



A INFLUÊNCIA DO FATOR DE CARGA NOS PROCESSOS PRODUTIVOS E NO PREÇO MÉDIO DA ENERGIA ELÉTRICA

Fernando de Lima Caneppele⁽¹⁾, Luís Roberto Almeida Gabriel Filho⁽²⁾, Camila Pires Cremasco⁽²⁾

RESUMO

O presente trabalho discute as vantagens em se utilizar o fator de carga como um índice para acompanhamento de ações de eficiência energética. O fator de carga da unidade consumidora depende, entre outras coisas, das características dos equipamentos elétricos e do regime de operação dos mesmos, que por sua vez tem relação com a atividade executada no local. Foram simuladas as relações entre fator e preço médio de energia para um consumidor industrial que esteja com um enquadramento tarifário convencional de energia elétrica. Conclui-se que a melhoria do fator de carga pode diminuir as despesas com a energia consumida pelas indústrias em geral e propiciar melhor aproveitamento e aumento da vida útil de toda a instalação elétrica, de motores e equipamentos.

Palavras-chave: Fator de Carga, Eficiência Energética.

THE INFLUENCE OF LOAD FACTOR IN PRODUCTION PROCESSES AND THE AVERAGE PRICE OF ELECTRICITY

Fernando de Lima Caneppele⁽¹⁾, Luís Roberto Almeida Gabriel Filho⁽²⁾, Camila Pires Cremasco⁽²⁾

SUMMARY

This paper discusses the advantages of using the load factor as an index for tracking energy efficiency actions. The load factor of the consumer unit depends, among other things, the characteristics of electric equipment and operation conditions of the same, which in turn is related to the activity performed on site. Relations between factor and average energy price for an industrial consumer that is with a conventional charging system of electrical energy were simulated. We conclude that the improvement of the load factor can decrease the cost of energy consumed by industries in general and provide better utilization and increased lifetime of all wiring, engines and equipment.

Key-words: Load Factor, Energy Efficiency.

⁽¹⁾ Universidade de São Paulo, USP/FZEA, Avenida Duque de Caxias Norte, 225, CEP 13635-900, Pirassununga, SP. caneppele@usp.br

⁽²⁾ Universidade Estadual Paulista, UNESP/C.E.Tupã, Rua Domingos da Costa Lopes, 780, CEP 17602-496, Tupã, SP. gabrielfilho@tupa.unesp.br ; camila@tupa.unesp.br

INTRODUÇÃO

A relação entre o consumo de energia devido à demanda média, pelo consumo de energia devido à demanda máxima, se traduz no fator de carga da unidade consumidora. Este índice permite verificar se a energia elétrica é utilizada de forma racional e econômica. Da mesma forma que o fator de potência, o fator de carga varia entre 0 e 1. O fator de carga pode ser obtido através das faturas de energia ou medições na área industrial, através de analisadores de energia (Caneppele, 2011).

O grau de racionalização do consumo de energia elétrica pode ser mensurado entre outros fatores e índices pelo fator de carga, que é, então, um índice importante para as indústrias.

O fator de carga é importante para a diminuição de custos e investimentos necessários para a expansão das instalações. A melhoria – aumento – do fator de carga, além de diminuir o preço médio pago pela energia consumida, conduz a um melhor aproveitamento da instalação elétrica, inclusive de motores e equipamentos e à otimização dos investimentos nas instalações.

O fator de carga da unidade consumidora depende, entre outras coisas, das características dos equipamentos elétricos e do regime de operação dos mesmos, que por sua vez tem relação com a atividade executada no local.

A ação por parte da indústria de conservar o consumo e reduzir a demanda, ou aumentar o consumo e manter a demanda, pode contribuir para o aumento do fator de carga.

De acordo com CEMIG (2012), o aumento do fator de carga pode ser conseguido através de medidas que, na sua maioria, não implica em investimentos. São relacionadas, a seguir, algumas delas:

- Selecionar e reprogramar os equipamentos e sistemas que possam operar fora do horário de maior demanda da instalação, fazendo um cronograma de utilização de seus equipamentos elétricos, anotando a capacidade e o regime de trabalho de cada um, através de seus horários de funcionamento;
- Evitar partidas simultâneas de motores que iniciem operação com carga;
- Diminuir, sempre que possível, a operação simultânea dos equipamentos;
- Verificar se a manutenção e a proteção da instalação elétrica e dos equipamentos são adequadas, de modo a se evitar a ocorrência de curtos-circuitos e fugas de corrente.

Embora conte com uma atividade agrícola bastante intensa, o Brasil dispõe, ainda, de vasta extensão de terra agriculturável disponível, sem prejudicar áreas de florestas e de preservação ambiental. A produção de cana-de-açúcar no Brasil se concentra em áreas onde não existem riscos de desmatamentos e em casos como o do Estado de São Paulo, em áreas de zoneamento definidos e sustentáveis atendendo a itens de questionamento mundial sobre a produção de bicombustíveis sem afetar a agricultura de alimentos (PEREA, 2009).

De acordo com levantamento do MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, (2013), o Brasil possui 389 usinas de açúcar e etanol cadastradas. Destas 250 são unidades mistas, que produzem açúcar e etanol, 117 são produtoras de etanol e 11 são produtoras de açúcar. O estado de São Paulo é o que possui o maior número de usinas com 167 unidades.

O Decreto Nº 57.042, DE 6 de Junho de 2011 em vigor no estado de São Paulo, traz um incentivo à geração. Em sua redação à a seguinte inclusão na

redação do regulamento do ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadoria e Serviços:

- Artigo 1º - Fica acrescentado o item 6 ao § 3º-A do artigo 29 das Disposições Transitórias do Regulamento do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação - RICMS, aprovado pelo Decreto 45.490, de 30 de novembro de 2000, com a seguinte redação: “6 - contribuinte classificado no código 3511-5/01 da CNAE, que gere energia elétrica a partir de biomassa resultante da industrialização e de resíduos da cana-de-açúcar.” (NR).

Embora haja flutuações e até mesmo retrações em número de usinas nos últimos anos, o país tem um grande potencial de expansão da área agrícola. Deve-se levar em consideração que além do açúcar e do álcool, produtos estes tidos ainda como principais, há um terceiro produto que é a eletricidade, então as considerações sobre eficiência energética se tornam importantes também neste setor industrial do país.

MATERIAL E MÉTODOS

O acompanhamento do “*retrofit*” pode ser feito através do estabelecimento e acompanhamento de índices e fatores de eficiência energética. O fator de carga é expresso pela relação entre o consumo real de energia e o consumo que haveria se a carga solicitasse, durante todo o tempo, de uma potência constante e igual à demanda máxima, conforme mostra a Equação 01:

$$FC = \frac{C}{D.t} \quad (01)$$

onde:

FC = fator de carga;

C = consumo de energia, em [kWh];

D = demanda, em [kW];

t = tempo, em [h].

O valor de 730h mensais a ser utilizado muda de acordo com a classe do consumidor, mas representa o número de horas médio em um mês genérico do ano (365 dias / 12 meses) x 24 horas. Quanto mais próximo de um, melhor é a eficiência energética do sistema, pois mais próximo estará o consumo e a demanda.

No caso de consumidores enquadrados no sistema de tarifação horo-sazonal, o fator de carga é definido por segmento horo-sazonal (ponta e fora de ponta).

Assim deve ser calculado o fato de carga na ponta considerando o período de 65 horas para os valores mensais de consumo e demanda, o que pode ser visualizado na Equação 02. Da mesma forma deve ser calculado o fator de carga fora de ponta, considerando o período de 665 horas para os valores mensais de consumo e demanda, conforme mostra a Equação 03.

$$FCp = \frac{Cp}{Dp.65} \quad \text{e} \quad FCfp = \frac{Cfp}{Dfp.665} \quad (02) \text{ e } (03)$$

onde:

FCp = fator de carga na ponta;

Cp = consumo de energia na ponta, em [kWh];

Dp = demanda na ponta, em [kW];

$FCfp$ = fator de carga fora de ponta;

Cfp = consumo de energia fora de ponta, em [kWh];

Dfp = demanda fora de ponta, em [kW];

O preço médio da tarifa convencional é calculado utilizando somente a demanda e o consumo, conforme a Equação 04. Por isso só é considerado o parâmetro fator de carga total.

$$Pm = \frac{TD}{FCx730} + TC \quad (04)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na literatura que o fator de carga é medido de forma global para as indústrias de açúcar e álcool. As companhias de distribuição de energia elétrica recomendam valores típicos fator de carga em torno de 0,31 quando ligados em média tensão (CELESC, 2012).

Um estudo de caso mostra a influência da variação do fator de carga em uma instalação. Para esta simulação supõe-se que o cliente está na área na ELEKTRO, enquadrado como A4, com tarifação convencional, o valor da demanda é 26,99 R\$/kW, o valor do consumo é 0,14879 R\$/kWh.

São estimados cinco valores de fator de carga, o fator de carga típico de 0,31, três abaixo, com valores de 0,15, 0,20 e 0,25 e três acima, com valores de 0,40, 0,50 e 0,60. Utilizando-se a equação 04, obtêm-se os seguintes valores conforme a Tabela 01.

Quanto maior for o fator de carga, menor será o preço médio da energia elétrica. A principal medida para se elevar seu valor estão a seleção e reprogramação dos equipamentos e sistemas que possam operar fora do horário de maior demanda da instalação. Isso pode ser feito através de cronogramas de utilização de equipamentos elétricos, de acordo com a capacidade e o regime de trabalho de cada um, bem como seus horários de funcionamento.

Caneppele & Seraphim (2013) propuseram o acompanhamento e controle do fator de carga através de sistemas baseados em lógica fuzzy para indústrias madeireiras. A mesma estratégia foi utilizada Cremasco *et al.* (2010) em aviculturas de postura. Caneppele *et al.* discutiram o acompanhamento do fator de carga em conjunto com o fator de demanda nas indústrias de processamento de madeira, para a implantação de programas de eficiência energética.

Tabela 01. Preço médio da energia à partir dos valores do fator de carga.

Fator de Carga	Pmédio (R\$/kWh)
0,15	0,40
0,20	0,33
0,25	0,30
0,31	0,27
0,40	0,24
0,50	0,22

A Figura 01 mostra a comparação lado dos valores obtidos para os preços médios à partir dos fatores de carga:

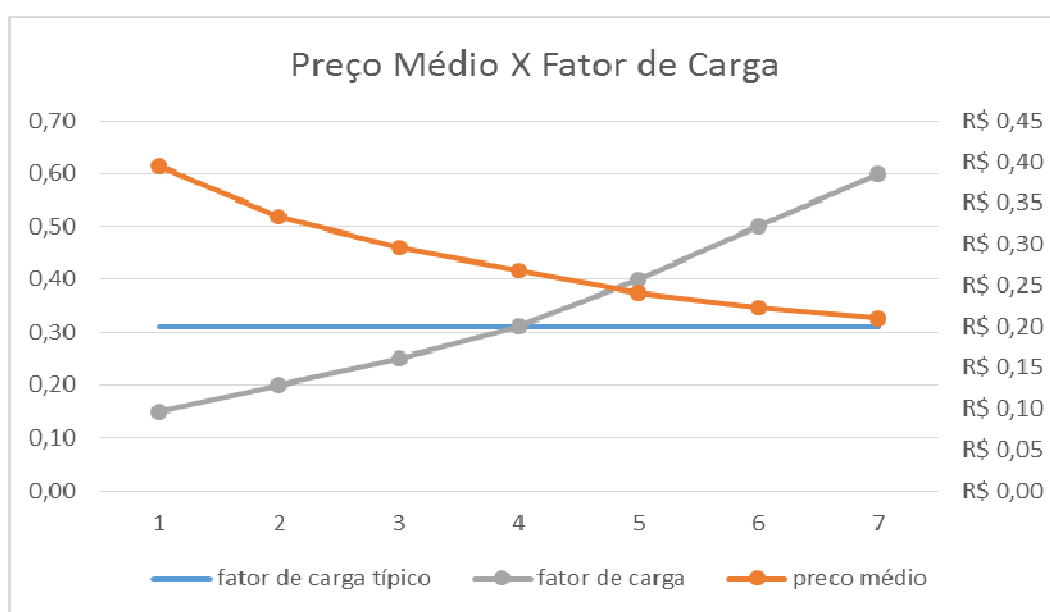


Figura 01. Preço Médio X Fator de Carga e o Fator de Carga típico.

CONCLUSÕES

A melhoria do fator de carga pode diminuir as despesas com a energia consumida pelas indústrias em geral e propiciar melhor aproveitamento e aumento da vida útil de toda a instalação elétrica, de motores e equipamentos.

Pode-se setorizar o levantamento deste índice dentro da instalação, com o uso de analisadores de energia. Esta estratégia levaria a um melhor controle do fator de carga e conseqüentemente a uma possibilidade maior de diagnóstico para ações de eficiência energética na instalação como um todo.

Atualmente muitas empresas tem adotado o “retrofit” em suas plantas industriais. Esta é uma oportunidade para aplicação de programas de eficiência energética, com ganhos em produtividade e redução de impactos ambientais.

LITERATURA CITADA

Caneppele, F. L. 2011. Sistema fuzzy de suporte a decisão para aplicação de programa de eficiência energética em serrarias. 2011. Tese (Doutorado) - Curso de Energia Na Agricultura, Departamento de Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 160 p.

CANEPPELE, F. L.; Savi, A. F.; Seraphim, O. J.; Gabriel Filho, L. R. A. 2012. Análise do comportamento dos fatores que influenciam na eficiência energética nas indústrias de processamento de madeira. Clia/Conbea 2012 - X Congresso Latinoamericano Y del Caribe de Ingeniería Agrícola e XLI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Anais...Londrina. p. 1 - 4.

Caneppele, F. L.; Seraphim, O. J. 2013. Análise da eficiência energética na indústria madeireira através da lógica fuzzy. Energia na Agricultura, Botucatu. 28(2):31-38.

CELESC. 2012. E-321.0001 - Padronização de entrada de energia elétrica de unidades consumidoras de baixa tensão. Florianópolis. 106 p.

CEMIG. 2012. Manual do Gerenciamento de Energia. Belo Horizonte. 35 p.

Cremasco, C. P.; Gabriel Filho, L. R. A.; Cataneo, A. 2010. Metodologia de determinação de funções de pertinência de controladores fuzzy para a avaliação energética de empresas de avicultura de postura. Energia na Agricultura, Botucatu. 5(1):21-39.

ELEKTRO. 2013. Taxas e tarifas - Tarifas de alta tensão. Disponível em: <http://www.elektro.com.br/Paginas/clientes-comerciais-e-industriais/tarifas_e_taxas.aspx>. Acesso em: 21 fev. 2014.

GESP – Governo do Estado de São Paulo. 2011. DECRETO Nº 57.042, DE 6 DE JUNHO DE 2011. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2011/decreto-57042-06.06.2011.html>>. Acesso em: 21 fev. 2014.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2013. Relação de usinas cadastradas no departamento de cana-de-açúcar e agroenergia. Disponível em:

<[http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/Orientacoes_Tecnicas/Usinas e Destilarias Cadastradas/Relação de cadastradas 20-12-2013.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Agroenergia/Orientacoes_Tecnicas/Usinas_e_Destilarias_Cadastradas/Relação_de_cadastradas_20-12-2013.pdf)>. Acesso em: 21 fev. 2014.

Perea, L. A. 2009. Avaliação de sistemas de manejo do palhão de cana- de-açúcar no campo e na indústria. Tese (Doutorado) - Curso de Energia na Agricultura, Departamento de Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 93 p.