XVII CICURV
Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Rio Verde

Atributos físicos de um Latossolo Vermelho em sistemas de plantio direto e integração lavoura-pecuária no Cerrado

Izabely Alves Lopes[1]*, Silvio Vasconcelos de Paiva Filho[2], Camila Jorge Barnabé Ferreira[3], Rose Luiza Moraes Tavares[3]

[1] Eng. Agrônoma. Egressa do curso de agronomia da UniRV, Rio Verde-GO., bolsista PIBIC/CNPq, Universidade de Rio Verde.
[2] Mestre em Produção Vegetal pela UniRV, Universidade de Rio Verde.
[3] Professor da Faculdade de Agronomia e Programa de Pós-graduação em produção Vegetal da UniRV.
*Autor correspondente: izabelyalopes@gmail.com.

Reitor:
Prof. Me. Alberto Barella Netto

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:
Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

Editor Geral:
Prof. Dr. Fábio Henrique Baia

Editor de Seção:
Profa. Dra. Andrea Sayuri Silveira Dias Terada
Prof. Dr. Hidelberto Matos Silva

Correspondência:
Profa. Dra. Lidiane Bernardes Faria Vilela

Fomento:
Programa PIBIC/PIVIC UniRV/ CNPq 2021-2022

Resumo: A estrutura do solo é uma importante propriedade que define a sua qualidade física e consequentemente o ambiente de desenvolvimento de raiz. Esta propriedade varia de acordo com o manejo agrícola como o sistema de plantio direto (SPD) e integração lavoura-pecuária (ILP). Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob sistemas SPD e ILP no Cerrado. Para isso, foram avaliadas 4 áreas com diferentes manejos e históricos de estabelecimento, sendo áreas com 4 e 9 anos de SPD e 3 e 10 anos de ILP, além de uma área de vegetação nativa (mata) como referência. As avaliações ocorreram ao final do período de entressafra, com cultivo de milho (*Zea mays*) no SPD e forrageira (*Urochloa brizantha*) com pastejo no ILP. O solo foi coletado nas profundidades 0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m para avaliação de: umidade, densidade, porosidade total, macro e microporosidade e na camada 0,00-0,30 m, a avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS). A interpretação dos resultados foi feita seguindo o modelo estatístico de parcelas subdivididas, tendo como primeiro fator os sistemas de produção e como segundo, as profundidades de solo, com quatro repetições, totalizando 48 unidades amostrais. De maneira geral, a área de vegetação nativa apresentou melhor condição física de solo com menor densidade, resistência à penetração e maior umidade do solo. Porém, a área de ILP-9 apresentou valor de resistência à penetração semelhante à área de referência. Na análise VESS, a área de vegetação nativa apresentou melhor nota de qualidade estrutural do solo, seguido das áreas de ILP-4, ILP-9, SPD-3, SPD-10, indicando o potencial de sistemas ILP em melhorar a qualidade física do solo, com presença de raízes e agregados de diferentes tamanhos.

Palavras-chave: Estrutura do solo. *Urochloa brizantha*. *Zea mays*.

Physical attributes of a Latossolo Vermelho in no-tillage and crop-livestock integration systems in the Cerrado

Abstract: Soil structure is an important property that defines its physical quality and consequently the root development environment. This property

UniRV
Universidade de Rio Verde

varies according to agricultural management such as the no-tillage system (NT) and crop-livestock integration (CL). Thus, this work aimed to evaluate physical attributes of a Red Latosol under NT and CL systems in the Cerrado. For this, 4 areas with different management and establishment history were evaluated, being areas with 4 and 9 years of NT and 3 and 10 years of CL, in addition to an area of native forest as a reference. The evaluations took place at the end of the off-season, with corn (*Zea mays*) cultivation in the NT and forage (*Urochloa brizantha*) with grazing in the CL. Soil was collected at depths 0.00-0.10, 0.10-0.20 and 0.20-0.40 m to evaluate: moisture, density, total porosity, macro and microporosity and in layer 0.00-0.30 m, the Visual Assessment of Soil Structure (VESS). The interpretation of the results was carried out following the statistical model of subdivided plots, with the production systems as the first factor and the soil depths as the second factor, with four replications, totaling 48 sampling units. In general, the area of native vegetation presented better physical condition of soil with lower bulk density, resistance to penetration and higher soil moisture. However, the CL 9 area presented a penetration resistance value similar to the reference area. In the VESS analysis, the area of native vegetation presented the best grade of structural soil quality, followed by the areas of CL-4, CL-9, NT-3, NT-10, indicating the potential of CL systems to improve the physical quality of the soil, with presence of roots and aggregates of different sizes.

Key words: Soil structure. *Urochloa brizantha*. *Zea mays.*

Introdução

Um solo com boa estrutura física tem em sua composição um equilíbrio nas quantidades de micro e macroporos, baixa densidade e alta porosidade, garantindo assim melhor distribuição de ar e água no perfil de solo e consequentemente à planta (SOARES, 2021). E devido a isso, a análise da estrutura se torna um monitoramento essencial para produtores que anseiam garantir melhor desenvolvimento à cultura aliado à preservação do recurso solo.

Entretanto, para alcançar um padrão adequado de estrutura do solo, algumas medidas devem ser adotadas. Segundo Embrapa (2015), a utilização de manejos conservacionistas como o sistema de plantio direto (SPD) tendem a melhorar a estrutura do solo em ambientes de Cerrado, por diminuírem as ações de revolvimento e pela deposição de palhada na superfície.

O SDP deve envolver: mínimo revolvimento do solo, rotação de culturas e formação de palhada, conferindo proteção e aumento da matéria orgânica no solo. Estudos realizados por Fagundes et al. (2021), demonstram que o uso do SPD promove melhorias na qualidade do solo, como maior porosidade e Carbono orgânico, menor densidade e argila dispersa.

Outro sistema de produção é a integração lavoura pecuária (ILP), o qual caracteriza-se por alternar, em uma mesma área, culturas de grãos e pastagens destinadas à alimentação animal. Apesar de não ser regra, é comum a utilização de consórcio na segunda safra.

Uma das possibilidades de avaliar a estrutura do solo é utilizando o método de análise visual da estrutura do solo (VESS), que se trata de uma metodologia simples de análise e observação da estrutura do solo e com isso pode-se inferir se o manejo está adequado do ponto de vista da preservação do solo aliado à produção. De acordo com Embrapa (2015), uma das formas de descobrir um problema em uma área é realizando as avaliações no solo.

Em estudo de Giarola et al. (2009) com análises de VESS realizadas em Latossolos, a área de vegetação nativa apresentou valor médio de 1,70, enquanto o SPD e ILP apresentaram respectivamente scores de 2,2 e 3,02, indicando a potencialidade destes sistemas em melhorar a qualidade física do solo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Instituto de Ciência e Tecnologia Comigo (ITC), em Rio Verde/GO. O clima é classificado em B4 rB'4a' (úmido, pequena deficiência hídrica, mesotérmico e evapotranspiração no verão menor que 48%) de acordo com Koppen (KOPPEN e GEIGER, 1928).

As áreas utilizadas para o experimento encontram-se sob as coordenadas 17045'48'' S e 51002'14'' W, com altitude de 832 m. O solo em estudo foi classificado como Latossolo Vermelho de textura argilosa (> 35% de argila) (EMBRAPA, 2018).

Os tratamentos avaliados constam de áreas com diferentes sistemas de cultivo, sendo duas áreas com o sistema de plantio direto e duas com o sistema integração lavoura pecuária – estabelecidas em anos distintos e uma área de vegetação nativa, os quais podem ser resumidos em:

1) SPD-3 (3 anos com o manejo de soja na safra e milho na safrinha);

2) SPD-10 (10 anos com o manejo de soja na safra e milho na safrinha);
3) ILP-4 (4 com o manejo de soja na safra e forrageira na safrinha);
4) ILP-9 (9 com o manejo de soja na safra e forrageira na safrinha);
5) Vegetação nativa (mata - referência).

O experimento iniciou no final da entressafra do ano de 2021, com cultivo de milho (*Zea mays*) nas áreas de SPD e forrageira (*Urochloa brizantha*) com pastejo nas áreas de ILP. As avaliações de solo foram feitas nas camadas 0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m e foram avaliados: umidade, densidade, porosidade total, macro e microporosidade e estabilidade de agregados. Na camada de 0,00-0,30 m, foi feita a Avaliação visual da estrutura do solo, termo em inglês "Visual Evaluation of Soil Structure" (VESS).

Para análise de umidade do solo, foram coletadas amostras de solo do tipo deformadas com auxílio de trado holandês. As amostras foram devidamente armazenadas e transportadas para o laboratório para análise da umidade pelo método gravimétrico. Enquanto, para as análises de densidade, porosidade total, macro e microporosidade, foram feitas coletas de amostra indeformadas do solo com auxílio de anéis volumétricos de aço 100 cm³, os quais foram inseridos em um amostrador de solo denominado Ugland. As avaliações de umidade, densidade, porosidade total, macro e microporosidade seguiram metodologia proposta por Embrapa (2017).

Para análise de agregados do solo e VESS foram abertas 4 mini-trincheiras em cada área com dimensão de 40 x 30 x 30 cm de largura, comprimento e profundidade, respectivamente. A avaliação de agregados foi feita pelo método de peneiramento úmido com utilização de 5 peneiras com diâmetro de malha de 2, 1, 0,5, 0,25 e 0,125 mm, conforme metodologia descrita por Embrapa (2017) para obtenção do diâmetro médio ponderado (DMP). Enquanto a avaliação de VESS seguiu a metodologia proposta por Ball et al. (2007).

O modelo estatístico utilizado foi o de parcelas subdivididas, tendo como primeiro fator os sistemas de produção e como segundo fator, as profundidades de solo, com quatro repetições, totalizando 48 amostras. Na interpretação de dados, foi realizada a análise de variância e aplicado o teste de comparação de médias (Tukey a 5% de significância). O programa que auxiliou na elaboração dos dados estatísticos foi o Sisvar (FERREIRA et al., 2019).

Resultados e Discussão

No geral, os dados dos atributos físicos pouco variaram nos diferentes sistemas de uso e manejo de solo avaliados (vegetação nativa, ILP e SPD). Foram identificadas diferenças de densidade do solo entre os tratamentos na camada 0,00-0,10 m; resistência à penetração e umidade do solo na camada 0,10-0,20 m e umidade do solo na camada 0,20-0,40 m (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de atributos físicos do solo em diferentes profundidades do solo e sistemas de produção agrícola, em Rio Verde – GO

Sistema de manejo	Ds (kg m^{-3})	Pt (g.cm³)	Ma (g.cm³)	Mi (g.cm³)	RP (MPa)	U (g g^{-1})
			0,00-0,10 m			
SPD 3	1,24 ab	0,60 a	0,27 a	0,33 a	0,82 a	0,15 a
ILP 4	1,42 b	0,58 a	0,26 a	0,30 a	1,15 a	0,16 a
ILP 9	1,44 b	0,52 a	0,23 a	0,30 a	1,49 a	0,17 a
SPD 10	1,48 b	0,56 a	0,25 a	0,27 a	1,57 a	0,17 a
VEG. NATIVA	1,09 a	0,55 a	0,25 a	0,33 a	0,17 a	0,18 a
CV (%)	11,01	9,95	16,12	17,27	37,43	11,23
			0,10-0,20 m			
SPD 3	1,38 a	0,49 a	0,26 a	0,30 a	2,28 ab	0,15 a
ILP 4	1,45 a	0,56 a	0,27 a	0,29 a	3,28 ab	0,16 a
ILP 9	1,46 a	0,54 a	0,29 a	0,25 a	3,44 b	0,16 a
SPD 10	1,43 a	0,57 a	0,25 a	0,30 a	2,86 ab	0,16 a
VEG. NATIVA	1,24 a	0,54 a	0,33 a	0,30 a	1,07 a	0,19 a
CV (%)	11,01	9,95	16,12	17,27	37,43	11,23
			0,20-0,40 m			
SPD 3	1,29 a	0,54 a	0,26 a	0,32 a	2,65 a	0,15 b
ILP 4	1,42 a	0,55 a	0,25 a	0,29 a	2,48 a	0,16 ab
ILP 9	1,43 a	0,56 a	0,26 a	0,29 a	2,68 a	0,17 ab
SPD 10	1,48 a	0,59 a	0,25 a	0,25 a	2,41 a	0,16 ab
VEG. NATIVA	1,21 a	0,55 a	0,28 a	0,27 a	1,04 a	0,19 a
CV (%)	11,01	9,95	16,12	17,27	37,43	11,23

SPD3: sistema de plantio direto por 3 anos de instalação; SPD 10: sistema de plantio direto por 10 anos; ILP 4: Integração lavoura pecuária de 4 anos de instalação; ILP 9: Integração lavoura pecuária de 9 anos de instalação; CV: Coeficiente de variação; Ds: Densidade aparente do solo; Pt: Porosidade total; Ma: macroporosidade; Mi: microporosidade; RP: resistência do solo à penetração; U: umidade gravimétrica. Médias seguidas de letras iguais, nas colunas para cada profundidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
Fonte: autoria própria.

Na camada de 0,00 – 0,10 m a área de vegetação nativa (referência) apresentou menor valor de densidade do solo, com 1,09 kg m^{-3}, quando comparada com as áreas ILP-4, ILP-9, SPD-10 (1,42; 1,44, 1,48 kg m^{-3}, respectivamente), enquanto a área de SPD-3 com 1,24 kg m^{-3} não diferiu entre os tratamentos. O recente histórico de revolvimento da área (3 anos) pode explicar o baixo valor de densidade do solo.

Na área de vegetação nativa, há grande quantidade de raízes e pelo fato de não haver manejo ou tráfego de maquinário, o solo de vegetação nativa tende a ser menos denso, ocorrendo o inverso em sistemas de produção. Ocasionada pela redução de espaço poroso e adensamento do solo, áreas que utilizam sistemas sem revolvimento do solo é compreensível possuírem maiores valores de densidade que pode resultar em compactação do solo (MORAES et al., 2020).

Observando a camada de 0,10 – 0,20 m, os resultados com diferença significativa foram detectados na avaliação de resistência do solo à penetração, com menor valor na área de vegetação nativa com 1,07 MPa, quando comparado ao ILP 9 (3,44 MPa). O resultado pode estar relacionado ao fato de a área de vegetação nativa ter um solo com grande número de raízes, formando bioporos e reduzindo a resistência. Enquanto o ILP-9 pode ter relação com a presença de animais sobre o solo, pois segundo estudos realizados por Batista et al. (2020), o pisoteio animal causa uma pressão no solo que além de aumentar a densidade do solo, pode estar aumentando a resistência do solo a penetração.

Para a camada mais profunda de avaliação, 0,20 – 0,40 m, a avaliação de umidade teve diferença significativa entre os tratamentos, onde a área de vegetação nativa apresentou maior valor de umidade com 0,19 g g^{-1}, quando comparada com o solo do SPD-3 com 0,15 g g^{-1}. Novamente esse resultado pode ser referente a conservação da umidade pela grande quantidade de serrapilheira presente nos solos de vegetação nativa, principalmente quando comparado a um sistema agrícola com 3 anos de implantação. Em estudos realizados por Silva et al. (2020), a utilização dos sistemas conservacionistas por longos períodos pode garantir uma boa armazenagem de água no solo, entretanto, assim como observado pelo autor, ainda é inferior às áreas de vegetação nativa.

A Análise "VESS" é uma avaliação que confere uma nota da estrutura do solo, por meio da tabela de Classificação do aspecto visual e tamanho de agregados seguindo metodologia descrita em Ball et al. (2007), sendo a nota 1 para um solo com melhor estrutura e nota 5 com pior estrutura. Portanto, Para as áreas avaliadas, as notas estabelecidas para cada sistema estão apresentadas na figura 1.

Figura 1. Notas da Avaliação Visual da Estrutura do solo nos 5 manejos avaliados.
Fonte: autoria própria.

Nota-se que as maiores notas estão presentes no SPD-3 e SPD-10 (2,37 e 2,62 respectivamente), e tendo como referência a cartilha de Ball et. al. (2007), isso ocorre devido a baixa presença de raízes no solo e agregados em formato anguloso. Entretanto, não saem da classificação 2 da cartilha, o que segunda Ball et. al. (2007), são características de um solo intacto, diferenciando apenas por possuir tamanho maior de agregados.

Ainda na cartilha supracitada, é apresentado que a presença de raízes por todo o solo e agregados em formatos redondos e frágeis são indicativos de uma boa qualidade estrutural, uma vez que se a raiz cresce livremente, sem achatamento ou engrossamento, não se tem naquele solo sinais de compactação, favorecendo as culturas que serão implantadas.

A menor nota, 1, foi apresentada na área de vegetação nativa, nota está que segundo a cartilha de Ball et. al. (2007), representa o solo bem estruturado. Uma hipótese para a ocorrência desse resultado é a conservação natural desta área, que não teve entrada de máquinas nem implantação de culturas. Segundo estudos realizados por Giarola et al. (2009) esse resultado se deve ao fácil destorroamento das partículas de terra e a presença de raízes espalhadas uniformemente no local.

Nas áreas de ILP, indicando que os sistemas são capazes de melhorar a qualidade estrutural do solo, ou seja, apresentaram notas próximas ao detectado na área de vegetação nativa. Isso se deve ao fato de que em sistemas ILP as forrageiras possuem sistema radicular com grande quantidade de raízes vigoras, capazes de explorar o solo em camadas mais profundas (SILVA et al. 2020), melhorando a aeração e incremento de matéria orgânica.

Conclusão

De maneira geral, a área de vegetação nativa apresentou melhor condição física de solo com menor densidade, resistência à penetração e maior umidade do solo. Porém, a área de ILP 9 apresentou valor de resistência à penetração semelhante à área de referência.

Na análise VESS, a área de vegetação nativa apresentou melhor nota de qualidade estrutural do solo, seguido das áreas de ILP-4, ILP-9, SPD-3, SPD-10, indicando o potencial de sistemas ILP em melhorar a qualidade física do solo, com presença de raízes e agregados de diferentes tamanhos.

Agradecimentos

Às instituições que financiaram a execução deste trabalho: CNPq, CAPES, pela concessão de bolsa ao primeiro autor (PIBIC/CNPq), a UniRV – Universidade de Rio Verde por disponibilizar as estruturas laboratoriais, ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da UniRV por viabilizar o projeto de pesquisa e ao Centro Tecnológico Comigo (CTC) pela disponibilidade das áreas experimentais e apoio nas avaliações.

Referências Bibliográficas

BALL, B. C.; BATEY, T.; MUNKHOLM, L. J. Field assessment of soil structural. Quality: a development of the Peerlkamp test. **Soil Use and Management**, v. 23, p. 329–337, 2007.

BATISTA, P. H. D; ALMEIDA., G. L. P; SILVA, J. L. B.; LINS, F. A. C.; SILVA, M. V.; JÚNIOR, J. J. F. C. Hydro-physical properties of soil and pasture vegetation coverage under animal trampling**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 24, n. 12, p. 854-860, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/TqVySdrKHDrn777DHkcPvwS/?lang=en. Acesso em: 24 out. 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**, 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF. Embrapa, 573p, 2017.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. [s.l: s.n.], 2018.

EMPRAPA - Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. **Avaliação visual para monitoramento da qualidade estrutural do solo: VESS e VSA**, 1. Ed Pelotas/RS, 39 p, 2015.

FAGUNDES, M. O.; REIS, D. A.; PORTELLA, R. B.; PERINA, F. J.; BOGIANI, J. C. Quality index of an Oxisol under different management systems in the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 5, p. 319-324, 2021.

FERREIRA, D. F**.** Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.4, p.529-535, 2019.

GIAROLA, F. B.; TORMENA, C. A.; DA SILVA, A. P.; BALL, B. Método De Avaliação Visual Da Qualidade Da Estrutura Aplicado A Latossolo Vermelho distroférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Ciência Rura**l, v. 39, n. 8, p. 2531–2534, 2009.

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

MORAES, M. T.; BERTOLLO, A. M.; DEBIASI, H. Impactos da compactação, descompactação e rotação de culturas no SPD. **Federação Brasileira do Sistema Plantio Direto:** Confederação das Associações Americanas para uma Agricultura Sustentável, 6 fev. 2020. Disponível em: https://febrapdp.org.br/noticias/805/impactos-da-compactacao-descompactacao-e-rotacao-de-culturas-no-spd. Acesso em: 17 abr. 2022.

SILVA, J. A.; SANTOS, P. A. B.; CARVALHO, L. G.; MOURA, E. G.; ANDRADE, F. R. Gas exchanges and growth of soybean cultivars submitted to water deficiency. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, 2020.

SOARES, M. D. R.; SOUZA, Z. M.; CAMPOS, M. C. C.; SILVA, R. B.; ESTEBAN, D. A. A.; NORONHA, R. L.; GOMES, M. G. S.; DA CUNHA, J. M. **Land-use change and its impact on physical and mechanical properties of Archaeological Black Earth in the Amazon rainforest**. Catena, v. 202, pp. 105266, 2021.