

Resistência à Penetração no Perfil do Solo sob Diferentes Sistemas de Manejo

EVANDRO FERREIRA S. SANTOS¹, Graduando em Engenharia Agrícola, UEG/CET, uegevandro@gmail.com

Pedro Anízio Moreira Borges², Mestre em Engenharia Agrícola, UEG/CET, paborgesvale@gmail.com

Josué Gomes Delmod³, Professor, Doutor em Engenharia Agrícola, UEG/CET, josue.delmond@ueg.br

Elton Fialho dos Reis⁴, Professor, Doutor em Engenharia Agrícola, UEG/CET, fialhoreis@ueg.br

Resumo: As propriedades físicas do solo sofrem alterações conforme o manejo adotado. O uso intensivo de máquinas agrícolas, com o objetivo de aumentar a produção, pode resultar na compactação do solo, prejudicando o desenvolvimento radicular e a produtividade das culturas. Este trabalho visa avaliar o perfil da estrutura de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. Para isso foram utilizadas áreas com Sistema de Plantio Direto (SPD), Sistema de Plantio Convencional (SPC), Área Nativa (AN) e Fruticultura (FR), em cinco camadas de solo (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm e 40-60 cm). A resistência à penetração (RP) foi determinada através de penetrógrafo eletrônico. Os resultados mostraram que a área com fruticultura apresentou maiores valores de resistência à penetração na camada de 0,0 a 10 cm, já a área nativa apresentou os menores valores na mesma profundidade. Na camada de 40 a 60 cm os valores de resistência à penetração não apresentaram diferenças significativas entre o SPC, SPD e FR. Os valores de resistência à penetração nas camadas de 40 a 60 cm podem ser utilizadas como parâmetros para definir áreas com impedimentos nas camadas de solos inferiores.

Palavras-chave: Compactação do solo; Textura dos solos; Plantio direto.

INTRODUÇÃO

O preparo adequado do solo, aliado a boas práticas de manejo, é fundamental para o aumento da produtividade agrícola (EMBRAPA, 2013). Um manejo eficiente contribui para a sustentabilidade dos sistemas produtivos (OLIVEIRA et al., 2003), sendo que as propriedades físicas do solo podem ser alteradas conforme o tipo de uso e manejo adotado (ANDREOLA et al., 2000). A intensificação do tráfego de máquinas, impulsionada pelo avanço tecnológico e pelo aumento da demanda produtiva, tem resultado em maiores níveis de compactação do solo, o que afeta negativamente o desenvolvimento radicular das culturas (DE MARINS et al., 2018).

A compactação caracteriza-se pela redução da macroporosidade, aumento da densidade e da resistência à penetração, prejudicando a infiltração de água e dificultando o crescimento das plantas (FURLANI e SILVA, 2016; ROSS e MCKENZIE, 2010). e comprometendo à aeração, retenção de água e absorção de nutrientes pelas raízes (SÁ e SANTOS JUNIOR, 2005).

O monitoramento da compactação é essencial para avaliar o impacto do manejo sobre a estrutura do solo e sua influência na produtividade (GONÇALVETRANQUILO S, 2019). Estudos apontam que essa condição afeta o desenvolvimento das culturas em diferentes profundidades (BEUTLER e CENTURION, 2004; FREDDI et al., 2009).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil da estrutura de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho, localizado na estação experimental da EMATER, no município de Anápolis, GO. A área de estudo está situada nas seguintes coordenadas 16°19' S e 48°18' W, com altitude média de 980 m em relação nível do mar. A precipitação média anual é de aproximadamente 1400 mm, com máximas em dezembro e mínimas em agosto. As coletas de campo foram realizadas entre os meses de junho e agosto de 2024.

Para isso adotou-se um delineamento em esquema fatorial em parcelas subdivididas, 4x5, onde as parcelas foram os Sistema Plantio Direto (SPD), Sistema de Plantio Convencional (SPC), Área

Nativa (AN) e Fruticultura (FR) e as subparcelas as 5 camadas (0,0 a 10 cm, 10 a 20 cm, 20 a 30 cm, 30 a 40 cm e 40 a 60 cm) com 3 repetições, compondo 20 tratamentos, com 3 repetições por tratamento, totalizando 60 unidades experimentais.

A Área nativa (AN) é uma área de preservação com vegetação nativa e sem intervenção antrópica. O SPD é utilizado para cultivo de milho e soja com controle de tráfego e cobertura vegetal. O SPC é utilizado para cultivo de milho e soja com preparo convencional do solo. A FR é cultivada com laranja há mais de 15 anos, com uso contínuo de maquinário para manejo da cultura.

A densidade de partículas (Dp) foi esclarecida pelo método do picnômetro, e a análise granulométrica foi determinada pelo método da pipeta (DONAGEMA et al., 2011).

A resistência à penetração (RP) foi determinada com um penetrógrafo eletrônico Falker PLG 1020, com velocidade de penetração da haste mantida próxima a 30 mm s⁻¹, de acordo com a instrumentação do aparelho, seguindo-se as normas da ASAE S 313.2 (ASABE, 2006).

Os dados da resistência a penetração foram submetidos à análise de variância, pelo teste de F, e quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional SISVAR 5.6[®] (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS

A caracterização dos solos nos diferentes manejos utilizados com análise textural, índices físicos e umidade do solo estão na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização de propriedades físicas do Latossolo Vermelho para os diferentes sistemas de manejo

Propriedades	NA	SPC	SPD	FR
Análise textural				
Teor de areia	276 ± 17 g kg ⁻¹	328 ± 23 g kg ⁻¹	326 ± 15 g kg ⁻¹	342 ± 46 g kg ⁻¹
Teor de silte	301 ± 7 g kg ⁻¹	289 ± 10 g kg ⁻¹	281 ± 29 g kg ⁻¹	253 ± 51 g kg ⁻¹
Teor de argila	423 ± 17 g kg ⁻¹	383 ± 30 g kg ⁻¹	393 ± 42 g kg ⁻¹	405 ± 17 g kg ⁻¹
Índices Físicos				
Umidade (w)	30,22 ± 1,51%	15,87 ± 0,95%	13,51 ± 0,69%	10,17 ± 1,85%
Peso específico real (d)	2,53 ± 0,13 t m ⁻³	2,56 ± 0,13 t m ⁻³	2,53 ± 0,13 t m ⁻³	2,57 ± 0,13 t m ⁻³

Os dados incluem análise textural (teor de areia, silte e argila), umidade do solo (%) e peso específico real (g cm⁻³), com respectivos desvios padrão.

Na tabela 2 são apresentados o desdobramento da interação entre os diferentes sistemas de manejo e as camadas avaliadas para os valores de resistência à penetração do solo. A análise variância indicou que houve interação entre os sistemas de manejo e as camadas nos valores de resistência à penetração.

Tabela 2 – Valores médios da resistência à penetração (kPa) para os diferentes sistemas de manejo e camadas avaliadas.

CAMADA	Sistema de Manejo							
	SPD		SPC		FR		NA	
0-10	1254,47	Bc	881,53	Cd	1880,97	Aab	463,20	Db
10-20	1772,77	ABab	1706,77	Bb	2069,07	Aa	804,67	Ca
20-30	1854,53	Aba	2071,53	Aa	1617,63	Bbc	1046,67	Ca
30-40	1699,30	Aab	1607,33	Ab	1457,00	Acd	951,77	Ba
40-60	1441,82	Abc	1240,98	ABc	1156,08	ABd	1032,57	Ba

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios da resistência à penetração para os diferentes sistemas de manejo dos solos e camadas de 0,0 a 60 cm são apresentadas na Figura 1.

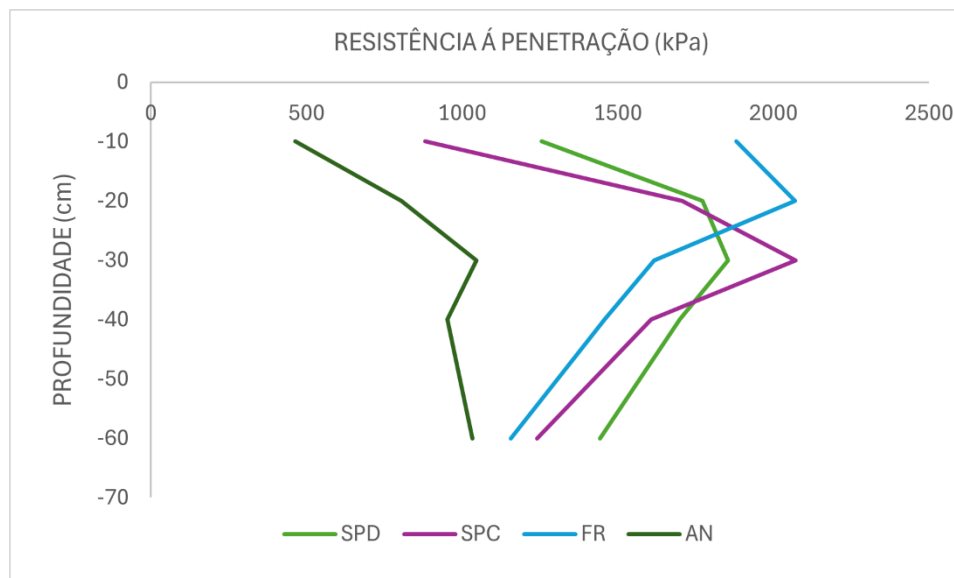


Figura 1 – Valores médios da resistência à penetração do solo (kPa) em diferentes sistemas de manejo: Área Nativa (AN), Sistema de Plantio Convencional (SPC), Sistema de Plantio Direto (SPD) e Fruticultura (FR), nas profundidades de 0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm, 30–40 cm e 40–60 cm.

DISCUSSÃO

Como pode ser observado na Tabela 1 os solos das áreas com os sistemas de plantio direto, Plantio convencional e área de fruticultura apresentaram pouca variação nos valores de umidade e na textura desses solos, já a área nativa apresentou uma maior variação de umidade., logo os valores de resistência à penetração foram influenciados pelos fatores estudados.

A Figura 1 apresenta menores valores de resistência à penetração na área nativa o que também pode ser comprovado na tabela 2. Isso ocorre devido o sistema radicular ser diversificado (raízes profundas de árvores), ciclagem de matéria orgânica e à atividade biológica intensa.

Já para o preparo convencional houve ao longo dos anos um revolvimento intenso do solo (aração e gradagem) degrada a estrutura, reduz a matéria orgânica e forma uma camada compactada (pé-de-grade) abaixo da zona de preparo (15–30 cm), logo houve um aumento da resistência a penetração nessa camada devido à pressão das máquinas e à perda de porosidade.

Inicialmente, a aração reduz a RP na camada arável (0–15 cm), mas com o tempo, a repetição do tráfego de máquinas e a erosão levam a novo aumento da resistência. Outro fator importante é observar as camadas abaixo de 40 cm onde o solo não foi revolvido ao longo dos anos, ela deve ser utilizada para monitorar as camadas com aumento da resistência ao longo do perfil do solo, pois não foram feitas alterações na estrutura dessas camadas ao longo do tempo, dados semelhantes foram encontrados por Junior (2016).

CONCLUSÕES

A fruticultura apresentou maior resistência à penetração na camada de 0,0 a 10 cm, enquanto a área nativa teve os menores valores. Na camada de 20 a 30 cm, o sistema de plantio convencional (SPC) mostrou maior resistência, associada ao pé-de-grade. A resistência na camada de 40 a 60 cm apresentou diferença significativa entre SPC, sistema de plantio direto (SPD) e fruticultura (FR). A profundidade da camada abaixo 40 cm pode servir como referência para identificar impedimentos físicos em camadas inferiores. Os resultados demonstram os efeitos do uso e manejo do solo sobre sua resistência, sendo relevantes para práticas agrícolas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Alterações estruturais de um Latossolo Bruno submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 857–865, 2000.

ARATANI, R. G. et al. Determinação da rigidez do solo com uso de equipamento Geogauge. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 265–274, 2009.

ASABE – American Society of Agricultural and Biological Engineers. **Soil cone penetrometer**. ASAE Standard S313.2. St. Joseph, p.903-904, 2006.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 345–352, 2004.

DE MARINS, M. A. R. et al. Compactação do solo e desenvolvimento radicular em função do tráfego de máquinas agrícolas. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 38, n. 5, p. 716–725, 2018.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. D.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis System. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2014.

FREDDI, O. S. et al. Compactação do solo e produção de cultivares de milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 5, p. 551–559, 2009.

FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. P. **Compactação do solo: causas e efeitos**. Jaboticabal: FUNEP, 2016.

GONÇALVES, A. C. A. Monitoramento da compactação do solo em sistemas agrícolas. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 15, n. 3, p. 1–10, 2019.

JÚNIOR, E. J. A. **Desempenho operacional e propriedades físico-mecânicas de um Latossolo em função do tipo de pneu e cargas aplicadas à barra de tração**. 2016. 70p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2016.

OLIVEIRA, G. C. de et al. Atributos físicos do solo influenciados por sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 451–459, 2003.

ROSS, P. J.; MCKENZIE, D. C. **Soil compaction and its impact on soil functions**. *Soil Use and Management*, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 1–10, 2010.

SÁ, J. C. M.; SANTOS JÚNIOR, J. D. G. Efeitos da compactação do solo em atributos físicos e crescimento radicular. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 123–129, 2005.

THORPE, M. **Soil stiffness and structural integrity under load**. London: Academic Press, 2022.