



Impacto Sobre a Qualidade Física do Solo em APP's da Bacia do Rio Ribeira de Iguape

Reginaldo Barboza da Silva^(1*); Mariana Pedroso Carneiro⁽¹⁾; Francisca A. Melo Silva⁽¹⁾; Piero Iori⁽²⁾; Taline Antunes⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Curso de Engenharia Agrônoma, Campus Experimental de Registro, Universidade Estadual Paulista (UNESP); Registro, SP, Brasil, 11900-000 (rbsilva@registro.unesp.br).

⁽²⁾ Universidade Federal de Goiás (UFG), Regional Jataí, Curso de Agronomia, Jataí, GO

RESUMO: O estudo de impactos causados pelo uso/manejo incorreto do solo é necessário para que de forma antecipada, ações sejam planejadas visando prevenir o comprometimento da qualidade do solo, seja em ambientes agrícolas ou naturais. O objetivo deste trabalho foi qualificar e quantificar o efeito do uso/manejo do solo sobre a qualidade física de um Cambissolo Háptico em áreas de preservação permanente (APP), da bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape. Duas áreas, uma sob cultivo de bananeiras e outra sob pastagem natural foram demarcadas ao longo do rio. Em cada uma destas áreas, foram locadas parcelas correspondentes a duas faixas de proteção marginal, em conformidade com o Código Florestal Brasileiro (0 a 30 e 50 a 100 metros). Os principais indicadores físicos de qualidade do solo estudados foram os relativos a relação de massa e volume dos constituintes do solo, carbono orgânico total e índice de estabilidade do solo. Os tratamentos foram delineados em um esquema fatorial 2x2, cujos os fatores foram tipo de uso/manejo do solo e faixas marginais. Os resultados evidenciam, com base nos atributos investigados, alterações na qualidade física do Cambissolo, estando esta alteração condicionada ao tipo de uso e as faixas marginais de proteção do rio. De acordo com o índice de estabilidade, este estudo identificou a seguinte sequência de impacto na qualidade da estrutura do solo investigado: CBF30<PNF30<CBF70<PNF70.

Termos de indexação: Cambissolo, Conservação do solo, Código florestal, Vale do Ribeira

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, estudos apontam que áreas agrícolas instaladas em Bacias Hidrográficas, têm sido impactadas pelo uso e manejo incorretos e ausência de boas práticas, tendo como consequência a perda de solo e água por processos de erosão e de desestruturação do solo, com perdas das propriedades físicas e químicas (PACHECO et al., 2014)

No Vale do Ribeira – SP, o cultivo de bananeiras e a pecuária são predominantes, especialmente nas

áreas ambientalmente vulneráveis e de risco, as quais

de acordo com o código florestal brasileiro são compreendidas pelas áreas de preservação permanente (APP's).

A cultura da bananeira tem grande importância econômica para o país, por esse motivo, a preocupação com o desenvolvimento da cultura e seus possíveis impactos ambientais diante de seu manejo, deve ser constante. De acordo com informações da Associação dos Bananicultores do vale do Ribeira (CABRAL, 2015), se considerando o Novo Código Florestal, todo o cultivo da banana – principal atividade agrícola da região – estará dentro de APP, pois 70% dos 36 mil hectares de bananais na região estão nas margens dos cursos d'água da bacia e os 30% restantes são cultivados em encostas de morros.

Considerando apenas a ação dos fatores naturais (relevo, geomorfologia, tipo de solo, clima, vegetação, entre outros) durante a estação das chuvas, nota-se que essas áreas (APP) sucumbem a altíssima erosividade e quando associada aos impactos do uso/manejo pode ocasionar na alteração dos atributos físicos e estruturais do solo que margeiam os cursos d'água da bacia (DENG et al., 2018).

Dentre os atributos comumente relacionados em estudos desta natureza, estão aqueles dependentes da relação de massa e volume dos constituintes do solo. A porosidade total do solo é conceituada como sendo a proporção do volume do solo ocupado pelo ar e pela água. Os poros são classificados quanto ao tamanho (diâmetro), sendo os microporos, os poros com diâmetro menores ou iguais a 0,05 mm e os macroporos aqueles com diâmetro superior a este valor (SCHNEIDER, 2007). A microporosidade é responsável pela capacidade de retenção de água e solutos no solo, enquanto que a macroporosidade influencia diretamente a capacidade de infiltração, a drenabilidade do solo e sua capacidade de aeração (RICHART et al., 2005). Desta forma, a quantidade e distribuição dos diferentes tamanhos de poros constituem-se em indicadores da capacidade de retenção de água e drenabilidade do solo. Em adição, a relação entre os sólidos do solo e os vazios do solo

descreve a densidade do solo, propriedade e indicador da qualidade física do solo, amplamente utilizada na avaliação dos efeitos do uso e ocupação do solos, seja em condições agrícolas ou naturais.

Considerado o exposto, foi objetivo desse trabalho avaliar o impacto do cultivo de bananeiras e da pecuária sobre a estrutura de um Cambissolo Háplico, em áreas de preservação permanente localizadas às margens do Rio Ribeira de Iguape – SP.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em duas áreas de preservação permanente (APP's), localizadas lateralmente ao Rio Ribeira de Iguape (Figura 1), no município de Registro, SP (latitude de 24°26' Sul, longitude 47°49' Oeste e altitude em torno de 25 m).

O clima da região é classificado como subtropical úmido (Cfa), segundo a classificação de Köppen (Köppen e Geiger, 1928), no qual, o índice médio anual de pluviosidade é elevado e as chuvas são bem distribuídas durante todo o ano, fazendo com que não exista a estação da seca, cuja precipitação pluvial média anual é de 1.400 mm. As APP's estão sobre manchas de Cambissolo Háplico (EMBRAPA, 2018), de classe textural franco-siltosa, o qual, segundo o levantamento e reconhecimento com detalhes de solos da região do Ribeira de Iguape no estado de São Paulo, predomina ao longo das margens do rio Ribeira de Iguape.

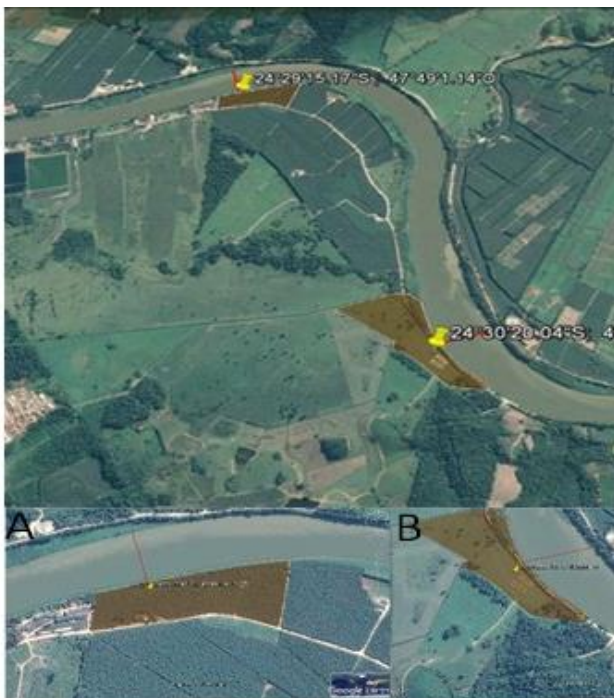


Figura 1. Área experimental e localização dos

respectivos uso/manejo. (A) Bananal. (B) Pastagem.

O efeito sobre as variáveis estudadas considerou as seguintes condições de contorno:

a) Uso/manejo: as avaliações foram realizadas em áreas sob cultivo de bananeiras e pastagem; b) Faixas marginais em conformidade com o Código Florestal: as avaliações foram realizadas em duas faixas marginais de vegetação (0,0 a 30 m e 50 a 100 m); c) Cambissolo Háplico de classe textural franco-siltosa (EMBRAPA, 2018); e d) Camada do solo (0,00 – 0,20 m).

Os atributos investigados foram: densidade do solo (Ds), porosidade total, (PT) macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi), índice de estabilidade do solo (IE) e carbono orgânico total (COT). A Ds foi determinada pelo método do anel volumétrico e a porosidade total calculada através da relação entre Ds e Dp. A microporosidade foi determinada utilizando uma unidade de Sucção à 0,06 atm. A macroporosidade foi obtida pela diferença entre PT e microporosidade. Todas as análises foram realizadas de acordo com metodologias e procedimentos descritos em Embrapa (2017), no LaFMec-Laboratório de Física, Mecânica e Conservação do solo (UNESP – Campus Experimental de Registro). A análise do COT foi feita no laboratório de matéria orgânica da Embrapa Meio Ambiente, usando o aparelho de leitura Leco Truspec CN (Carbon/Nitrogen). O índice de estabilidade do solo (IE), o qual indica o nível de matéria orgânica requerido para manter a estrutura do solo foi obtido com base na expressão de Pieri (1992): $IE = (1,72 CO (A + S)^{-1}) 100$ em que: IE: índice de estabilidade (%); A: teor de argila (%); S: teor de silte (%); CO: teor de carbono orgânico (%).

Os tratamentos foram delineados em esquema fatorial do tipo 2x2, isto é, dois usos/manejo (áreas sob cultivo de bananeiras e pastagem natural) duas faixas marginais de proteção (0 a 30 e 50 a 10 metros), totalizando quatro tratamentos com três repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), aplicando-se o teste F ($P < 0,05$) e, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974). Para realização de análises estatísticas foi utilizado a software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADO E DISCUSSÃO

De acordo com os valores médios da porosidade total do solo (PT) apresentado na Tabela 1, nota-se que houve diferença significativa entre o tipo de uso/manejo em ambas as faixas marginais de proteção. Verifica-se que na pastagem, os valores de



PT do solo na faixa mais próximo à margem do rio (30m) foram maiores significativamente (51%) em comparação à área sob cultivo de bananeiras (45%). Distanciando-se das margens do rio (50 a 100m) o mesmo não foi observado, sendo que na área de bananal (48%) o valor mérito de PT foi superior estatisticamente ao encontrado na área de pasto (42%). Este mesmo padrão de comportamento foi observado para a microporosidade (Mi) e densidade do solo (Ds).

Por outro lado, o tipo de uso/manejo não influenciou na macroporosidade, contudo quando compara-se as larguras das faixas marginais, nota-se aumentos significativos de 50 a 100 m, que apesar dos baixos valores podem refletir melhor aeração e consequentemente na melhor infiltração de água no solo. Os baixos valores encontrados estão de acordo com Oliveira et al., (1994) e Severiano et al., (2009) que em estudos com a mesma classe de solo salientaram que em condições naturais a baixa macroporosidade desses solos é o fator responsável pela baixa infiltração de água e pela elevada suscetibilidade deles ao processo erosivo. Os resultados de macroporosidade revelam valores acima do limites críticos relatados por Cockroft; Olsson (1997), os quais variam de 10 a 15 %.

Tabela 1. Valores médios de porosidade total, PT (%), microporosidade, Mi ($m^3 m^{-3}$) e macroporosidade, Ma ($m^3 m^{-3}$), densidade do solo, Ds ($g cm^{-3}$), índice de estabilidade do solo e carbono orgânico total (%) de um Cambissolo em duas faixas de proteção vegetal de Áreas de Preservação Permanente, sob o uso/manejo de cultivo de bananeiras e pastagem natural, às margens do Rio Ribeira de Iguape.

Atributo físico	Uso/manejo	Faixas marginais (m)	
		0 a 30	50 a 100
PT	CB	0,45 Ba	0,48 Aa
	PN	0,51 Aa	0,42 Bb
MI	CB	0,27 Ba	0,27 Aa
	PN	0,34 Aa	0,22 Bb
Ma	CB	0,18Aa	0,21 Ab
	PN	0,18 Ab	0,20 Aa
Ds	CB	1,30 Aa	1,31 Ba
	PN	1,20 Bb	1,45 Aa

*Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para o mesmo fator estudado, não diferem entre si, pelo teste de Scott e Knott, 5% de significância.

Ainda com relação a Ds, deve ser destacado o valor de $1,45 g cm^{-3}$ encontrado na faixa de 50 a 70m, referindo o impacto do pisoteio animal sobre a estrutura

do solo (comum neste tipo de uso/manejo), diferentemente da área de bananal, que em seu histórico não há registro de tráfego recorrente de máquinas agrícolas. O efeito do pisoteio animal é ratificado quando se compara as faixas marginais e observa-se a redução significativa da porosidade total.

O índice de estabilidade (IE) do solo foi alterado significativamente em função do tipo de uso/manejo e das larguras de proteção marginal (Figura 2). O solo sob cultivo de bananeiras, em ambas as faixas apresentou maiores valores de IE (4,94 e 3,10) quando comparados ao solo da área que está sob pastagem natural (3,94 e 2,26). De acordo com o IE, este estudo obteve a seguinte sequência de impacto na qualidade da estrutura do Cambissolo: CBF30<PNF30<CBF70<PNF70. Ressalte-se que para o cálculo de IE se leva em consideração os teores de argila, silte e carbono orgânico, sendo que este último esteve presente em quantidades superiores estatisticamente na área sob cultivo de bananeiras (2,07 e 1,59), quando comparadas aos valores das áreas de pastagem natural (0,55 e 0,73), nas faixas de 0 a 30 e 50 a 100 m, respectivamente.

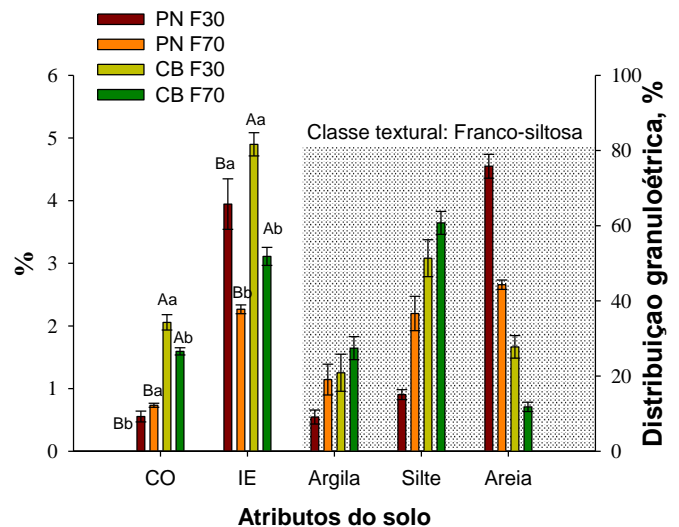


Figura 2. Valores médios de carbono orgânico, índice de estabilidade e distribuição granulométrica das faixas marginais de proteção em seus respectivos usos. Letras maiúsculas compara uso/manejo e minúsculas, comparam faixas de proteção.

CONCLUSÕES

a) Com base nos atributos investigados, a faixa marginal de 0 a 30m, independente do tipo de uso/manejo apresentou uma melhor qualidade física do solo;

b) A faixa de 50 a 100m teve sua estrutura significativamente alterada pelo pisoteio animal,



atingindo valores da ordem de $1,45 \text{ g cm}^{-3}$.

c) Na faixa de 0 a 30 m o cultivo de bananeiras contribuiu para aumentar dos indicadores da relação de massa e volume dos constituintes do solo.

d) De acordo com o IE, este estudo identificou a seguinte sequência de impacto na qualidade da estrutura do Cambissolo: CBF30<PNF30<CBF70<PNF70.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de IC ao segundo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABRAL, A. O Vale do Ribeira. ABAVAR comemora o dia mundial da banana. Disponível em: <<http://www.ovaledoribeira.com.br/2015/09/abavar-comemora-dia-mundial-da-banana.html?m=1>> Acesso: 28 de março de 2016.

COCKROFT, B.; OLSSON, K. A. Case study of soil quality in south-eastern Australia: management of structure for roots in duplex soils. In: Gregorich, EG & Carter, MR (Eds.) Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health. Developments in Soil Science, 25. New York, Elsevier, p.339- 50, 1997.

Deng, L., Wang, K. B., Zhu, G. Y., Liu, Y. L., Chen, L., & Shanguan, Z. P. Changes of soil carbon in five land use stages following 10years of vegetation succession on the Loess Plateau, China. *Catena*, 171, 185–192, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.07.014>

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. Brasília: Embrapa, 3ª edição, 2017. 573 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação do Solo. Brasília: Embrapa, 5ª edição, 2018. 356 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 35(6):1039-1042, 2011.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm

OLIVEIRA, G.C.; FERREIRA, M.M.; CURI, N. Caracterização físico-hídrica de Cambissolos da microrregião Campos da Mantiqueira (MG). *Ci. Prática*, 18:341-348, 1994.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O.R.; LLANILLO, R.F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: causas e efeitos. *Revista Ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, jul./set. 2005.

Pacheco et al., 2014 F.A.L. Pacheco, S.G.P. Varandas, L.F. Sanches Fernandes, R.V. Valle Junior Soil losses in rural watersheds with environmental land use conflicts *Sci. Total Environ.*, 485 (2014), pp. 110-120, 10.1016/j.scitotenv.2014.03.069

PIERI, C.J.M.G. *Fertility of Soils: A Future for Farming in the West African Savannah*. Springer-Verlag, Berlin. 1992.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Washington, v. 30, p. 507 - 512, Sept. 1974.

SCHNEIDER, P. Morfologia do solo: subsídios para caracterização e interpretação de solos a campo. Guaíba: Agrolivros, p.72, 2007.

SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C.; CURI, N; DIAS JÚNIOR, M. S. Potencial de uso e qualidade estrutural de dois solos cultivados com cana-de-açúcar em Goianésia (GO). *R. Bras. Ci. Solo*, 33:159-168, 2009.