

## **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-HÍDRICA DO SOLO E A SUA RELAÇÃO COM O USO E MANEJO NA FAZENDA ÁGUA DA FONTE, MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DO SUL, PARANÁ.**

Guilherme Carmona Roberto <sup>1</sup>  
Gustavo Henrique Andrade da Cruz <sup>2</sup>  
Hélio Silveira <sup>3</sup>

### **INTRODUÇÃO**

O conhecimento das propriedades físicas dos solos de textura média e arenosa formados pela alteração dos arenitos do Grupo Caiuá (FERNANDES; COIMBRA, 1992), localizados na mesorregião Noroeste e Norte do estado do Paraná, permitem compreender e avaliar a influência do manejo na estrutura dos solos que são reconhecidos por sua suscetibilidade erosiva (CARDOSO, *et al.*, 1992; VIANA *et al.*, 2007).

Com a expansão do cultivo da cana-de-açúcar em áreas anteriormente cultivadas com pastagens, estudos observaram uma diminuição na qualidade estrutural dos solos. De acordo com BARBOSA *et al.*, (2019), a cana-de-açúcar é reconhecida por alterar as propriedades dos solos, que causam compactação e degradação estrutural dos solos pela diminuição do aporte de matéria orgânica (KUNDE *et al.*, 2018; PANG *et al.*, 2021) e pelo uso de maquinários e implementos agrícolas, interferindo na estabilidade estrutural dos agregados, que implica na quebra dos agregados maiores em unidades menores, que consequentemente promove uma redução no volume de macroporos e um aumento da densidade do solo.

Diante dessa premissa, o objetivo dessa pesquisa é avaliar a qualidade físico-hídrica, de duas trincheiras com 40 cm de profundidade, ao longo de uma mesma vertente com Argissolo Vermelho de textura média/arenosa que passou pelo uso de cana-de-açúcar e pastagem, localizada no município de Cruzeiro do Sul, noroeste do Paraná.

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Maringá - UEM, gui\_carmona@hotmail.com;

<sup>2</sup> Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Estadual de Maringá - UEM, gustavohnq@gmail.com;

<sup>3</sup> Professor do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Maringá - UEM, hesilveira70@hotmail.com;

## MATERIAIS E MÉTODOS

O critério para a escolha dos pontos amostrais, tem como premissa o uso distinto entre as trincheiras ao longo dos anos onde, na Trincheira I, o uso inicial era café e passou a ser utilizada como pastagem, com a espécie de grama mato-grosso (*Paspalum notatum*) e, na Trincheira II, o uso inicial era de café, passou para pastagem, depois foi para o cultivo da cana-de-açúcar entre os anos de 2007 a 2016 e atualmente é utilizada como pastagem com a grama africana (*Cynodon plectostachyus*).

A área de pesquisa está situada na Fazenda Água da Fonte, área rural do município de Cruzeiro do Sul, localizado de acordo com o IBGE (2021), na mesorregião Noroeste Paranaense, entre as coordenadas 22°59'59.022'' S e 52°8'55.204''W.

A propriedade rural se situa no baixo curso do Pirapó, e está sob domínio de rochas sedimentares de origem continental com solos derivados do arenito do Grupo Caiuá, de acordo com Fernandes (1992), sobrepostas aos basaltos da Formação Serra Geral.

A área de pesquisa apresenta como embasamento geológico arenitos da Formação Goio Erê, pertencentes ao Grupo Caiuá, de acordo com Fernandes e Coimbra (1992). A formação Goio Erê apresenta arenitos de coloração arroxeadada, estratificação cruzada de médio porte, de granulação fina a média, com grãos arredondados e subarredondados bem selecionados (MINEROPAR, 2001). As principais classes de solos oriundos da intemperização do arenito do Grupo Caiuá encontrados nessa região, apresenta em sua maioria, Latossolos Vermelhos textura média, localizados no topo dos interflúvios, e os Argissolos Vermelhos de textura média, que se estendem da média até baixa vertente (NAKASHIMA, 1999).

Em campo, as amostras de solos foram coletadas após a abertura de duas trincheiras (TRI e TRII) de 40 cm de profundidade. A primeira (TRI) apresentava o uso com café no início da colonização e desde meados da década de 1970 encontra-se ocupada com a pastagem (TRI). A segunda (TRII), também foi cultivada com café nos anos de 1970, depois foi utilizada com pastagem; entre os anos de 2007 e 2016 ficou ocupada com a cana-de-açúcar e atualmente encontra-se recoberta com pastagem.

Após a abertura das trincheiras foi realizada a coleta e descrição que seguem os critérios propostos no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (LEMOS e SANTOS, 2005) e os ensaios laboratoriais, obedecem a metodologia descrita no Manual de Métodos de Análise do Solo (EMBRAPA, 2017). As amostras foram coletadas em

anéis volumétricos e em quadruplicadas nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm.

Para a determinação da porosidade foi utilizado o método da mesa de tensão que permitiu, diante da diferenciação do diâmetro dos poros, a obtenção da microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma) e porosidade total (Pt). Para a determinação da densidade do solo (Ds), adotou-se o uso do anel volumétrico assim com para a análise da condutividade hidráulica saturada com carga constante ( $K_{sat}$ ), para a compreensão do movimento da água no interior do solo.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O uso do solo em áreas de pastagens e no cultivo semi-perene da cana-de-açúcar, em paralelo a retirada do revestimento vegetal, tem provocado alterações nas características físicas dos solos, como densidade e porosidade. Essas alterações refletem na capacidade de infiltração e movimento de água no solo, podendo levar ao escoamento hídrico difuso ou concentrado em superfície (BERTOL *et al.*, 2001; PANACHUKI *et al.*, 2011).

No cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) há o revolvimento dos horizontes superficiais durante a preparação para o plantio e o uso de maquinários pesados durante o processo produtivo. Tais condições resultam na compactação da camada superficial e subsuperficial dos solos, alterando as propriedades físicas e hídricas da cobertura pedológica (MARCATTO, 2020).

Os diferentes sistemas de manejo resultam em diferentes condições de equilíbrio físico-hídrico do solo, que após a interferência e a pressão exercida pelo tráfego das máquinas agrícolas, promove a aproximação das partículas, gerando a compactação das camadas superficiais, reduzindo a aeração, infiltração e a condutividade hidráulica saturada (REICHERT *et al.*, 2007).

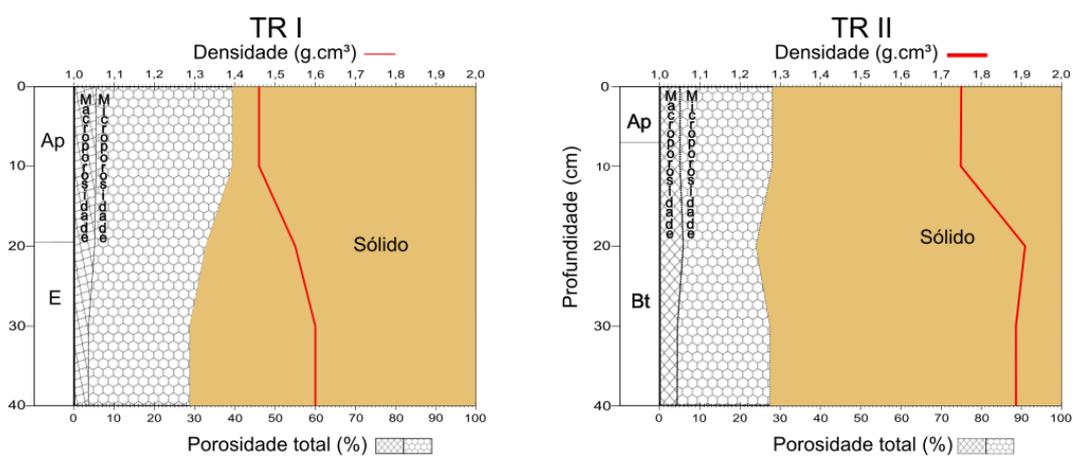
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas duas trincheiras (TRI e TRII) analisadas na média/baixa vertente na Fazenda Água da Fonte, o solo encontrado é o Argissolo Vermelho textura média/arenosa, que se organiza na Trincheira I nos horizontes Ap e E, e, na Trincheira II, nos horizontes Ap e Bt, formados a partir da alteração do arenito da Formação Goio Erê.

As análises laboratoriais demonstram que os valores médios de densidade do solo ( $D_s$ ) para a TRI, sob pastagem, foi de  $1,54 \text{ g.cm}^3$ , valor significativamente menor em relação a TRII ( $1,85 \text{ g.cm}^3$ ) que passou pelo cultivo da cana-de-açúcar entre 2007 e 2016. Os valores altos de  $D_s$  na TR II são atribuídos ao tipo de manejo que foi empregado na área, com maquinários pesados que compactaram o solo, utilizados no cultivo da cana-de-açúcar.

Na Trincheira I, os valores aumentaram conforme aumentava a profundidade, variando entre  $1,46 \text{ g.cm}^3$  na camada de 0 a 10 cm,  $1,55 \text{ g.cm}^3$  na camada de 10 a 20 cm e  $1,60 \text{ g.cm}^3$  na camada de 20 a 30 cm. Na Trincheira II, onde o valor médio foi maior, os valores de  $D_s$  também aumentaram em profundidade, variando entre  $1,75 \text{ g.cm}^3$  na camada de 0 a 10 cm,  $1,91 \text{ g.cm}^3$  na camada de 10 a 20 cm e  $1,88 \text{ g.cm}^3$  na camada de 20 a 30 cm conforme mostra a Figura 1.

Figura 1. Diagrama físico da trincheira I (TR1) e trincheira II (TRII).



Fonte: O Autor (2024)

O menor valor de  $D_s$  observado na TRI na profundidade de 0 a 10 cm ( $1,46 \text{ g.cm}^3$ ) pode estar relacionado a maior cobertura superficial com gramíneas da variedade mato grosso (*Paspalum notatum*) que se encontra em estado conservado, onde o sistema radicular e a incorporação constante de resíduos orgânicos contribuem para o aumento da porosidade em superfície, influenciando no menor valor densidade do solo. O aumento em profundidade com o valor de  $1,60 \text{ g.cm}^3$  na camada subsuperficial de 20 a 30 cm é um indicativo do tipo de manejo do solo adotado utilizando implementos agrícolas pesados em décadas anteriores no período em que houve a mudança do café para a pastagem.

Na TRII as maiores densidades foram observadas na camada de 10 a 20 cm, e 20 a 30 cm, que apresentam valores de  $1,91 \text{ g.cm}^3$  e  $1,88 \text{ g.cm}^3$  respectivamente. De acordo com Reinert e Braidá (2003) tais valores são considerados críticos para o crescimento das raízes e podem comprometer a circulação de água no interior do solo.

Em resposta ao efeito do manejo ao longo dos anos sobre as propriedades físicas dos solos, os maiores valores de densidade influenciam diretamente na taxa de porosidade total (Pt). Assim, a Pt na TRI apresentou os maiores valores de 0 a 10 cm de profundidade com 44,86% em razão da menor Ds. Na camada de 10 a 20 cm e 20 a 30 cm os resultados encontrados foram de 38,20% e 32,40% respectivamente, que se explicam pelo aumento da densidade. No que diz respeito a TRII, observou-se que na camada superficial e subsuperficial, houve uma diferença significativa na taxa de poros, com 33,13% na camada de 0 a 10 cm e 29,95% na camada de 10 a 20 cm, resultado do efeito cumulativo do manejo e do tráfego de máquinas agrícolas durante o cultivo da cana-de-açúcar. Na camada de 20 a 30 cm houve aumento no volume de poros, com 31,80%, valor bem próximo quando comparado na TRI na mesma profundidade (Figura 1).

Além da Pt, a macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi) também foram avaliadas, sendo os macroporos, responsáveis pela distribuição e armazenamento da água, enquanto que um aumento na microporosidade, torna o solo mais eficiente na retenção de água (REICHERT et al., 2007). Para a Mi, os valores encontrados na TRI foi de 39,41% na camada de 0 a 10 cm, de 32,79% de 10 a 20 cm e de 28,78% na camada de 20 a 30 cm. Na TRII, a microporosidade foi de 28,04% na camada superficial de 0 a 10, de 24,10% na camada 10 a 20 cm e de 27,46% na camada de 20 a 30 cm.

Os valores de Ma não diferiram entre si com relação a esta propriedade física. Os maiores valores foram encontrados nas camadas superficiais, de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm em ambos os pontos amostrais. Na TRI, os valores são de 5,45% na camada de 0 a 10 cm, 5,41% na camada de 10 a 20 cm e 3,62% de 20 a 30 cm. Na TRII os valores variaram de 5,10% para profundidade de 0 a 10 cm, 5,85% na profundidade de 10 a 20 cm e 4,34% de 20 a 30 cm. Os maiores valores em superfície podem estar associados a presença de raízes que formam canais nos solos. À medida que se aumenta a profundidade, ocorre a diminuição do teor de matéria orgânica, reduzindo também o número de macroporos. Ortigara et al. (2014) estudando as propriedades físicas e mecânicas de um Latossolo Vermelho Distrófico em áreas de pastejo rotacionado, mata nativa e preparo convencional, obtiveram como resultado uma redução nos valores de macroporosidade

nos solos cultivados em comparação a mata natural, atribuindo o aumento da macroporosidade na mata à preservação da estrutura do solo e a grande quantidade de raízes que proporciona estruturação e sustentação do solo.

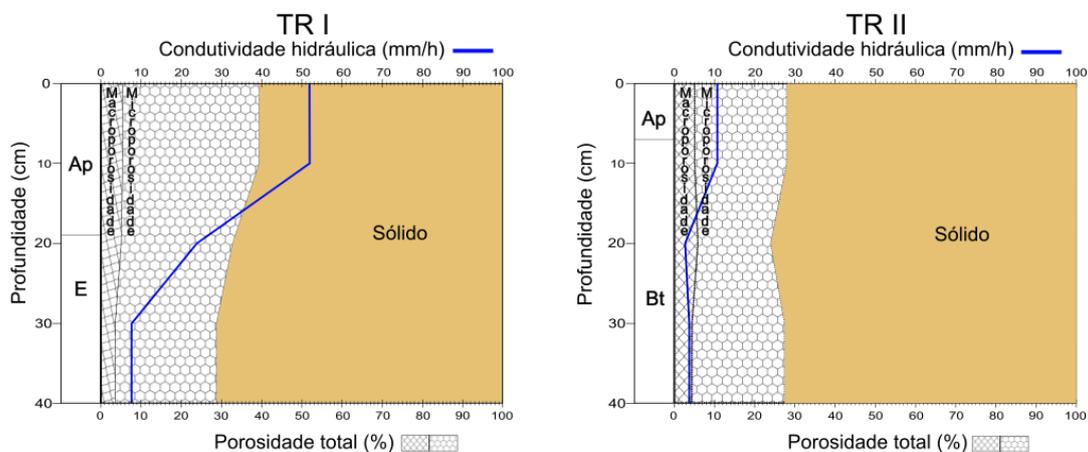
Na avaliação da condutividade hidráulica saturada ( $K_{sat}$ ) das duas trincheiras, observou-se um comportamento padrão, com maiores valores de  $K_{sat}$  em superfície de 0 a 10 cm quando comparados com os resultados obtidos na profundidade de 10 a 30 cm.

As melhores condições de permeabilidade foram observadas na TRI, devido a melhores condições físicas da área e da pouca interferência do uso e do tipo de manejo, concordando com os menores valores de densidade e maiores valores de porosidade total.

A condutividade hidráulica foi mais expressiva na TRI, com valores de 51,95 mm/h de 0 a 10 cm, de 23,87 mm/h de 10 a 20 cm no horizonte, e de 7,65 mm/h na camada de 20 a 0,30 cm de profundidade (Figura 2).

Em contrapartida, a TRII, os valores de  $K_{sat}$  foram mais baixos quando comparados com a TRI em todas as profundidades, com 10,71 mm/h na camada superficial de 0 a 10, de 2,7 mm/h de 10 a 20 cm e 3,74 mm/h na de 20 a 30 cm, concordando com os valores críticos de  $D_s$  ( $1,91 \text{ g.cm}^3$ ) e de  $P_t$  na camada de 10 a 20 cm de profundidade (Figura 2). Resultados semelhantes foram observados por Silva (2003), que evidenciou que o cultivo intensivo da cana-de-açúcar por um longo período utilizando operações mecanizadas, pode causar a compactação do solo, com conseqüente aumento da densidade, diminuição do tamanho dos poros e redução da condutividade hidráulica do solo.

Figura 2. Diagrama físico-hídrico da trincheira I (TR1) e trincheira II (TRII).



Fonte: O Autor (2024)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As condições dos solos avaliadas a partir da abertura das trincheiras permitiram constatar alterações significativas em alguns indicadores da qualidade física do solo e, conseqüentemente, na capacidade de movimentação da água em seu interior.

As piores condições encontradas ocorreram na TRII, que sofreu maiores intervenções antrópicas ao longo dos anos como o cultivo da cana-de-açúcar o que provocou a compactação até 40 cm de profundidade, a diminuição da porosidade e da permeabilidade. Por apresentar menores valores de densidade do solo e boa permeabilidade nos horizontes superficiais, a TRI também demonstra indícios de compactação, principalmente em subsuperfície, indicando que o manejo agrícola ocorrido em décadas anteriores ainda mostra sinais negativos sobre as características físico-hídrica desses solos.

**Palavras-chave:** Propriedades físicas; Solo; Comportamento físico-hídrico, Estrutura.

## REFERÊNCIAS

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agricola**, 58 (3): 555-560, 2001.

EMBRAPA. – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de Análise de Solo**. 3.ed. Brasília: EMBRAPA, 2017. 573 p.

FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.C. O grupo Caiuá (Ks): revisão stratigráfica e contexto deposicional. **Revista Brasileira de Geociências**, v.24, n.3 p. 164-176, 1994.

LEMOS, R.C., SANTOS, R.D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5ª Ed. Revista e Ampliada, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005.

MARCATTO, F.S. Os principais sistemas pedológicos derivados das Formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina na Bacia hidrográfica do Pirapó-PR: os efeitos do uso e manejo do cultivo da cana-de-açúcar. 2020. 206 f. **Tese** (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá, 2020, Maringá, PR.

MINEROPAR, 2001. **Atlas comentado da geologia e dos recursos minerais do estado do Paraná**. Curitiba: Mineropar. 116 p

NAKASHIMA, P. Cartografia dos Sistemas Pedológicos do Noroeste do Paraná – distribuição e subsídios para o controle da erosão. **Tese** (Doutorado em Geografia Física) Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Estadual de São Paulo, 1999.

ORTIGARA, C.; KOPPE, E.; LUZ, F.B.; BERTOLLO, A.M.; KAISER, D.R.; SILVA, V.R. Uso do solo e propriedades físico-mecânicas de Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 619-626, 2014.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; SOBRINHO, A.T.; DE OLIVEIRA, P.T.; RODRIGUES, D.B.B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** **35 (5): 1777-1785**, 2011.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 5, p. 49-134, 2007.

REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M.; AITA, C.; ANDRADA, M.M.C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** **32 (5): 1805-1816**, 2008.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência e Ambiente** **27:29-48**, 2003.

SILVA, A. J. N. Alterações Físicas e Químicas de um Argissolo Amarelo Coeso sob diferentes Sistemas de Manejo com Cana-de-Açúcar. 2003. **Tese** (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRS, 2003.