo 61,63%, correspondendo ao horário de maior média da temperatura.

Para os resultados de velocidade dos ventos, em todos os horários e dias de coleta não houve registro dessa variável no interior da instalação, em razão da sala permanecer fechada na maior parte do tempo e o fluxo de passagem do ar pelas janelas, quando abertas, serem insignificantes. Apesar da deficiência de ventilação dentro da instalação, o balanço térmico dos animais com o ambiente não foi afetado em razão das condições de Tar e UR estarem dentro dos limites aceitáveis, assim como, pelo fato de dispor de maior área em função do número de animais alojados.

Os picos de luminosidade ocorreram as 6, 8 e 18 h, conforme Figura 5, por corresponder aos horários em que as lâmpadas halógenas estavam ligadas. Às 6 e 8 h os valores foram ainda maiores devido a associação das lâmpadas com a incidência da luz solar advinda das janelas, com valores médios variando de 410 a 467 lux. Nos demais horários devido à fonte de iluminação ser apenas a luz solar, as médias variaram entre 232 a 369 Lux. Zonderland et al. (2009) citam que há necessidade de fornecer uma

intensidade luminosa de 40 lux para estimulação dos níveis de serotonina nos suínos, valor esse atendido.

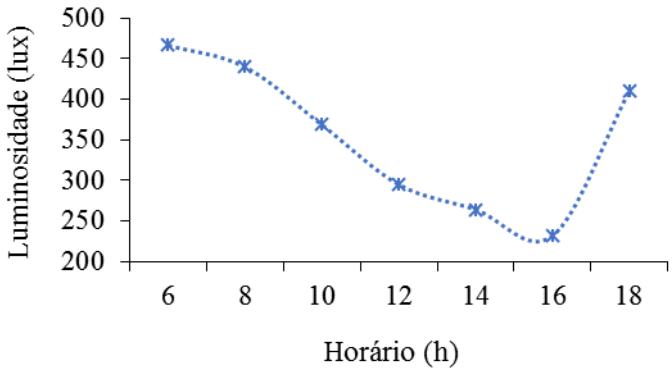


Figura 5. Iluminância nos dias de coleta no interior da creche suína em função do horário

Considerando a temperatura ideal entre 22 e 26 °C e umidade relativa do ar entre 60 e 80%, os valores de ITGU na situação de conforto para suínos na fase de creche estão entre 71 a 76, assim, assumindo essa como a faixa de conforto para suínos na fase de creche, pode-se observar que entre as 17h30min e 20h00min, o ITGU esteve acima da ZCT (Figura 6), com valores acima de 76, porém não excedendo o valor crítico que, conforme Turco et al. (2017), é de 80 para leitões.

A CTR apresentou comportamento ao longo do dia similar ao ITGU (Figura 6). No período compreendido das 17h30min e 20h00min, foram obtidas médias máximas variando entre 464,68 W m^{-2} a 461,38 W m^{-2}. Essa pequena amplitude ao longo do dia demostra um ambiente estável, ideal para o alojamento de leitões, e esses valores estão próximos da condição recomendada por Baêta & Souza (1997) citado por Silva et al. (2012) onde deve-se permitir o fluxo de calor próximo a 450 W m^{-2}, valor considerado suficiente para o aquecimento de leitões nesta fase.

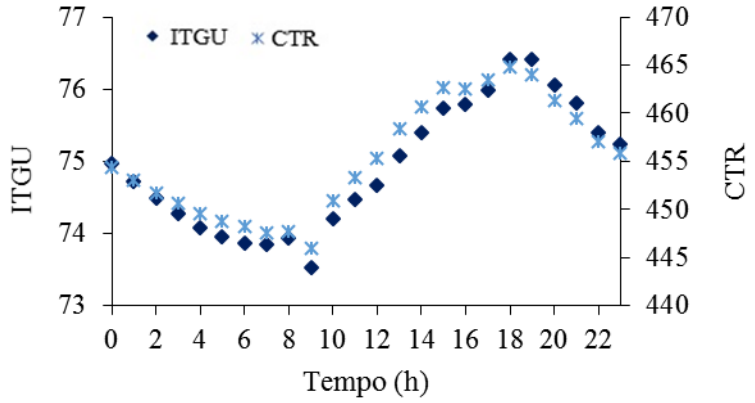


Figura 6. Variação média diária do ITGU e CTR em função do horário durante o período experimental.

Na Tabela 1 estão ainda listadas as temperaturas médias do piso e dos animais em função do horário de coleta, a média e o desvio padrão. Não houve diferença significativa (P>0,05) entre a temperatura superficial dos animais mantidos nos diferentes tipos de pisos, com média de 31,1 ºC, mas houve diferença significativa entre a temperatura superficial dos pisos (P<0,05), com o piso plástico + placas de EVA apresentando valor mais elevado em comparação ao piso plástico.

Tabela 1. Temperatura média dos pisos e dos animais em função do horário.

Horário	Temperatura (°C)			
	TSP		TSA	
	Piso 1	Piso 2	Piso 1	Piso 2
00:00	25,8	25,1	30,7	30,7
02:00	25,3	23,9	30,2	30,1
04:00	24,2	22,9	30,6	30,1
06:00	24,4	23,4	30,4	30,0
08:00	24,4	24,1	30,7	30,3
10:00	25,3	25,1	31,9	31,5
12:00	27,9	26,4	32,0	31,7
14:00	25,7	26,4	32,2	32,2
16:00	26,4	26,6	32,7	32,3
18:00	27,7	25,7	31,6	31,5
20:00	26,7	25,8	31,8	31,4
22:00	26,5	25,0	31,1	30,9
Desvio Padrão	25,74±1,72a	24,91±1,26b	31,22±1,11a	30,98±1,18a
CV (%)	5,11		3,70	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey considerando o valor nominal de significância de 5%. Referências: TSP - Temperatura superficial do piso; TSA – Temperatura superficial do animal.

A temperatura superficial dos leitões está associada diretamente as temperaturas da superfície de contato, observando na Tabela 1 essas temperaturas, é possível perceber que o Piso 1 representou temperatura superior ao Piso 2, analogamente os leitões que estavam sobre o Piso 1 apresentaram temperatura superficial superior aos leitões do Piso 2, fato esse que explica que os animais estarem mais aquecidos sobre esse piso.

Associando as máximas e mínimas dessas variáveis em função do horário, observou-se que a TSA ocorreu em horários próximos ao da TSP. As maiores médias da TSA foram obtidas às 16 h para ambos os tratamentos, com temperatura de 32,7 °C para os animais do piso com EVA e 32,3 °C para os animais do piso sem EVA. Com mínimas de 30,2 °C ocorrendo às 2 h para os animais do Piso 1 e 30,0 °C às 6 h para os animais do Piso 2.

Esse resultado deve-se ao fato das placas de EVA possuir maior capacidade de isolamento térmico, evidenciando diferenças mais acentuadas na temperatura principalmente, nos horários em que as lâmpadas estavam ligadas. Para melhor entendimento, correlacionando os dados de ITGU a TSP, tem-se que, às 18h correspondendo ao horário máximo do ITGU, a temperatura média do piso com placas de EVA foi de 27,7 °C enquanto o piso sem as placas foi de 25,7 °C. Portanto, a capacidade de isolamento térmico do EVA promoveu o aquecimento mais eficiente da superfície do piso, podendo ser até verificado a superação da condição de conforto já que os animais evitavam deitar nas regiões do piso próximo da fonte de calor, sugerindo portanto, a utilização de lâmpadas halógenas com potência abaixo dos 70 W, podendo essa ser uma alternativa que possibilita a redução do consumo de energia elétrica, na produção suína para essa fase.

CONCLUSÃO

As exigências climáticas no interior da sala para uma creche suína foram atendidas na maior parte do tempo com os animais dentro da zona de termoneutralidade. O Piso 1 mostrou ser mais eficiente na redução da transferência de calor sensível entre o piso-leitão, o que tornou o aquecimento mais eficaz para os animais. O desconforto apresentado pelos leitões do Piso 1 ao evitarem deitar sobre as regiões próximas a zona de calor, sugere o uso de lâmpadas de menor potência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAPTISTA, R. I. A. de A, BERTANI, G. R. Indicadores do Bem-estar em Suínos. Revista Ciência Rural, 41, p.1823-1830. 2011.

BAÊTA F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais – conforto animal. UFV, 246p. 2010.

BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHO, A, Canton GH et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE. N.24, p.711-714, 1982.

DIAS, C.P.; SILVA, C.A. da; MANTECA; X. Efeitos do Alojamento no Bem-Estar de Suínos em Fase de Crescimento e Terminação. Revista Ciência Animal, v.25, p.76-92. 2015.

ESMAY, M. L. Principles of animal environment. Westport: AVI Publisher, 325p. 1979.

OLIVEIRA, A. J. de. Inovação Tecnológica e o Meio Ambiente - Um Estudo das Empresas do Setor de Calçados de Campina Grande Paraíba. Tese Doutorado, UFCG, 211p. 2009

SILVA, R. M. DOMINGUEZ, D. S.; ALVIM, R. C.; IGLESIAS, S. M. Análise da resistência mecânica e porosidade de um compósito cimentício leve com EVA e reforçado com fibras de piaçava. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.8, p.44–50. 2013.

SOUSA JÚNIOR, V.R.; ABREU, P.G.; COLDEBELLA, A. LOPES, L. dos S.; LIMA, G.J.M.M. de; SABINO, L.A. Iluminação Artificial no Desempenho de Leitões na Fase de Creche. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.33, p.403-408. 2011.

ZONDERLAND, J.J.; CORNELISSEN, L.; WOLTHUIS-FILLERUP, M.; SPOOLDER, H. Visual acuity of pigs at different light intensities. Applied Animal Behaviour Science, v.111, p.28-37. 2009.

CONFORTO TÉRMICO E DESEMPENHO DE POEDEIRAS NA FASE INICIAL (CRIA)

Fabiana T. Leal de Morais [1], José Pinheiro Lopes Neto [2], José Wallace Barbosa do Nascimento[3], Adriana Maria dos Santos[4], Dermeval Araújo Furtado[5]

[1]Universidade Federal de Campina Grande, LACRA, Laboratório de Construções Rurais e Ambiência, Campina Grande-PB. fabianaleal_morais@hotmail.com
[2]Universidade Federal de Campina Grande, LACRA, Laboratório de Construções Rurais e Ambiência, Campina Grande-PB. lopesneto@gmail.com
[3]Universidade Federal de Campina Grande, LACRA, Laboratório de Construções Rurais e Ambiência, Campina Grande-PB. wallacebosa@hotmail.com
[4]Universidade Federal de Campina Grande, LACRA, Laboratório de Construções Rurais e Ambiência, Campina Grande-PB. ttstadriana@gmail.com
[5]Universidade Federal de Campina Grande, LACRA, Laboratório de Construções Rurais e Ambiência, Campina Grande-PB. araujodermeval@gmail.com

RESUMO - O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar o conforto térmico em um galpão (pinteiro), localizado em uma granja comercial no município de Cuité - PB. Foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar e a temperatura de globo negro para determinação do Índice da Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU). Avaliou-se o desempenho das pintainhas relacionado ao ganho de peso e as coletas de dados foram realizadas diariamente. Utilizou-se 10.000 pintainhas da linhagem Lohmann LSL no período compreendido entre o 17º e o 23º dias de vida das aves, avaliando os valores de ITGU e comparando àqueles indicados pela literatura, observamos que que as faixas de conforto térmico na maior parte dos dias avaliados apresentou valores de estresse leve quando confrontados com o recomendado pela literatura, e o ganho de peso manteve-se inferior ao indicado pelo manual da linhagem..
Palavras-chave: Ambiência, pintainhas, estresse térmico.

INTRODUÇÃO

A avicultura de postura é uma das principais atividades agrícolas no Brasil. O expressivo aumento na produção de ovos por galinha deve-se principalmente aos sistemas agrícolas altamente intensivos aliados a uma nutrição otimizada, com o objetivo de promover uma rápida velocidade de crescimento e alta produção de ovos (Regmi et al., 2015).

Na região semiárida, o estresse térmico é uma das principais preocupações na produção de aves. Uma redução no desempenho de crescimento e na produtividade das aves após a elevação na temperatura do ar já foi bem documentada (Gous & Morris,

2005). De modo que estudar a interferência das variáveis ambientais sobre o desempenho das aves torna-se relevante (Heckert et al., 2002).

Santos et al. (2009) destacam que para caracterizar o ambiente quanto aos níveis de estresse térmico destaca-se a aplicação do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), que reúne os efeitos combinados de temperatura do bulbo seco do ar, umidade relativa, radiação e velocidade do ar.

Objetivou-se determinar o índice da temperatura do globo negro e umidade (ITGU) em galpão de cria para aves de postura na terceira semana de vida e correlacionar com ganho de peso (GP) do animal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um galpão comercial, concebido no sistema de gaiolas com as seguintes dimensões: 70 x 8m, 4m de pé direito e 1m de beiral, construído na orientação Leste-Oeste, situada no munícipio de Cuité – PB. De acordo com a classificação climática de Köpeen, o clima é considerado do tipo Bsh - Semiárido tropical quente e seco. Entre os dias 27 de novembro a 03 de dezembro de 2018 durante a terceira semana de vida das pintainhas.

No galpão estavam alojadas 10.000 pintainhas na terceira semana de vida, da linhagem Lohmann LSL, distribuídas em 2 baterias de 4 andares. As gaiolas foram distribuídas de forma homogênea e confeccionadas de arame galvanizado, sobrepostas em 4 andares, com 84 gaiolas em 8 fileiras separadas por 2 baterias, com corredor central. As gaiolas possuem 0,70 x 0,45 x 0,60 m de profundidade, sendo 15 pintainhas por gaiola. Semanalmente, 100 pintainhas eram selecionados aleatoriamente e pesadas com auxílio de uma balança digital, para acompanhar o ganho de massa do lote.

As variáveis ambientais avaliadas foram: temperatura do bulbo seco e globo negro e umidade relativa do ar, 24 horas por dia durante todo período experimental no interior do galpão.

Para coleta das variáveis ambientais utilizou-se um termohigrômetro da marca Instrutherm® *dataloggers*, modelo HT-70 e sensores (DS 18 B20), acoplados ao um microcontrolador arduíno de leitura contínua.

No interior da galpão (Figura 1) foram utilizados 8 globos negros, divididos em quatro setores e distribuídos dois por cada setor para maior precisão dos dados: Setor 01

 ISBN: 978-85-66836-24-0

– (globos negros 1 e 2 – GN1 e GN2); Setor 02 – (globos negros 3 e 4 – GN3 e GN4); Setor 03 – (globos negros 5 e 6 – GN5 e GN6); Setor 04 – (globos negros 7 e 8 – GN7 e GN8. Os sensores foram distribuídos por setores, o setor 1 e 3 estão a uma distância de 10m, e os setores 2 e 4 a 5m do centro do galpão.

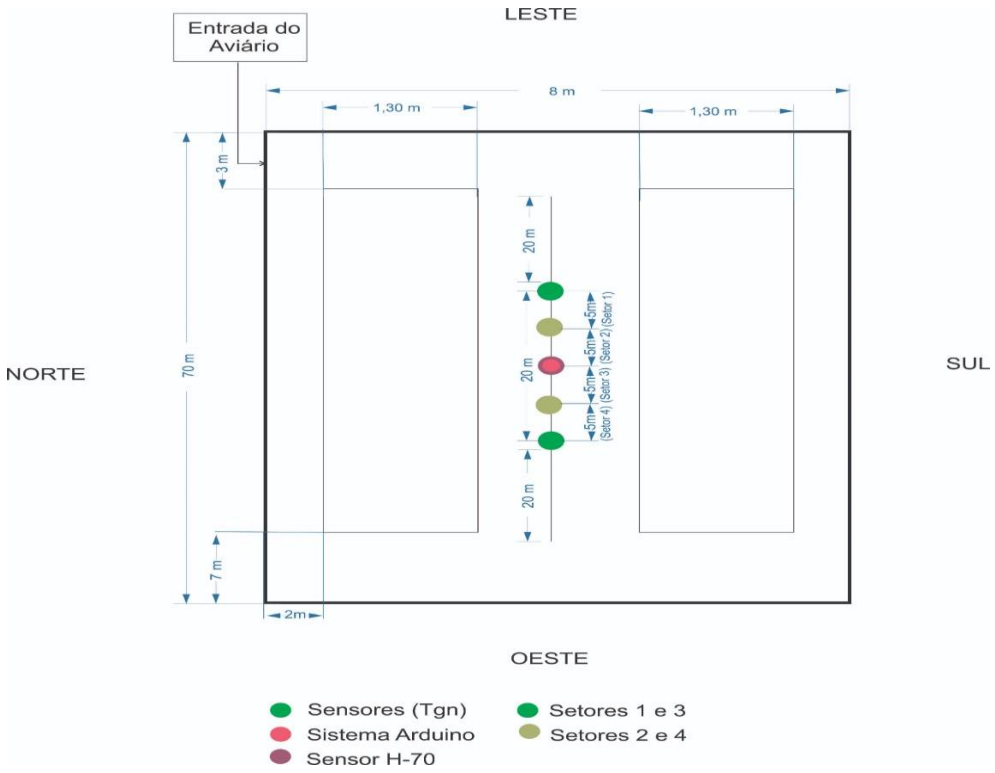


Figura 1. Croqui do galpão.

Por meio dos dados coletados das variáveis ambientais, foi calculado o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), por meio da equação 1 proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = Tgn + 0{,}36Tpo + 41{,}5 \quad (1)$$

Em que:

ITGU – Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade;

Tgn – Temperatura de globo negro, °C;

Tpo – Temperatura do ponto de orvalho, °C

 ISBN: 978-85-66836-24-0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios diários para ITGU estão descritos na figura 2. Observou-se que houve variações nos valores de ITGU entre os dias avaliados (17 a 23), sendo o 18° e o 22° dias, os que apresentaram os menores e os maiores valores de ITGU, respectivamente, apresentando comportamento semelhantes em todos os setores.

Os valores de ITGU recomendados para aves nessa fase (cria) segundo Tinoco (1998) é de 75, onde considerado como conforto térmica. Observando a figura 2, constatou-se que apenas no 18° dia de vida, as aves encontravam-se em conforto, em todos os setores.

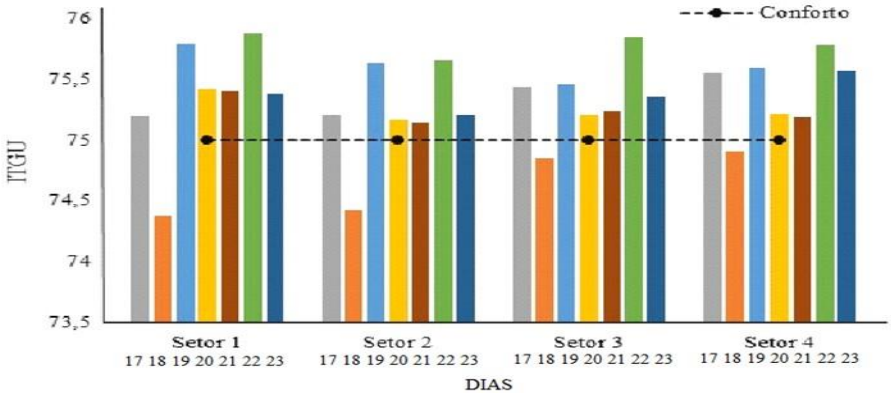


Figura 2. Índice da temperatura do globo negro e umidade (ITGU) no interior do galpão durante a terceira semana, compreendida entre (17º ao 23º dias) de vida das pintainhas.

No demais dias, todos os setores apresentaram valores de ITGU superiores ao preconizado por Tinoco (1998), que é de 75. Entretanto, os valores de ITGU encontrados, apresentam-se próximos ao considerado como situação de conforto térmico, sendo que animais mantidos acima desta zona, utilizam-se de mecanismos termorregulatórios para manutenção térmica.

Essa variação pode ser justificada pelo fato do galpão não dispor de um sistema de climatização, e consequentemente está submetido a influência do ambiente externo, como também do manejo das cortinas e da porta do galpão.

Na Tabela 2 estão descritos os valores médios de ganho de peso (GP) das aves para o mesmo período analisado entre (17 a 23 dias de vida) em comparação com a recomendação do manual da linhagem.

Tabela 2. Valores médios de ganho de peso (GP).

Ganho de peso das aves (g)	Tabelado (Manual Lohmann LSL) (g)
176	185

.

O ganho de peso médio preconizado pelo manual da Linhagem Lohmann que é de 185g, assim, observa-se que as aves avaliadas não atingiram essa média, ficando 10% abaixo do recomendando, com um média de 176 g.

O ganho de peso na fase de cria é importante para que a ave chegue à maturidade sexual com uma boa conformação, pois o seu peso nas fases de cria e recria está correlacionado diretamente com o seu desempenho na postura (Lima Neto et al., 2008).

Possivelmente essa redução no ganho de peso se deve ao fato dos animais estarem na maior parte do tempo em um situação de leve desconforto térmico.

O desconforto térmico sofrido por animais, refletem negativamente na saúde, funções produtivas e ao seu bem-estar, podendo apresentar perda de peso, crescimento retardado, problemas respiratórios e hormonais, falta de apetite, entre outros problemas (SOUSA JÚNIOR et al, 2008).

CONCLUSÃO

Durante o período experimental as aves encontraram-se na maior parte do tempo em situação de estresse leve, refletindo negativamente no ganho de peso dessas aves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of American Society of Agricultural Engineering, v. 24, n. 3, p.711-714, 1981.

GOUS, R.M.; MORRIS T.R. Nutritional select feeding of commercial pullets sing a complete layer diet and a separate protein concentrate at cool and hot temperature. Aust. J. Agri. Res., v. 41, p. 549-555, 2005.

HECKERT, R. A.; ESTEVEZ, I.; RUSSEK-COHEN, E. et al. Effects of density and perch availability on the immune status of broilers. **Poultry Science**, v.81, p.451-457, 2002.

LIMA NETO, R. da C.; COSTA, F. G. P.; SILVA, J. H. V.; BARROS, L. R.; OLIVEIRA, C. F. de S., COSTA, J. S. Níveis de proteína bruta e de energia metabolizável para frangas

de postura semipesadas de 1 a 18 semanas de idade. Ciênc. Agrotec. Lavras, v. 32, n. 1, p. 258- -266, 2008.

REGMI P.; DELAND T.S.; STEIBEL J.P.; ROBISON C.I.; HAUT R.C; ORTH M.W; KARCHER D.M. Effect of rearing environment on bone growth of pullets. Poultry Science 94(3):502-511, 2015.

SANTOS, P. A.; BAÊTA, F. C; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Ventilação em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade do ar e no desempenho das aves. Revista Ceres, Viçosa, v. 56, p. 172-180, 2009.

SOUSA JÚNIOR, S. C. et al. Características Termorreguladoras de Caprinos, Ovinos e Bovinos em Diferentes Épocas do Ano em Região Semi-Árida. Revista Científica de Produção Animal, Areia, v. 10, n. 2, p. 127-137, 2008.

TINÔCO, I. F. F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, e Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 3, 1998, Poços de Caldas. Anais... Lavras: UFLA/SBEA, p. 86,1998.

COMEDOURO AUTOMATIZADO PARA CABRAS LEITEIRAS

Raíssa Gonçalves Cavalcanti[1], José Wallace Barbosa do Nascimento[1], Alexandre de Sales Vasconcelos[1], Thiago Lira Souza Santos[1]

[1] Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, PósGraduação em Engenharia Agrícola, Área de Construções Rurais e Ambiência. raissa_lala1@hotmail.com; wallace@ufcg.edu.br, alexandreufcg@gmail.com e thiagolirasouzasantos@gmail.com

RESUMO - A fim de disponibilizar aos animais melhor qualidade de vida tanto nas instalações em que habitam quanto em sua suplementação, novos produtos estão sendo desenvolvidos para que auxiliem no desempenho animal como também na relação animal/produto e animal/homem. Diante disso, a pesquisa teve como objetivo desenvolver comedouro automático voltado exclusivamente ao rebanho de cabras leiteiras, buscando oferecer a quantidade de alimento calculada e em horários pré-estabelecidos, para aumentar a produtividade do rebanho e diminuir as perdas de alimentos. Além disso, foi pensando em um sistema que auxiliasse o produtor, otimizando seu tempo no que refere-se ao oferecimento de ração aos animais, como também lhe auxiliasse com informações do seu rebanho ao final do dia. Tanto produto quanto a automação foram desenvolvidos no LaCra - Laboratório de Construções Rurais e Ambiência, UFCG, em paralelo foram realizadas algumas visitas a um sítio no município de Puxinanã, localizado na Paraíba e pertencente a região de Campina Grande, podendo assim observar a relação dos animais com alguns instrumentos utilizado no desenvolvimento do comedouro. Ao finalizar o desenvolvimento do produto concluiu que, ao ser comparado com os comedouros disponíveis nas instalações, o novo modelo atende de forma satisfatória as necessidades dos animais e facilita o trabalho do tratador, além disso, o produto propicia melhores condições aos caprinos tanto no referente a morfometria, quanto ao fornecimento da suplementação precisa, em horários e porções corretas.

Palavras-chave: Morfometria, protótipos, automação, caprinos.

INTRODUÇÃO

A caprinocultura está caracterizada por seu processo de produção desde da colonização do Brasil e atualmente vem se destacado especialmente no Nordeste do país, onde a produção destes ruminantes vem desempenhando um papel crucial no desenvolvimento da região, em especial na exploração de base familiar (LIMA, 2009). Sua rápida difusão foi possível por sua facilidade de adaptação a diversos ambientes, sobrevivendo e produzindo em condições adversas (SILVA et al., 2015).

Por serem qualificados com animais resistentes, sua criação na região semiárida brasileira é caracterizada por práticas de manejo inadequados, relacionadas principalmente as infraestruturas das instalações, dimensionamento dos equipamentos,

 ISBN: 978-85-66836-24-0

alimentação não balanceada e os aspectos sanitários, onde esses fatores interferem diretamente nas altas taxas de mortalidade e prejuízos econômicos aos produtores (SOTOMAIOR et al., 2007).

Estudar e projetar equipamentos que supram as necessidades dos animais de forma satisfatória é de extrema importância no que se refere a melhores resultados, tanto no que se diz respeito aos animais, como na facilidade do manejo por parte dos produtores. Ao desenvolver comedouros de forma adequada para cada tipo de animal o retorno produtivo e a eficiência serão notórios. Por tanto, o presente trabalho em sua essência possui grande valor no setor da caprinocultura, por desenvolver um produto eficaz no qual atende às necessidades dos animais e dos produtores, além de aplicar inovações tecnológicas, uma vez que o sistema produtivo necessita ser mais competitivo para se manter no mercado.

Diante do exposto, a pesquisa teve como objetivo desenvolver comedouro para caprinos de forma tridimensional e real (1:1), com suas funcionalidades já estabelecidas, onde fornecerá e armazenará a suplementação animal de forma automática, de modo a facilitar e auxiliar o trabalho do tratador, além de, proporcionar aos animais melhor qualidade e melhor disponibilidade dos alimentos, trazendo assim melhorias produtivas e econômicas ao produtor, minimizando os riscos de possíveis mortes dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

A construção do comedouro e automação foi realizada no Laboratório de Construções Rurais e Ambiência (LaCra), localizado na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), como também foram realizadas visitas no sítio de criação de caprinos situado em Puxinanã, Paraíba, para coletar algumas informações.

A produção do comedouro visou analisar e estabelecer as funções necessárias para o funcionamento do produto final, como: reduzir a mão de obra, armazenar e disponibilizar alimentação aos animais proporcionando uma melhor qualidade de suplementação, com fornecimento e proporções adequadas a fim de suprir as necessidades dos animais.

O início do desenvolvimento do produto se deu a partir de alguns esboços, nos quais solucionassem os objetivos do projeto de forma satisfatória e partindo desses desenhos pudesse chegar a soluções viáveis.

 ISBN: 978-85-66836-24-0

No total foram desenvolvidos oito modelos de comedouros e dentre eles foi selecionado apenas um, no qual atendeu os seguintes requisitos: cochos para as diversas fases dos animais, possuir reservatório, possuir acesso para automatizar, possuir proteção do suplemento armazenado e se locomover de forma fácil.

A partir do croqui escolhido, o produto começou a ser produzido, onde o primeiro passo foi refinar a forma de acordo com as necessidades dos animais. Foram realizados alguns modelos em escala reduzida em isopor e papel duplex para observar quais pontos do produto necessitariam ser ajustados (Figura 1).



Figura1. Refinamento da forma com modelos em escala reduzida. Fonte: Acervo Pessoal

Ao definir o modelo final como todas as alterações realizas, foi desenvolvido o *rendering* digital (modelo digital) no qual disponibiliza observar o produto da forma real, facilitando o entendido da sua forma, dimensionamento e proporcionalidade (Figura 2).

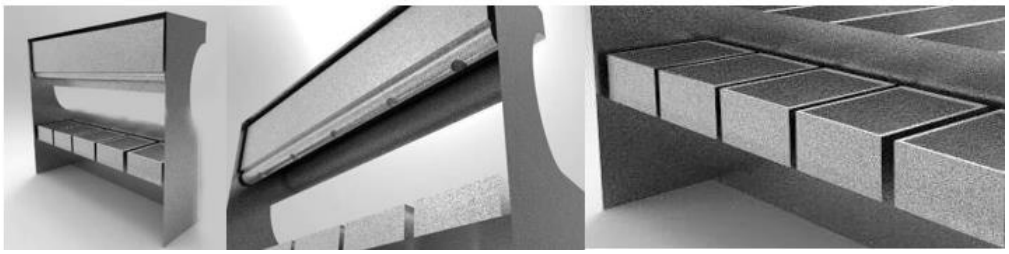


Figura 5. Rendering digital. Fonte: Acervo Pessoal

Com o *rendering* digital finalizado, iniciou a produção do protótipo. A estrutura externa foi confeccionada em escala real, com estrutura em MDF (Placa de fibra média densidade), em que suas partes foram fixadas por meio de parafusos tornando fácil o acesso ao interior do produto para realizar manutenções e sua automação (Figura 3).

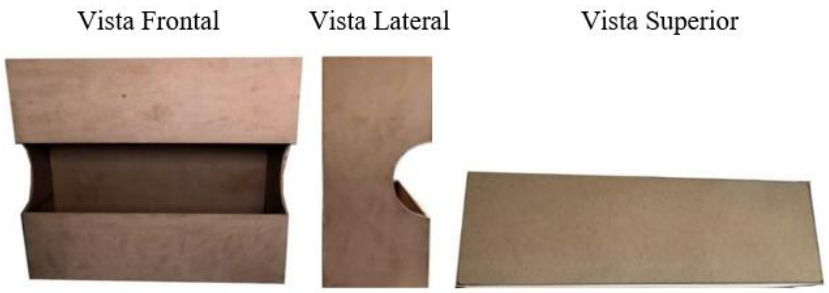


Figura 3. Vistas da parte externa do comedouro. Fonte: Acervo Pessoal

Para realização da automação o processo foi dividido em três partes distintas, a primeira etapa foi posicionar todos os instrumentos que iriam ser utilizados nos locais destinados de acordo com suas funções e atividades, a segunda etapa foi programar cada um desses grupos de instrumentos individualmente e por fim, a terceira etapa foi integrar todos essas partes separadas para funcionar em conjunto (Figura 4).

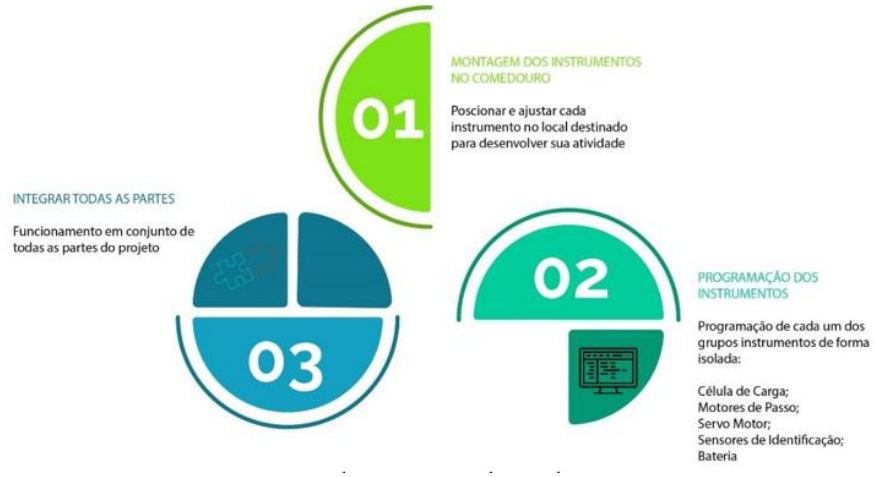


Figura 6 Etapas do processo de automação. Fonte: Acervo Pessoal

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a parte externa finalizada, fixou os reservatórios (principal e secundários) a essa estrutura por meio de duas células de carga posicionadas uma em cada lado do comedouro (Figura 5a e 5b). O reservatório principal composto por tremonhas destinada a cada comedouro individual (Figura 5c) e os reservatórios secundários em cano de PVC (Figura 5d) onde comportava as porções de suplemento determinada para o animal alimentar-se individualmente.



Figura 5. Estrutura externa do comedouro finalizada; B: Reservatórios fixados a estrutura externa; C: Reservatório Principal; D: Reservatório Secundário. Fonte: Acervo Pessoal

Após montar toda a estrutura, foram realizadas as implementações dos sistemas, mecânicos e automáticos. A união desses dois sistemas foi realizada por meio de uma placa de Arduino MEGA 2560 R3, que comandara todo o sistema do protótipo, além disso, o produto contém um display de LCD que ajudará no manuseio do equipamento e transmitirá todos as informações do comedouro ao tratador.

No que se refere à automação do produto, são realizadas as seguintes funções: pesagem de ração do reservatório principal, informando ao tratador quanto de ração possui dentro desse local e quanto ainda resta ao longo do uso, o fornecimento de ração a cada animal, onde cada uma possui uma identificação no qual libera sua quantidade de ração nos horários pré-estabelecidos e por fim, a pesagem de rejeitos de cada cocho individualmente, fornecendo esses dados de coleta ao tratador.

Para tornar mais simples o entendimento do funcionamento do produto, foi desenvolvido um fluxograma de comandos com as funções predeterminadas para que fosse efetuada uma sequência lógica de funcionamento (Figura 6).

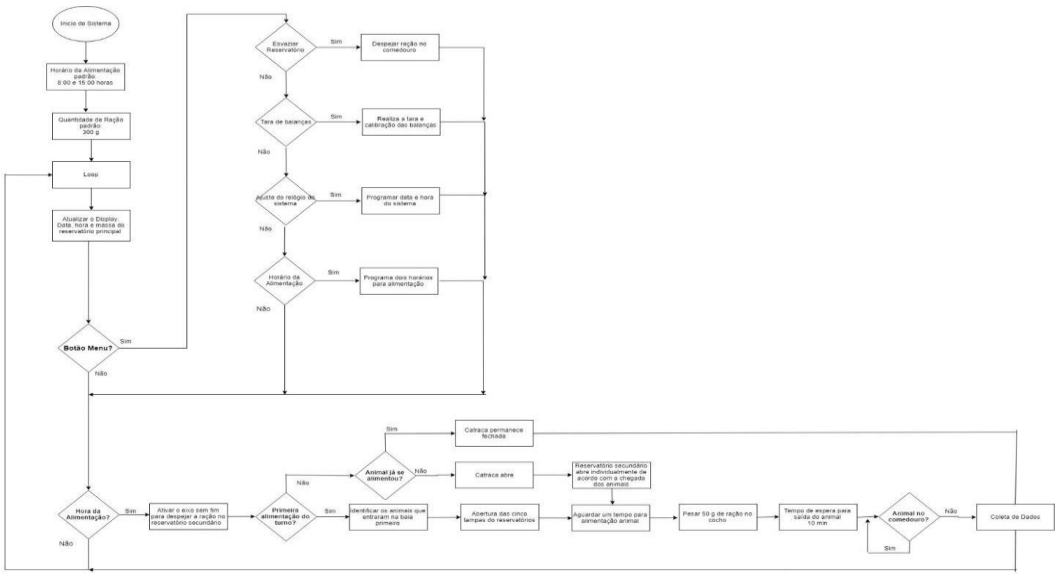


Figura 6. Fluxograma de funcionamento do comedouro. Fonte: Acervo Pessoal

Após o comedouro ser ativado alguns valores já estarão pré-definidos, como os horários de alimentação (8:00 e 15:00 horas), onde os reservatórios secundários iram encher para fornecer alimentação aos animais, como também o tempo necessário para cada caprino se alimente, após isso, o sistema realizará a coleta de dados a serem transmitidos ao tratador. Ao realizar a atividade de alimentação dos animais o sistema executa um *loop* que nada mais é que observar se o botão menu foi pressionado ou se já está no horário de efetuar novamente a alimentação animal.

Desse modo, caso o botão seja acionado o tratador possuirá cinco funções distintas dentro do menu: encher os reservatórios secundários, tarar a balança, programação da hora, programação do horário da alimentação animal e quantidade de ração a ser despejada.

Por fim, ao realizar atividade de fornecimento de suplemento aos animais o sistema determinará um tempo para que realize a última função de coleta de dados, o tempo predeterminado visa que nenhum animal esteja presente no comedouro, caso ainda permaneça animais no local o sistema entrará em *loop* até identificar que não existe mais caprinos no comedouro.

CONCLUSÃO

O produto propicia um gerenciamento automático no fornecimento de ração em tempo real, além disso o novo modelo de comedouro atende de forma satisfatória as necessidades dos animais e facilita o trabalho do tratador, propiciando melhores condições aos caprinos tanto no referente a morfometria, na relação animal/produto, quanto ao fornecimento da suplementação precisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIMA, M.L. Aceitabilidade da carne caprina no hábito alimentar e percepção sobre o impacto ambiental na produção de caprinos no Nordeste entre estudantes universitários. Natal – RN: UFRN, 2009. 93p. Dissertação de Mestrado.

SOTOMAIOR, C.S.; CARLI, L M.; TANGLEICA, L.; KAIBER, B.K.; SOUZA, F.P. Identificação de ovinos e caprinos resistentes e susceptíveis aos helmintos gastrintestinais. Revista Acadêmica: Ciência Animal, v. 5, n. 4, p. 397-412, 2007.

Silva, M.G.C.M.; Diniz, S.C.R.; Rosado, A.C. Criação Racional de Caprinos. Lavras - MG: Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2015.

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS DE MATRIZES SUÍNAS CRIADAS NAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NO CARIRI CEARENSE

Glauciane Lobo Caetano Silva[1]; Antônio Lourival Azevedo Ribeiro[2]; Kleyton Chagas de Sousa[3]; José Valmir Feitosa[4]; Antônio Nelson Lima da Costa[5]

[1]Universidade Federal do Cariri CCAB. Crato, CE. Glauciane_lobo@hotmail.com;
[2]Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, Campus Crato. lourival_azevedo@hotmail.com.
[3]Universidade Federal do Ceará, Fazenda Experimental Vale do Curu, Pentecoste, CE. chagaskleyton@gmail.com.
[4]Universidade Federal do Cariri CCAB, Crato, CE. valmir.feitosa@ufca.edu.br.
[5]Universidade Federal do Cariri CCAB, Crato, CE. nelson.costa@ufca.edu.br

RESUMO - O estresse térmico durante a gestação e lactação, pode comprometer a ingestão de alimentos, levando à perda de peso com mobilização de gordura corporal, reduzindo a quantidade de leite produzido, aumentando a taxa respiratória e a temperatura retal e comprometendo o desenvolvimento da leitegada. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ambiente climático sobre a fisiologia de matrizes suínas criadas em clima semiárido no Cariri Cearense através de mensurações de parâmetros fisiológicos. A pesquisa foi desenvolvida no biotério do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Crato, durante o período chuvoso e de transição, nos meses de abril a junho de 2017. Neste estudo foram utilizadas dezessete matrizes alojadas em baias coletivas, as coletas dos dados foram realizadas semanalmente, nos turnos da manhã (6:00 horas) e tarde (13:00 horas), totalizando oito coletas mensais. Para avaliar as características de adaptabilidade da Temperatura Retal (TR) e Temperatura Vaginal (TV), foram utilizados termômetros clínicos digitais veterinários inserindo-os no reto e na vagina com as extremidades em contato com as paredes das mucosas retais e vaginais até a emissão do sinal. As frequências respiratórias (FR) foram obtidas através da observação dos movimentos toraco-abdominais, com um auxílio de um cronômetro durante quinze segundos, e posteriormente extrapolado para que se tivesse a frequência respiratória do animal por minuto transcorrido. Médias de variação das frequências respiratórias (FR), temperaturas vaginais (TV) e temperaturas retais (TR), em função do turno de avaliação, para as raças utilizadas na pesquisa, foram obtidas em delineamento inteiramente casualizado. Para comparar e interpretar os resultados, os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os valores médios da FR, em ambos os turnos, foram superiores aos normais, já as médias da temperatura retal (TR) ficaram dentro da normalidade, evidenciando que os aumentos das médias de FR foram eficientes para a manutenção da normalidade da temperatura corpórea.

Palavras-chave: Bioclimatologia**,** Conforto térmico, Duroc, Jersey, Landrace

 ISBN: 978-85-66836-24-0

INTRODUÇÃO

No Brasil a temperatura ambiente, a umidade do ar e a radiação solar permanecem na maior parte do ano, acima dos valores recomendados para a criação de suínos. Essas condições térmicas podem representar problemas para o desempenho animal, por dificultarem a perda de calor e podendo ocasionar hipertermia (FERREIRA, 2005), que consiste na elevação acima do nível normal da temperatura do corpo, provocada pela elevada temperatura ambiente.

Os suínos, como animais homeotérmicos, possuem um sistema de controle da homeostase, que é acionado quando o ambiente externo apresenta situações desfavoráveis (FERREIRA, 2000; TONIOLLI et al., 2014). Estudos afirmam que os suínos são os mais sensíveis a altas temperaturas dentre os animais domésticos, pois apresentam dificuldade de se adaptarem ao calor devido principalmente ao seu elevado metabolismo, a capa de tecido adiposo subcutâneo, seu sistema termorregulador pouco desenvolvido e limitada capacidade de perda de calor através da sudorese por apresentarem glândulas sudoríparas queratinizadas.

O estresse térmico durante a gestação e lactação, pode comprometer a ingestão de alimentos, levando à perda de peso com mobilização de gordura corporal, reduzindo a quantidade de leite produzido, aumentando a taxa respiratória e a temperatura retal e comprometendo o desenvolvimento da leitegada (WILLIAMS et al. 2013).

A produtividade animal depende, além de água e alimento, também de seu grau de adaptação ao meio ambiente e suas interações. Os animais bem adaptados a um determinado ambiente apresentam algumas características que os diferenciam dos animais menos adaptados: manutenção ou pequena perda de peso durante stress geral, principalmente o calórico, alta taxa reprodutiva, alta resistência a doenças e parasitos, baixa taxa de mortalidade e longevidade.

Assim, torna-se imprescindível o conhecimento da capacidade fisiológica de adaptação dos animais as condições climáticas na qual estão inseridas, buscando assegurar a máxima produtividade do plantel que por sua vez está ligada ao bem-estar dos animais.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a adaptação de matrizes suínas gestantes criadas em clima semiárido no cariri cearense, através de mensurações de

parâmetros fisiológico, Frequência Respiratória (FR), Temperatura Retal (TR) e Temperatura Vaginal (TV).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Biotério do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Crato, situado na região do Cariri Cearense, apresentando 528 m de altitude, com latitude sul de 7°12'49.53" e longitude oeste de 39°26'32.84". O clima da região é caracterizado como tropical semiárido brando, com regime pluviométrico médio de 1.011,3 mm/ano (FUNCEME, 2018), estando distribuída em uma estação chuvosa que vai de janeiro a maio e temperatura média anual de 27ºC (INMET, 2019).

Foram utilizadas dezessete matrizes sendo quatro da raça Duroc Jersey, duas Landrace, três Large White, três Berkshire, e cinco mestiças (Landrace, Large White e Duroc Jersey) alojadas em baias coletivas. A instalação referente ao confinamento das matrizes é caracterizada por possuir cobertas com telhas de amianto, com piso de concreto, solário de 1,5 metros, medindo 3 x 5 m de largura e comprimento respectivamente, área de 15 metros quadrados, bebedouros do tipo chupeta, comedouros individuais medindo 0,2 x 0,5 m cada, com livre acesso a água e arraçoamento restrito a dois quilogramas divididos nos turnos manhã e tarde.

Os parâmetros fisiológicos avaliados foram à frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura vaginal (TV), com os animais nas baias, à sombra, entre os meses de abril a junho de 2017. As coletas foram realizadas semanalmente nos turnos manhã às 6 h e tarde as 13 h, totalizando oito coletas mensais.

Com o uso de termômetros clínicos digitais veterinários, verificou-se a temperatura retal (TR) e vaginal (TV), pelo termômetro clinico digital veterinário Animed Inconterm de precisão +32 a + 43,9ºC, das fêmeas, inserindo-os no reto e na vagina com as extremidades em contato com as paredes das mucosas retais e vaginais até a emissão do sinal

As frequências respiratórias (FR) foram obtidas através da observação dos movimentos toraco-abdominais, com um auxílio de um cronômetro durante quinze segundos, e posteriormente extrapolado para que se tivesse a frequência respiratória do animal por minuto transcorrido (SOARES, 2017).

Médias de variação das frequências respiratórias, temperaturas vaginais e retais, em função do turno de avaliação, para as raças utilizadas na pesquisa, foram obtidas em delineamento inteiramente casualizado. Para comparar e interpretar os resultados, os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade conforme recomendação de (BANZATTO & KRONKA, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das frequências respiratórias (FR) relatadas para as cinco raças, no turno da manhã, não diferiram entre as raças, assim como para temperatura retal (TR) entre turnos e entre raças (P>0,05). Mas houve diferença significativa nas médias da FR (P<0,05) entre turnos para todas as raças avaliadas, com interação entre turnos e raças significativos. As médias de temperatura vaginal (TV) diferiram significativamente (P<0,05) entre raças Landrace e Mestiça, turno da manhã conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da frequência respiratória (FR), da temperatura retal (TR) e temperatura vaginal (TV) dos animais nos turnos manhã e tarde, no semiárido do Cariri Cearense, 2017.

Raças		Turnos		Média geral
	Variável	Manhã	Tarde	
BERKSHIRE	FR mov.min^{-1}	48,75 b	72,78 aAB	60,76±24,01
MESTIÇA		41,04 b	68,78 aBC	54,91±26,75
DUROC		48,41 b	80,69 aA	64,55±26,40
LW		38,39 b	65,19 aBC	52,04±28,84
LANDRACE		39,06 b	58,61 aC	48,83±29,06
LANDRACE	TR(°C)	37,48	38,24	37,86±0,82
DUROC		37,31	38,37	37,84±1,03
LW		36,76	38,23	37,45±1,41
BERKSHIRE		37,01	38,11	37,56±1,52
MESTIÇA		36,72	38,21	37,46±1,13
LANDRACE	TV(°C)	37,64 a	38,37 a	37,99±0,62
DUROC		37,41 ab	38,34 a	37,81±0,94
LW		37,31 ab	38,29 a	37,67±1,25
BERKSHIRE		36,97 ab	38,19 a	37,80±1,45
MESTIÇA		36,77 b	38,08 a	37,42±1,50

Médias seguidas de mesma letra minúscula entre os turnos não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Médias seguidas de mesma letra maiúscula no turno da tarde não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De Acordo com Robson (2008), as médias das frequências respiratórias normais para matrizes suínas variam de 15 a 20 movimentos por minuto e as médias de TR em

torno de 38,6°C. Em situação de estresse térmico, ocorre aumento da frequência respiratória para acentuar a perda de calor por evaporação, visando compensar a perda mínima que ocorre por sudorese (ORLANDO, 2000).

Segundo (RODRIGUES et al., 2010) quando a Frequência respiratória excede 40 movimentos por minuto, pode indicar estresse térmico. Sob estas condições, a frequência respiratória começa a elevar-se antes da temperatura retal. Neste estudo, os valores médios da FR em ambos os turnos, foram superiores aos normais variando de 39,6 mov/min a 80,69 mov/min.

A temperatura retal é usada, frequentemente, como índice de adaptação fisiológica ao ambiente quente. Um aumento em seu valor significa que o animal esta estocando calor e, neste caso, o estresse térmico manifesta-se, pois, seu aumento indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (FERREIRA, 2002).

As médias da TR ficaram dentro da normalidade, evidenciando que os aumentos das médias da FR foram eficientes para a manutenção da normalidade da temperatura corpórea. Considerando a diferença média de 0,3°C acima da TR, assim como a alta correlação entre estes parâmetros, as temperaturas vaginais neste estudo mantiveram-se, também, dentro da normalidade.

Em estudos recentes, valores atribuídos às temperaturas vaginais (TV) de fêmeas bovinas e suínas têm sido avaliados. Pequenas diferenças de valores têm sido observadas entre as TR e TV (+ 0,3°C), onde, em suínos, a correlação entre estas temperaturas é elevada (STIEHLER et al., 2015).

CONCLUSÃO

O aumento das frequências respiratórias, acima da normalidade, em ambos os turnos, foram mecanismos eficientes na perda de calor nas matrizes suínas estudadas, devido à manutenção das temperaturas corpóreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação Agrícola. 4. ed. Jaboticabal: UNESP, 2013. 247p.

FERREIRA, R. A. Criação de Suínos em Clima Quente. In: II semana de ciências agrárias da universidade estadual do sudoeste da Bahia, 2002. II Semana de Ciências Agrárias do Sudoeste da Bahia. Itapetinga: Editora UESB. v. 1. p. 73-101.2002.

FUNCEME. Portal Hidrológico do Ceará. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/municipios/chuvas-diarias. Acesso em: 26 de março de 2019.

INMET. Instituto Nacional de Metereologia. Disponível em :< http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas. Acesso em: 26 de Março de 2019.

ORLANDO, U. A. D.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, R. A.; OLIVERA, A. L. S.; REZENDE, W. O. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho, carcaça e parâmetros fisiológicos de leitoas (30 aos 60 kg) consumindo rações com níveis crescentes de proteína bruta**.** In: XXXVII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000, Viçosa-MG.

RODRIGUES, B. E. N.; ZANGERONIMO, G. M.; FIALHO, T. E.; Adaptações fisiológicas de Suínos sob Estresse Térmico**.** Revista eletrônica nutritime**.** v.7, n.2 p.1197-1211, Março/Abril 2010.

ROBSON, N. N. Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G. (Ed). Tratado de fisiologia veterinária. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. cap. 53, p. 647-658.

ROPPA, L.; Evolução do mercado mundial de suínos nos últimos 30 anos. In: Produção de suínos: teoria e prática/Coordenação editorial Associação Brasileira de Criadores de Suínos; coordenação técnica da Integrall Soluções em Produção Animal. Brasília, DF, 2014.

SOARES, T. E., CARVALHO, C. D. C. S., DE ALBUQUERQUE MARANHÃO, C. M., DA SILVA, G. C., DINIZ, T. A., PEREIRA, K. C. B., & GONÇALVES, M. C. M. Alterações fisiológicas de matrizes suínas criadas nas condições climáticas do semiárido mineiro. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 16, n. 3 .2017.

STIEHLER T, HEUWIESER W, PFUETZNER A, BURFEIND O. The course of rectal and vaginal temperature in early postpartum sow**s**. J. Swine Health Prod. 2015; v. 23 p.72–83.

TONIOLLI, R., GUIMARÃES, D. B., ARAÚJO, L. R. S., CANTANHÊDE, L. F., BARROS, T. B., & DIAS, A. V. Influência do estresse térmico na reprodução e produção de machos suínos. Revista acadêmica Ciência animal. v. 24, n. 2, p. 28-40, 2014.

WILLIAMS A. M ; Safranski, T. J ; Spiers , D. E ; Eichen , P.A ; Coate , E.A ; Lucy , M.C. Effects of a controlled heat stress during late gestation, lactation, and after weaning on thermoregulation, metabolism, and reproduction of primiparous sows. Journal of Animal Sciences 91: 2700- 2714.2013.

TEMPERATURA SUPERFICIAL CORPÓREA DE MATRIZES SUÍNAS GESTANTES COMO INDICADOR DE ESTRESSE TÉRMICO

Glauciane Lobo Caetano Silva[1]; Antônio Lourival Azevedo Ribeiro[2]; Kleyton Chagas de Sousa[3] José Valmir Feitosa[4]; Antônio Nelson Lima da Costa[5]

[1]Universidade Federal do Cariri CCAB. Crato, CE. Glauciane_lobo@hotmail.com;
[2]Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, Campus Crato. lourival_azevedo@hotmail.com.
[3]Universidade Federal do Ceará, Fazenda Experimental Vale do Curu, Pentecoste, CE. chagaskleyton@gmail.com.
[4]Universidade Federal do Cariri CCAB, Crato, CE. valmir.feitosa@ufca.edu.br.
[5]Universidade Federal do Cariri CCAB, Crato, CE. nelson.costa@ufca.edu.br

RESUMO - Os seres vivos de um modo geral necessitam de condições climáticas ótimas para seu crescimento e desenvolvimento, para que esses processos ocorram dentro da normalidade é necessário que estes estejam dentro de sua zona de conforto térmico**.** Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ambiente climático sobre a fisiologia de matrizes suínas criadas em clima semiárido no Cariri Cearense através de mensurações da temperatura superficial corporal. A pesquisa foi desenvolvida no setor de suinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Crato, durante o período chuvoso e de transição, nos meses de abril a junho de 2017. Neste estudo foram utilizadas dezessete matrizes alojadas em baias coletivas, as coletas dos dados foram realizadas semanalmente, nos turnos da manhã (6:00 horas) e tarde (13:00 horas), totalizando oito coletas mensais. Para avaliar as características de adaptabilidade, as temperaturas superficiais corpóreas (TSC) foram obtidas através de termômetro infravermelho, onde foram mensuradas as temperaturas superficiais das seguintes partes: cabeça, costelas e flancos. Médias de variação das temperaturas superficiais corpóreas (TSC) em função do turno de avaliação, para as raças utilizadas na pesquisa, foram obtidas em delineamento inteiramente casualizado. Para comparar e interpretar os resultados, os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A menor média foi observada para a raça Duroc, não diferindo (P>0,05) das demais raças avaliadas no turno da manhã. As raças estudadas apresentaram elevação considerável das suas temperaturas superficiais no turno da tarde, acima dos valores considerados normais, o que demonstra os animais estiveram indícios de estresse térmico.
Palavras-chave: adaptações fisiológicas, efeito do ambiente, clima semiárido.

INTRODUÇÃO

O clima é um dos componentes ambientais que exerce efeito mais pronunciado sobre o bem-estar animal e, por consequência, sobre a produção e produtividade. É considerado, portanto, fator regulador ou mesmo limitador da exploração animal para fins econômicos (PEREIRA, 2005).

O maior desafio da suinocultura industrial brasileira de acordo com HÄNNAS (1999) e ZANARDO (2016) está relacionado à exploração racional e sustentável dentro do potencial genético dos animais, porém os avanços tecnológicos em genética, nutrição e sanidade obtidos na produção de suínos no Brasil nos últimos anos têm sofrido sérias limitações devido a fatores ambientais.

As principais raças e linhagens de suínos utilizados na produção nacional de suínos têm sua origem em países de clima temperado e não são totalmente adaptadas às condições climáticas brasileiras (PANDORFI et al., 2008).

Estudos afirmam que o efeito da temperatura, umidade e amplitude térmica sobre as matrizes suínas de todas as ordens de parto podem causar problemas reprodutivos como retardamento da maturidade sexual, interrupção da gestação, diminuição das taxas de fertilidade, aumento das taxas de retorno ao cio, abortos, aumento da mortalidade embrionária, aumento no número de mumificados, e na redução do percentual de nascidos vivos.

Sem um ambiente adequado, o animal é incapaz de demonstrar seu máximo potencial genético, de manter a salubridade e de nutrir-se de forma adequada, tanto em função do consumo, como também em função do aproveitamento de nutrientes, devido ao desvio de energia para a manutenção da temperatura corporal (SOARES et al., 2017). Neste sentido, a manutenção do conforto térmico ambiental é de fundamental importância para se garantir o maior desempenho dos suínos, evitando assim que eles diminuam a eficiência de utilização da energia disponível (KERR et al.2003, SARUBBI et al. 2008).

O conhecimento das respostas ou adaptações fisiológicas, físicas e comportamentais dos animais relacionados ao ambiente térmico nos permite a tomada de medidas e/ou alteração de manejo, da nutrição, instalações e equipamentos, objetivando a maximização da atividade (BRIDI, 2010).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ambiente climático sobre a fisiologia de matrizes suínas criadas em clima semiárido no Cariri Cearense através de mensurações da temperatura superficial corporal.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no setor de suinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE Campus Crato. O clima da região

caracteriza-se como tropical semiárido, com regime pluviométrico médio de 1.011,3 mm/ano (FUNCEME, 2018), estando distribuída em uma estação chuvosa que vai de janeiro a maio e temperatura média anual de 27ºC (INMET, 2019).

Foram utilizadas dezessete matrizes, sendo quatro da raça Duroc Jersey, duas Landrace, três Large White, três Berkshire, e cinco mestiças (Landrace, Large White e Duroc Jersey) alojadas em baias coletivas.

A instalação referente ao confinamento das matrizes é caracterizada por possuir cobertas com telhas de amianto, com piso de concreto, solário de 1,5 metros, medindo 3 x 5 m de largura e comprimento respectivamente, área de 15 metros quadrados, bebedouros do tipo chupeta, comedouros individuais medindo 0,2 x 0,5 m cada.

Durante o período experimental as matrizes suínas foram alimentadas com ração formulada à base fubá de milho, farelo de soja, farelo de trigo, suplementada com vitaminas, minerais e aminoácidos visando atender as exigências nutricionais da fase gestação. Os animais tiveram livre acesso a água e ração sendo o arraçoamento restrito a dois quilogramas divididos nos turnos manhã e tarde

As temperaturas superficiais corpóreas (TSC) foram obtidas através de termômetro infravermelho SCAN TEMP, modelo ST-1000, precisão de -50ºC a +137ºC. Onde se aferiu as temperaturas superficiais das seguintes partes: cabeça, costelas e flancos e, após, foram feitas as médias.

As coletas dos dados foram realizadas semanalmente, nos turnos da manhã (06:00 horas) e tarde (13:00 horas), totalizando oito coletas mensais, durante os meses de abril, maio e junho de 2017. O período do ano das coletas é considerado como chuvoso e de transição na região.

Médias de variação das temperaturas superficiais corpóreas em função do turno de avaliação, para as raças utilizadas na pesquisa, foram obtidas em delineamento inteiramente casualizado. Para comparar e interpretar os resultados, os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade conforme recomendação de (BANZATTO; KRONKA, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os parâmetros fisiológicos encontrados, a menor média da temperatura superficial corpórea foi observada para a raça Duroc, não diferindo (P>0,05)

das demais raças avaliadas no turno da manhã. Já no turno da tarde observou-se que a raça Landrace apresentou a menor média de temperaturas superficiais, não deferindo significativamente das demais raças (P>0,05), conforme pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da temperatura superficial corpórea (ºC) das raças suínas nos turnos manhã e tarde no semiárido do Cariri Cearense, 2017.

Raças	Turnos		Média geral
	Manhã	Tarde	
BERKSHIRE	34,41 b	38,17 a	36,29±3,26
MESTIÇA	34,34 b	38,04 a	36,19±3,26
DUROC	33,98 b	37,87 a	35,92±2,92
LW	34,46 b	38,57 a	36,52±3,24
LANDRACE	34,14 b	37,15 a	35,64±3,19

Médias seguidas de mesma letra distintas entre os turnos diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observou-se que as temperaturas encontradas no turno da manhã estão dentro do normal, mas as temperaturas no turno da tarde se elevaram bruscamente, acima da normalidade.

Neste trabalho a Temperatura Superior Corporal (TSC) das matrizes variou de 34,46°C a 38,57°C, superior aos valores encontrados por NÄÄS et al. (2013), que ao avaliarem suínos em ambiente com ventilação natural e resfriamento adiabático a temperatura superior corporal (TSC) variou de 31,68 °C à 36,51°C.

Em estudo de Santos (2013) que analisou o comportamento da termorregulação e das respostas metabólicas reprodutivas de matrizes suínas, foram relatados animais em estresse térmico com temperaturas do ar entre 21 a 31ºC, valores abaixo das médias de regiões de clima semiárido. As condições críticas, em termos de estresse por calor, foram observadas principalmente durante o turno da tarde, com temperatura média do ar acima de 30°C. Centurión (2012) afirmou que a variação na temperatura superficial corpórea dos suínos, esteve condicionada ao horário do dia, como pode ser observado com os dados apresentados.

Em climas quentes, os suínos adultos são mais afetados, pois à medida que estes adquirem maior camada de gordura subcutânea, torna-se inábeis para dissipar o calor corporal. À medida que a temperatura aumenta, a quantidade de calor trocada pelo animal diminui, até alcançar um equilíbrio mínimo (BRIDI, 2008).

Avaliando a temperatura superficial de porcas lactantes alojadas em ambiente com

ou sem resfriamento do piso, Silva et al. (2009) concluíram que as maiores temperaturas superficiais observadas se devem ao aumento na circulação sanguínea periférica como forma de dissipar o calor corporal. Quanto à temperatura da pele, esta deve estar em torno de 34 ± 1°C, em condições de alojamento dentro da zona de termoneutralidade (NÄÄS et al., 2000).

Segundo Robson (2008) a alta temperatura corporal aumenta devido à elevação na produção de calor, a resposta inicial é a vasodilatação, com consequente aumento no fluxo sanguíneo dos vasos capilares da epiderme, incrementando a temperatura superficial e a transferência de calor para o ambiente.

CONCLUSÃO

As raças estudadas apresentaram elevação considerável das suas temperaturas superficiais no turno da tarde, acima dos valores considerados normais, o que demonstra indícios de estresse térmico nas matrizes suínas das cinco raças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação Agrícola. 4. ed. Jaboticabal: UNESP, 2013. 247p.

BRIDI, A.M. Adaptação e aclimatação animal. Universidade Estadual de Londrina. Bioclimatologia. (2010) disponível em: http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf. Acesso em: 25 de março de 2019.

BRIDI, A.M. Instalações e ambiência em produção animal. 2008.Disponível em:< http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/InstalacoeseAmbienciaemProducaoAnimal.pdf.pdf>. Acesso em: 25 de março de 2019

CENTURIÓN, Rubén Alejandro Ovelar. Ambiente térmico e bem-estar de suínos no período de descanso pré-abate. / Rúben Alejandro Ovelar Centurión. - Dourados, MS: 2012.

FUNCEME. Portal Hidrológico do Ceará. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/municipios/chuvas-diarias. Acesso em: 26 de março de 2019.

HANNAS, M. I; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A. S.; BARBOSA, R.B.; FERREIRA, R.A.; MORETI, A.M. Efeito da temperatura ambiente sobre os

parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões dos 15 a 30 kg. (Compact Disc). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36. Porto Alegre, 1999.

INMET. Instituto Nacional de Metereologia. Disponível em :< http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas. Acesso em: 26 de Março de 2019.

KERR BJ et al. 2003. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. Journal of Animal Sciences 81: 1998-2007.

NÄÄS, I, A.; GARCIA, R, G.; GRACIANO, E.D.; SANTANA, R. M.; CALDARA, R.F. Temperatura superficial de porcas em lactação submetidas ao resfriamento adiabático. Enciclopédia Biosfera, v.9, N.16; p. 2006- 2013.

NÄÄS, I.A.; Influência do ambiente na resposta reprodutiva de fêmeas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM SUÍNOS, 7, 2000, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p.253-262.

PANDORFI, H.SILVA, O.J. I..PIEDADE, S.M.S. Conforto térmico para matrizes suínas em fase de gestação, alojadas em baias individuais e coletivas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.12, n.3, p.326. 2008.

PEREIRA, C.C.J. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p

ROBSON, N.N. Termorregulação. In: CUNNINGHAM, J. G. (Ed). Tratado de fisiologia veterinária. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. cap. 53, p. 647-658.

SANTOS W.G. Comportamento de matrizes suínas em gestação submetidas a diferentes tipos de alojamento e condições de sazonalidade. Viçosa, MG, 2013.

SARUBBI J et al. 2008. Power-saving procedures and animal thermal comfort at a growing/finishing swine production unit. Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas 2: 185-192.

SILVA B.A.N; OLIVEIRA R.F; DONZELE J.L; FERNANDES H.C, LIMA A.L, RENAUDEAU D; NOBLET J. **Effect of floor cooling and dietary amino acids content on performance and behaviour of lactating primiparous sows during summer**. Livestock Science, v. 105, p. 25–34. 2009.

SOARES, T. E., CARVALHO, C. D. C. S., DE ALBUQUERQUE MARANHÃO, C. M., DA SILVA, G. C., DINIZ, T. A., PEREIRA, K. C. B., & GONÇALVES, M. C. M. Alterações fisiológicas de matrizes suínas criadas nas condições climáticas do semiárido mineiro. Revista de Ciências Agroveterinárias, v. 16, n. 3 (2017).

ZANARDO, João Antônio. Desempenho reprodutivo de varrões e matrizes suínas de diferentes linhagens durante as estações do ano. 2016. 94 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

Autor	Protocolos
ABREU, DOUGLAS HENRIQUE SIQUEIRA	0060
ABREU, LUCAS HENRIQUE PEDROZO	0025 , 0040 , 0053 , 0054 , 0063
ABREU, PAULO GIOVANNI DE	0072 , 0073
AGUIAR, OSÓRIO GONÇALVES	0078 , 0117
ALCÂNTARA, DANIELLE APARECIDA	0063
ALCÂNTARA, MARIA DALVA BEZERRA DE	0094 , 0095
ALENCAR, ELISVALDO JOSÉ SILVA	0068
ALMEIDA, GLEDSON LUIZ PONTES DE	0021
ALZATE, NATÁLIA ANDREA RAMIREZ	0048 , 0084
AMARAL, BRUNA CAMPOS	0010 , 0028 , 0053 , 0054
AMARAL, PEDRO IVO SODRÉ	0083
AMARO, ANDRÉ LUÍS NOGUEIRA	0039 , 0043
ANDRADE, EDNILTON TAVARES DE	0022 , 0056
ANDRADE, ÉVYLA LAYSSA GONÇALVES	0094 , 0095
ANDRADE, MICHELLE PELLIZER DE	0077
ANDRADE, RAFAELLA RESENDE	0058 , 0089
ANDRADE, WILLIAN RUFINO	0101
ANTUNES, BERNARDO MARCHON DE SOUZA	0051
ANTUNES, LARISSA ALMEIDA	0065
ARAÚJO, DANIEL SOARES AMBRÓSIO DE	0040
ARAÚJO, SILVIA NOELLY RAMOS DE	0131
ARNO, ALESSANDRA	0030 , 0057
ÁVALO, HÉLIO	0109
AVELINO, MATHEUS DA ROCHA COUTINHO	0044 , 0061
AZEVEDO, AFONSO RANGEL GARCEZ DE	0083
BAHUTI, MARCELO	0010 , 0012 , 0025 , 0027 , 0040 , 0041 , 0053 , 0054 , 0056, , 0069 , 0070 , 0077 , 0116
BAHUTI, SILVIA HELENA NOGUEIRA TURCO	0056
BALIEIRO, JOSE INOCÊNCIO DIAS	0078 , 0079
BALTHAZAR, GLAUBER DA ROCHA	0016
BAPTISTA, FÁTIMA DE JESUS FOLGÔA	0059 , 0085 , 0089 , 0121
BARBARI, MATTEO	0058 , 0067 , 0085 , 0123
BARBIRATO, GUILHERME HENRIQUE AMENT	0099 , 0100 , 0108
BARBOSA, PRISCILA APARECIDA ALVES	0112 , 0115
BARBOSA FILHO, JOSÉ ANTONIO DELFINO	0090 , 0105 , 0106
BARNABÉ, JANICE MARIA COELHO	0021 , 0023
BATILLANI, MAURICIO	0064
BATISTA, LUANNA FIGUEIRÊDO	0036 , 0037 , 0066 , 0075 , 0086 , 0087 , 0094 , 0095
BERGOSSI, ARIANE DA SILVA	0051
BETTIO, RAPHAEL WINKLER DE	0049
BITTAR, CARLA MARIS	0097
BORGES, GIOVANNA TOLEDO	0003
BORGES, PEDRO HURTADO DE MENDOZA	0033 , 0034

BOTAS, DAVID 0059
BRANCO, TATIANE 0096
BRANDÃO JUNIOR, JOSÉ RONALDO 0125 , 0130
CADAVID, VERÓNICA GONZÁLEZ 0006
CAMPOS, ALESSANDRO TORRES 0039 , 0053 , 0063 , 0069 , 0070 , 0081 , 0082 , 0107 , 0116
CANAPPELE, FERNANDO LIMA 0074
CÂNDIDO, MÁRCIA GABRIELLE LIMA 0011 , 0071
CANNEPPELE, FERNANDO DE LIMA 0052
CARDOSO, EVALDO DE ALMEIDA 0127
CARDOSO, JEFFERSON ÁZARA 0026
CARNEIRO, ELY FÉLIX DE SÁ 0019 , 0020
CARVALHO, FABIANA 0004
CARVALHO, VALCIMAR FERREIRA DE 0107
CARVALHO, VICTOR REZENDE 0044 , 0060 , 0061
CASTRO, ARIANE CRISTINA DE 0030 , 0057
CASTRO, JAQUELINE DE OLIVEIRA 0022 , 0083 , 0091 , 0110 , 0118 , 0119 , 0120
CASTRO JUNIOR, SÉRGIO LUIS DE 0015 , 0016 , 0052 , 0113 , 0114
CAVALCANTE, CHARLES ESTEFFAN 0033 , 0034
CAVALCANTI, RAÍSSA GONÇALVES 0135
CECCHIN, DAIANE 0083
CESCA, RAFAELA SILVA 0062 , 0064 , 0093 , 0109
CHARNECA, RUI 0059
CHIAVASSA, CRISTIAN 0032
COELHO, DIOGO JOSÉ DE REZENDE 0089 , 0058 , 0085
COELHO, NYCOLLE OLIVEIRA 0019 , 0020
CORDEIRO, MARCELO BASTOS 0042
CORRÊA, ANDREA APARECIDA RIBEIRO 0041
COSTA, ANTÔNIO NELSON LIMA DA 0136 , 0137
COSTA, GABRIEL BRITO 0091
COSTA, ISABELE ARIMATÉIA 0041
COSTA, JANDER FABRÍCIO MARTINS 0090
COSTA, JENNIFER ARARIPE DA 0105 , 0106
COSTA, LUCAS BATISTA SARAIVA DA 0105 , 0106
COSTA, LUCIANO JUNQUEIRA 0004 , 0005
COSTA, LUIZ FELIPE DE ASSIS 0092 , 0102
CRUZ, VASCO MANUEL FITAS DA 0059 , 0083 , 0085
CUNHA, FELIPE TAKIS 0088 , 0091 , 0092 , 0102
CUNHA, JOÃO PAULO BARRETO 0024
DAL PAI, ALEXANDRE 0035
DAMASCENO, FLAVIO ALVES 0032 , 0067 , 0072 , 0073 , 0078 , 0079 , 0083 , 0116 , 0117
DAMM, SAULO EMÍLIO GUERRIERI ARAÚJO 0045 , 0065
DANTAS, NAYANNE LOPES BATISTA 0036 , 0037 , 0075 , 0076
DECKERS, HELLEN PINTO FERREIRA 0042

DELAGRACIA, MARCELA FERNANDA	0030 , 0057
DIAS, ANA BEATRIZ SILVA	0104
DOMINGOS, ANDRÉ LUIZ DE LIMA	0060
EUGÊNIO, TONY MATHEUS CARVALHO	0044 , 0061 , 0103 , 0122
FARIAS, ANDRÉ JOSE OLIVEIRA DE	0095
FARIAS, ROSIMAR	0088
FARIAS, SOAHD ARRUDA RACHED	0128
FASSANI, ÉDISON JOSÉ	0025
FAVARIM, ANA PAULA CASSARO	0062 , 0064 , 0093 , 0109
FEITOSA, JOSÉ VALMIR	0136 , 0137
FELIPE, BRUNA MARQUES	0086
FERNANDES, FRANCISCO PEDROSO	0109
FERNANDES, JOÃO LEVI BASTOS	0022 , 0039 , 0118 , 0119 , 0120
FERRAZ, GABRIEL ARAÚJO E SILVA	0001 , 0002 , 0039 , 0043 , 0123
FERRAZ, PATRÍCIA FERREIRA PONCIANO	0003 , 0006 , 0010 , 0012 , 0024 , 0044 , 0060 , 0061 , 0083 , 0123
FERREIRA, ATHALITA ESTER MENDONÇA DA SILVA PIVA	0107
FERREIRA, FABIANA	0007
FERREIRA, JACQUELINE CARDOSO	0040 , 0041 , 0054 , 0069 , 0070 , 0077 , 0081 , 0082
FERREIRA, MANOEL REGINALDO	0079 , 0117
FERREIRA, SAULO ROCHA	0077
FIORELLI, JULIANO	0052 , 0099 , 0100 , 0108
FRANÇA, LUÍS GUSTAVO FIGUEIREDO	0050
FREIAS, LETÍCIA CIBELLE DA SILVA RAMOS	0009 , 0011
FREIRE, MURILO SANTOS	0054 , 0056 , 0116
FREITAS, GUSTAVO CARBINATTO DE	0099
FREITAS, LETICIA CIBELE DA SILVA RAMOS	0058 , 0071
FURTADO, DERMEVAL ARAÚJO	0086 , 0087 , 0127 , 0128 , 0131 , 0132
GANDIA, RÔMULO MARÇAL	0040 , 0041 , 0054 , 0069 , 0070 , 0077 , 0103 , 0122
GARBOSSA, CESAR AUGUSTO POSPSSIL	0013
GARCIA, PAULO ROGÉRIO	0015
GATES, RICHARD STEPHEN	0009 , 0011 , 0014 , 0048 , 0050 , 0071 , 0080 , 0101
GOMES, EDER PEREIRA	0093
GOMES, FRANCISCO CARLOS	0041 , 0042 , 0103 , 0122
GOMES, NICOLY FARIAS	0021 , 0023
GONÇALVES, MARÍLIA GABRIELA BRANDÃO	0042
GUESINE, GIOVANE DEBS	0113 , 0114 , 0015
GUIMARÃES, MARIA CLARA DE CARVALHO	0098 , 0112 , 0115
GUISELINI, CRISTIANE	0021
GUSSULE, MILTON GRACIETE MANUEL DE	0121
GUTNIK, GUILHERME SCIOLI	0108
HOLANDA, MARCO AURÉLIO CARNEIRO DE	0023

HOLANDA, MÔNICA CALIXTO RIBEIRO DE 0023
HUALLPA, BELISÁRIO NINA 0060
ISQUERDO, ROGER FERNANDO COSTA 0108
LATORRE, ANDREWS SANCHEZ 0047
LEOPOLDINO NETO, ANTÔNIO 0068 , 0076
LESO, LORENZO 0067 , 0123
LIMA, JOSÉ ADIEVERTON DUARTE DE 0019
LIMA, RENATO RIBEIRO DE 0012 , 0025 , 0027 , 0028
LINS, ANA CAROLINA DE SÁ SILVA 0072 , 0073
LOPES, FERNANDA FERNANDES DE MELO 0131
LOPES, MARCOS AURÉLIO 0067
LOPES JUNIOR, WANLEY EDUARDO 0099 , 0100 , 0108
LOPES NETO, JOSÉ PINHEIRO 0087 , 0127 , 0128 , 0131 , 0132
LOURENÇONI, DIAN 0025 , 0038 0043 , 0072 , 0073 , 0078 , 0079 , 0117
MACEDO, HUGO JOSÉ AMORIM DE 0092 , 0102
MACEDO, KAREN ANANIAS DE 0084
MACEDO, RIBAMAR VERÍSSIMO 0087
MACHADO, LUCAS FERREIRA 0041
MACHADO, MIGUEL 0097 , 0113 , 0114
MAIA, ISABEL RODRIGUES MARINHO 0007
MARCONDES, DRIELLY COELHO 0098 , 0112 , 0115
MARQUES, ANA CAROLINA PEREIRA 0070
MARTINS, CATARINA 0059
MASCARENHAS, NÁGELA MARIA HENRIQUE 0066 , 0076 , 0086 , 0087 , 0094 , 0095
MATOS, SORAIA DA SILVA 0092
MATOS JÚNIOR, JOAB JORGE LEITE DE 0125
MATTIOLI, MATHEUS CAMPOS 0069 , 0070 , 0081 , 0082
MATTOS, CARLA WANDERLEY 0038
MEDEIROS, ARIOSVALDO NUNES 0127
MEDEIROS, FABÍOLA FRANKLIN DE 0036 , 0037 , 0066 , 0068 , 0075 , 0076
MEIRA, ARIADNE SOARES 0125 , 0126
MELO JÚNIOR, WELLINGTON WASHINGTON ANDRADE DE 0040
MENDES, MÚCIO A.S.A. 0089
MENDES, RAFAEL FARINASSI 0044 , 0060 , 0061 , 0103 , 0122
MENDOZA, ZAÍRA MORAIS DOS SANTOS HURTADO DE 0033 , 0034
MENEGALI, IRENE 0007 , 0008 , 0074
MENEZES, WESLEY RODRIGUES DE 0019
MODENESE-GORLA-DA-SILVA, SILVIA HELENA 0111
MONGE, JUAN LEANDRO 0032
MONTEIRO, GISMERY DA SILVA 0062 , 0064 , 0093 , 0109
MORAIS, FABIANA T.LEAL DE 0132
MORAIS, PEDRO HURTADO DE MENDOZA 0033 , 0034
MORAIS, THIAGO GONÇALVES DE 0098

MORGADO, TERESA	0059
MOTA, LAILA TUPINAMBÁ	0008
MOURA, DANIELA JORGE	0096
MOURA, GISELLE BORGES DE	0022 , 0035 , 0107 , 0110 , 0118 , 0119 , 0120
MOURA, MATEUS LEVI AVELINO	0088 , 0091 , 0092 , 0102
MOURA, RAQUEL SILVA DE	0006 , 0010 , 0012
NÃÃS, IRENILZA DE ALENCAR	0062
NASCIMENTO, FÁBIO SANTOS DO	0066 , 0068 , 0075 , 0076 , 0086
NASCIMENTO, JOSÉ WALLACE BARBOSA DO	0124 , 0125 , 0126 , , 0130 , 0131 , 0132 , 0135
NAZARENO, AÉRICA CIRQUEIRA	0097 , 0113 , 0114
NEPOMUCENO, GIANE LIMA	0083
NEVES, JACQUELINE DOS SANTOS	0013
NEVES, KEDSON ALESSANDRI LOBO	0104
NEVES, LUCAS NOGUEIRA	0004 , 0005
OLIVEIRA, ANA BEATRIZ FONSECA DE	0092
OLIVEIRA, ANDREIA DE SOUSA	0104
OLIVEIRA, CARLOS EDUARDO ALVES	0032 , 0067 , 0078 , 0079
OLIVEIRA, CHARLES PARANHOS	0098 , 0112 , 0115
OLIVEIRA, DANIELA DUARTE	0027 , 0028 , 0029
OLIVEIRA, KELLE P.	0089
OLIVEIRA, LUCAS RODRIGUES	0001 , 0002
OLIVEIRA, LUIS GUSTAVO DE SOUZA	0069
OLIVEIRA, MARCOS DE PAULA	0004 , 0005
OLIVEIRA, PABLO TEIXEIRA LEAL DE	0038 , 0039 , 0043 , 0072 , 0073
OLIVEIRA, SUELLEN PENA DE	0088 , 0091
OLIVEIRA, SULLYVAN SILVA	0102
PAES, JULIANA LOBO	0024 , 0045 , 0051 , 0065
PAGANI, GABRIELA FERREIRA	0024 , 0045
PANDORFI, HÉLITON	0021 , 0023
PAULA, MARCOS OLIVEIRA DE	0058 , 0062 , 0064 , 0085
PAULA, WISNER COIMBRA DE	0103 , 0122
PEIXOTO, MARIA SIMONE MENDES	0090 , 0105 , 0106
PENA, PEDRO HENRIQUE LAGE	0005
PEREIRA, KELLE DANIELE RODRIGUES	0112 , 0115
PEREIRA, PEDRO HENRIQUE BORBA	0127
PEREIRA FILHO, JOSÉ MORAIS	0094 , 0095
PICANÇO, YASMIN DOS SANTOS	0092
PINTO, LEONARDO BARROS DE	0074
PIRES, JOÃO PAULO DA SILVA	0036 , 0037
PIVA, EDUARDO DAL	0058
PRADELLA, LUIZ OTAVIO	0113 , 0114
QUEIROZ, MARÍLIA LESSA DE VASCONCELOS	0090 , 0105 , 0106
RABELO, GIOVANNI FRANCISCO	0060
REIS, ALESSANDRA DOS SANTOS BELO	0104

REIS, CARLA TERESA SILVA DOS	0110 , 0118 , 0120
REIS, FRANCISCA LÍGIA MESQUITA	0128
REIS, GREGORY MURAD	0116
REIS, SAMUEL MAIA	0102
REZENDE FILHO, JOÃO PAULO AUGUSTO	0108
RIBEIRO, ANA PAULA	0007
RIBEIRO, ANTÔNIO LOURIVAL AZEVEDO	0136 , 0137
RIBEIRO, BRUNA PONTARA VILAS BOAS	0001 , 0002 , 0010 , 0012 , 0026 , 0027 , 0028 , 0029 , 0053
RIBEIRO, CAMILA LÚCIA CARDOSO	0026
RIBEIRO, NEILA LIDIANY	0127
RICO, JOSÉ CARLOS	0059
RIPPEL, DJESIHRE NATHALIE	0074
ROCHA, GUILHERME ARAÚJO	0065
ROCHA, JOÃO VITOR DIAS	0028 , 0029
RODRIGUES, EVANDRO GOMES	0038
RODRIGUES, JOSIELE LUIZA GOMES	0112 , 0115
RODRIGUES, LADYANNE RAIA	0128
RODRIGUES, LÍVIA VELOSO	0110 , 0120
RODRIGUES, LUIZ HENRIQUE DE SOUZA	0066 , 0075 , 0076 , 0087
RODRIGUES, VALÉRIA PEREIRA	0128
RUVER, FELIPE SCHMIDT	0033 , 0034
SALES, LUIZ RICARDO	0125 , 0130
SAMPAIO, LUCAS CORREIA DE	0105 , 0106
SANTOS, ADRIANA MARIA DOS	0132
SANTOS, GRACIENE CONCEIÇÃO DOS	0088 , 0091 , 0092 , 0102
SANTOS, JOSÉ FELIPE NAPOLEÃO	0038
SANTOS, LARISSA CARVALHO	0005
SANTOS, LORENA JOVANA AURELIANO	0117
SANTOS, NATANAEL COSTA DOS	0088
SANTOS, PRISCILLA TOJADO DOS	0024 , 0045 , 0051 , 0065
SANTOS, RODRIGO COUTO	0062 , 0064 , 0093 , 0109
SANTOS, RONEI LOPES DOS	0033 , 0034
SANTOS, SUELLEN CRISTINA FERREIRA DOS	0091
SANTOS, TATIANY CARVALHO DOS	0009 , 0011 , 0071
SANTOS, THIAGO LIRA SOUZA	0135
SARAZ, JAIRO ALEXANDER OSORIO	0032
SARNIGHAUSEN, VALÉRIA CRISTINA RODRIGUES	0035
SARTORI, DIOGO DE LUCCA	0108
SEVEGNANI, KELLY BOTIGELI	0047 , 0111
SILVA, ALANNA DO SOCORRO LIMA DA	0088 , 0092
SILVA, ALEX LOPES DA	0084
SILVA, ANA CAROLINA DE SOUSA	0035
SILVA, BRUNO ALEXANDER NUNES	0008
SILVA, COSME TEIXEIRA DA	0049

SILVA, DANIELA RODRIGUES DA 0006
SILVA, EBERSON 0072 , 0073 , 0078 , 0079 , 0117
SILVA, GLAUCIANE LOBO CAETANO 0136 , 0137
SILVA, GUSTAVO ALVES CORREIA DA 0100
SILVA, GUSTAVO DE ASSIS 0036 , 0037 , 0094 , 0095
SILVA, IRAN JOSÉ OLIVEIRA DA 0015 , 0016 , 0030 , 0057 , 0097 , 0113 , 0114
SILVA, ISABELA MOREIRA ALBANO DA 0044 , 0061
SILVA, JULIANA CAMILO DA 0013
SILVA, JÚLIO CÉSAR 0119
SILVA, KAREN PEREIRA DA 0084
SILVA, LARISSA PEREIRA BARBOSA 0042
SILVA, LEONARDO FLOR DA 0087
SILVA, LEONARDO FRANÇA DA 0007 , 0008 , 0074
SILVA, MARIA ALICE JUNQUEIRA GOUVÊA 0006 , 0010 , 0012 , 0025 , 0027 , 0029 , 0053
SILVA, MAYCON RODRIGUES DA 0036 , 0037 , 0066 , 0086 , 0087
SILVA, MIRELLA ALMEIDA DA 0068 , 0075
SILVA, NATÁLIA COIMBRA DA 0096
SILVA, NATALIA VALENTINA GERVASIO DA 0110
SILVA, RAFAEL COSTA 0019 , 0020
SILVA, SARAH DE ARAÚJO 0111
SILVA, SILVIA HELENA MODENESE-GORLA DA 0047
SILVA, THIAGO GONÇALVES DA 0117
SILVA, VALNEIDE RODRIGUES DA 0126
SILVA, WESLLEY AMARO DA 0021 , 0023
SIQUEIRA, ROBERTA TAPAJÓS 0091
SOARES, ADRIANA TRINDADE 0094 , 0095
SOARES, FLAVIANO SAMALELO 0046
SOUSA, BONIFÁCIO BENICIO DE 0086 , 0087
SOUSA, FERNANDA CAMPOS DE 0050 , 0084 , 0085
SOUSA, FRANCINE APARECIDA 0083
SOUSA, JOÃO VÍTOR SILVA DE 0102
SOUSA, KLEYTON CHAGAS DE 0136 , 0137
SOUZA, BONIFÁCIO BENÍCIO DE 0036 , 0037 , 0066 , 0068 , 0075 , 0076 , 0094 , 0095
SOUZA, CECILIA F. 0089
SOUZA, CECÍLIA DE FÁTIMA 0011 , 0014 , 0048 , 0071 , 0080 , 0101
SOUZA, CECÍLIA FERREIRA 0050
SOUZA, GABRIELA REZENDE DE 0077
SOUZA, LUAN BORGES 0104
SOUZA, MARIA DE FÁTIMA PEREIRA DE 0056
SOUZA, MATEUS FREITAS DE 0036 , 0037
SOUZA, MATHEUS FREITAS DE 0068 , 0075 , 0076
SOUZA, MAX NEI BRAZ 0088

SOUZA, MICHEL COUTINHO DE	0077
SOUZA, SÉRGIO MARTINS DE	0116
TELES JUNIOR, CARLOS GUTEMBERG DE SOUZA	0014 , 0048 , 0080 , 0084 , 0101
TERRA, ISABELLE CRISTINE DE CARVALHO	0103 , 0122
TINÔCO, ILDA DE FÁTIMA FERREIRA	0009 , 0011 , 0014 , 0050 , 0058 , 0071 , 0085 , 0089 , 0101
TOMÉ, THAÍS CATTARINE HENRIQUES	0019 , 0020
TONETTI, JÉSSICA CHIERRI	0113 , 0114
TORRES, ALESSANDRO CAMPOS	0028 , 0029
TURCO, SILVIA HELENA NOGUEIRA	0038
VALADAO, ROMULO CARDOSO	0045
VALÉRIO, ARIANE CRISTINE	0103 , 0122
VARGAS, BEATRIZ COSTALONGA	0024 , 0051
VASCONCELOS, ALEXANDRE SALES	0124 , 0135
VAZ, LÍVIA ELISABETH VASCONSELLOS DE S.BRANDÃO	0061
VELOSO, ALESSANDRO VIEIRA	0081 , 0082
VERAS, DÉBORA CARDOSO	0092
VERCELLINO, RIMENA DO AMARAL	0096
VIANA, NELQUIDES BRAZ	0094
VIANA, VINÍCIUS DE SENA SALES	0090 , 0105 , 0106
VIDAL, RENATA ROCHA	0104
VIEIRA, MARIA DE FÁTIMA ARAÚJO	0013 , 0089
VILELA, MONIQUE DE OLIVEIRA	0014 , 0048 , 0080 , 0101
YANAGI, SILVIA DE NAZARÉ MONTEIRO	0001 , 0002 , 0026 , 0039 , 0043 , 0107
YANAGI JÚNIOR, TADAYUKI	0001 , 0002 , 0010 , 0012 , 0022 , 0025 , 0026 , 0027 , 0028 , 0029 , 0038 , 0039 , 0040 , 0043 , 0049 , 0053 , 0054 , 0056 , 0063 , 0069 , 0070 , 0072 , 0073 , 0081 , 0082 , 0107 , 0116 , 0119
ZANETONI, HIAGO HENRIQUE ROCHA	0048 , 0058 , 0101
ZANGERONIMO, MÁRCIO GILBERTO	0027 , 0029
ZEFERINO, MARIA CAROLINA COSTA ALMEIDA	0004
ZOLNIER, SÉRGIO	0009
ZUCCA, RAFAEL	0093