

## VARIABILIDADE ESPACIAL DA RESISTÊNCIA DO SOLO A PENETRAÇÃO NO CERRADO SOB MANEJO ORGÂNICO NO CERRADO

Josué Gomes Delmond<sup>1</sup>, Adriana Rodolfo da Costa<sup>2</sup>, Patrícia Costa Silva<sup>2</sup>, Eduardo Silva Couto<sup>3</sup>

**RESUMO:** Estudo realizado em diferentes áreas de manejo agropecuária sob cultivo orgânico em uma propriedade rural no município de Santa Helena de Goiás, teve como objetivo identificar o manejo agrícola que apresenta maior degradação física do solo. Foram selecionadas quatro áreas com diferentes tipos de manejo: pastagem de Capim Tanzânia (TZ), cultivo de soja orgânica em pousio com capim e vegetação espontânea (PZ), cultivo de soja (SJ) e área de reserva com vegetação nativa (MT). O estudo utilizou um delineamento experimental em parcelas subdivididas, com três repetições, considerando as propriedades físicas do solo. Foram avaliadas cinco camadas: 0 a 10, 10 a 20, 20 a 30, 30 a 40 e 40 a 50 cm. Foi determinado a resistência a penetração, umidade do solo, capacidade de campo, densidade do solo, microporosidade, macroporosidade. Comprovou-se que áreas onde houve apenas rotação de cultura apresentaram valores mais elevado de RP, superiores a 3.500 KPa, enquanto as áreas que associaram rotação de cultura com implementação de pastagem apresentaram menores valores de RP.

**PALAVRAS-CHAVE:** Degradação Física do Solo, Manejo do solo, Geoestatística.

## SPATIAL VARIABILITY OF SOIL RESISTANCE TO PENETRATION UNDER ORGANIC FARMING IN THE BRAZILIAN CERRADO

**ABSTRACT:** This study was conducted in different organic farming management areas on a rural property in Santa Helena de Goiás, Brazil, with the objective of identifying the agricultural management system that causes the greatest physical soil degradation. Four areas with distinct

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, Doutor em Ciências Agrárias – Agronomia, Professor, Depto de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás - UEG, Br 153, Nº 3105 – Campus, Caixa Postal 459, CEP: 75132-400, Anápolis – GO, Fone: (64) 99215-8544, josue.delmond@ueg.br.

<sup>2</sup> Professora, Doutora em Agronomia, Departamento de Agronomia, UEG, Quirinópolis, GO.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola, Universidade Estadual de Goiás – UEG, Santa Helena de Goiás, GO.

management practices were selected: Tanzânia grass pasture (TZ), organic soybean cultivation in fallow with grass and spontaneous vegetation (PZ), soybean cultivation (SJ), and a conservation area with native vegetation (MT). The experimental design was a split-plot scheme with three replicates, considering soil physical properties. Five soil layers were evaluated: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, and 40-50 cm. Measurements included penetration resistance (PR), soil moisture, field capacity, bulk density, microporosity, and macroporosity. Results showed that areas under crop rotation alone had higher PR values, exceeding 3,500 kPa, whereas areas combining crop rotation with pasture implementation exhibited lower PR values.

**KEYWORDS:** Soil Physical Degradation, Soil Management, Geostatistics.

## INTRODUÇÃO

Os solos em seu estado natural, sob vegetação nativa, apresentam características físicas do solo preservadas como: permeabilidade, estrutura, densidade e espaço poroso, que com o manejo agrícola e tráfego de máquinas sofre alterações físicas desfavoráveis ao sistema produtivo (ANDREOLA et al, 2000).

Devido a influência da compactação nas características morfológicas das plantas, estudos são realizados para orientar o manejo e prevenir perdas de produtividade nas culturas agrícolas (CARNEIRO et al., 2018). A compactação em solos agrícolas sujeitos à mecanização intensiva e frequentemente limita a produtividade das culturas (HAMZA & ANDERSON, 2005), especialmente sob condições de déficit hídrico (KLEIN & LIBARDI, 2000).

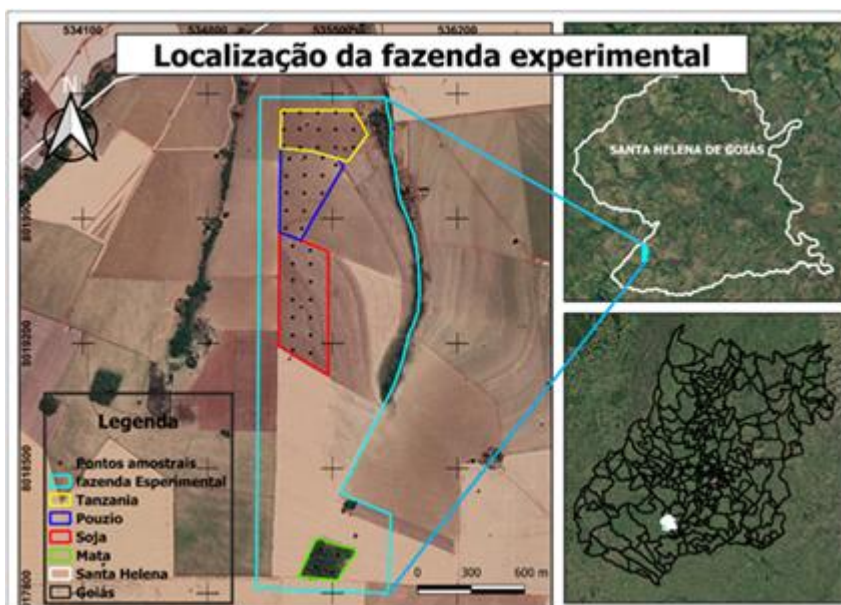
Algumas práticas de manejo do solo e das culturas provocam alterações nas propriedades físicas do solo, as quais podem ser permanentes ou temporárias (Karlen et al., 1997).

De acordo Lima (2004), estima-se que cerca de 68 milhões de hectares de terras agrícolas estão perdendo a sua qualidade física decorrente dos processos de compactação a que estão sendo expostas. Assim, a compactação se responsabiliza como grande causador da perda de desenvolvimento fisiológico da planta e um dos principais limitantes na obtenção de elevadas produtividades. Complementa Wagner, (2017) que as camadas compactadas têm sido um dos grandes limitantes para a elevação dos tetos produtivos, uma vez que limita a infiltração de água no solo, o desenvolvimento radicular e torna o solo mais suscetível a enxurradas em casos de fortes chuvas. Os objetivos do estudo foram identificar o manejo agrícola que apresenta maior degradação física do solo, evidenciar a relação entre os níveis de compactação nos diferentes

manejos do solo, avaliar a RP em diferentes camadas e produzir material que contribua para a prevenção da qualidade física do solo nas áreas estudadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido na Fazenda Panorama (Figura 1), município de Santa Helena de Goiás, localizada na região Sudoeste de Goiás, com altitude média de 640 metros. A região tem clima classificado como Aw (ALVARES et al., 2013), cuja precipitação anual está distribuída em duas estações bem definidas: estação seca ou inverno (maio-outubro) e chuvosa ou verão (novembro-abril), temperatura média 25 C°, de modo que a precipitação total atinge aproximadamente 1650 mm anuais. E avaliações laboratoriais no Laboratório na Universidade Estadual de Goiás.



**Figura1:** Mapa de localização e descrição das áreas experimentais Fazenda Panorama, município de Santa Helena de Goiás.

O experimento foi conduzido em quatro áreas: pastagem de Capim Tanzânia (TZ), cultivo de soja orgânica em pousio com capim e vegetação espontânea (PZ), cultivo de soja (SJ) e reserva com vegetação nativa (MT) (Figura 1). Todas as áreas estão certificadas no sistema orgânico de cultivo desde o ano de 2018.

Foi montado um delineamento experimental em parcelas subdivididas no esquema fatorial 4x3 com três repetições para as propriedades físicas do solo: umidade de saturação

(Usat), capacidade de campo (CC), densidade do solo (Ds), microporosidade (MiP), macroporosidade (MaP) e condutividade hidráulica (K).

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste de F a 5% de probabilidade e, quando foi observada variância significativa, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o estudo da resistência à penetração no solo (RP), foi montado um grid amostral regular de 1 ponto.ha<sup>-1</sup>, em cada ponto foi realizada leitura de 0 a 50 cm de profundidade utilizando Penetrográfo Falker PLG 1020 (FALKER 2018). O estudo da variabilidade espacial foi realizado utilizando o software QGIS com ferramenta para gerar a interpolação entre os pontos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância pelo teste de F indicou que as áreas (TZ, PZ, SJ, MT) apresentaram variações significativas para as variáveis: Usat, CC, Ds, MiP, MaP e K. Para as profundidades (0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm), somente a MiP e MaP apresentaram variação significativa.

As maiores médias de Usat foram observadas nas áreas PZ e MT enquanto os menores valores de Usat foram registrados nas áreas TZ e SJ. A área mata é uma referência de porosidade do solo; é desejável que os sistemas de manejo mantenham a porosidade do solo próximas à da mata.

Quanto a capacidade de campo o sistema PZ apresentou o maior valor em comparação às demais áreas, enquanto a área TZ apresentou o menor valor, próximo ao das áreas SJ e MT. A alta CC para o telhão em pousio se justifica por sua alta Usat e MiP, favorecendo grande potencial em armazenar água no solo. Entretanto, devido ao baixo valor de condutividade hidráulica, pode-se afirmar que o manejo adotado na área de pousio, como rotação de cultura envolvendo plantas com diferentes sistemas radiculares ao longo dos anos, foi favorável às propriedades físicas do solo.

**Tabela 1.** Resultado do teste Tukey para variáveis: umidade de saturação (Usat), capacidade de campo (CC), densidade do solo (Ds), microporosidade (MiP), macroporosidade (MaP) e condutividade hidráulica (K) em função de diferentes áreas (TZ: Pastagem Tanzânia; PZ: Pousio; SJ: Cultura de Soja; MT: Mata Nativa).

Área	Usat	CC MPa	Ds g cm <sup>-3</sup>	MiP	MaP	K cm/h
TZ	0,499 BA	0,345 BA	1,195 BA	0,412 A	0,158 B	0,016 B
PZ	0,516 A	0,385 A	1,178 B	0,453 A	0,123 B	0,026 B
SJ	0,458 B	0,320 B	1,256 A	0,402 A	0,146 B	0,038 BA
MT	0,524 A	0,302 B	1,151 B	0,347 B	0,239 A	0,096 A

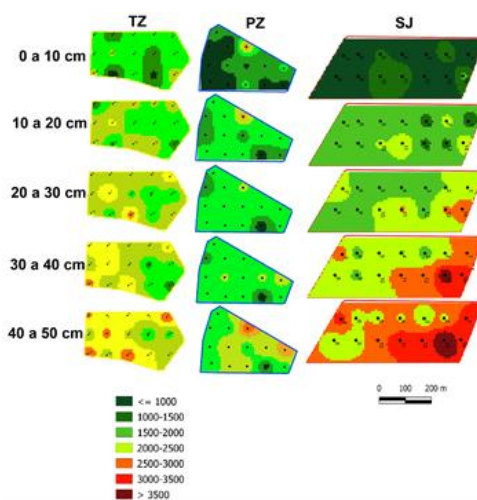
\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Macroporosidade (Tabela 1) apresenta seu maior valor apenas em MT, enquanto as demais áreas TZ, PZ e SJ apresentam valores menores de MaP. O alto valor para MaP na área MT se correlaciona com valores elevados também de Usat e K, indicando que a MaP está fortemente ligando à capacidade de absorção de água pelo solo. Complementando, MT apresenta valores mais baixos de capacidade de campo, Ds e MiP, caracterizando-a como uma área com alto potencial de infiltração e condutividade de água.

Condutividade Hidráulica (K) apresenta maior valor em MT e menores valores em TZ, PZ e SJ. Ela está fortemente relacionada à capacidade dos solos de reter água em seu perfil, o que comprova que a testemunha MT contribui significativamente para uma ótima estrutura física do solo, possuindo também alta capacidade de Usat e MaP.

Os valores máximos da resistência a penetração variam nas diferentes camadas. O valor máximo é observado na camada de 40-50 cm (1198 KPa), e valores mínimos ocorrem na camada de 0-10 cm (154 KPa).

Na análise da variabilidade espacial é possível observar que a presença de coloração regressiva divergente nas camadas na área de capim Tanzânia (Figura 2).



**Figura 2.** Mapa de Resistência a Penetração para diferentes camadas e áreas: pastagem de Campim Tanzânia (TZ), cultivo de soja orgânica em pousio com capim e vegetação espontânea (PZ), cultivo de soja (SJ).

Pastagem sob cultivo de capim Tanzânia vem sendo manejada sem revolvimento do solo há 8 anos. Assim, esta gleba chama atenção para uma análise mais crítica, devido à rotação de cultura realizada recentemente com uma forrageira que possui sistema radicular altamente agressivo ao solo, em comparação com as safras anteriores. Portanto, os altos valores encontrados neste talhão podem ser justificados pela porosidade e estrutura de canais radiculares que favorecem o perfilamento hídrico nos gradientes do solo, otimizando a nutrição da planta (Figura 2).

O manejo e/ou rotação das culturas, como tráfego de máquinas, pisoteio animal, sistema radicular, quantidade de matéria orgânica, entre outras variáveis, podem interferir diretamente nas características físicas do solo. São esses fatores que justificam baixos valores de RP nas camadas 00-50 cm na área de PZ. Os sistemas de manejo e rotação de cultura favorecerem a não ocorrência de altas resistências à penetração, o que justifica a alta Usat, CC, MiP e as baixas Ds e MaP (Figura 2).

## CONCLUSÕES

O uso e manejo do solo influenciam significativamente as propriedades físicas do solo: umidade de saturação (Usat), capacidade de campo (CC), densidade do solo (Ds), microporosidade (MiP), macroporosidade (MaP) e condutividade hidráulica (K). Por meio da geoestatística foi possível identificar a variabilidade e dependência espacial para os parâmetros de resistência a penetração em todas as áreas analisadas. O manejo de cultivo de soja apresentou menores valores de resistência na camada superficial em relação as demais áreas (TZ e PZ), no entanto, em profundidade foi que apresentou maiores valores de RP.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento a Universidade Estadual de Goiás – UEG pelo apoio oferecido para realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREOLA, f.; COSTA, L. M. ; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **R. Bras. Ci. Solo**, 24: p. 857-865, 2000.

CARNEIRO, K. A. A.; OLIVEIRA, F. P.; ARAÚJO, M. C. S. P.; FERNANDES, L. F.; ABRANTES, E. G.; VENDRUSCOLO, J. Influência da compactação do solo no crescimento de milho (zea mays l.) Em latossolo vermelho-amarelo. **ColloquiumAgrariae**, v. 14, n.4, p.88-98. Out-Dez. 2018.

HAMZA, M.A. & ANDERSON, W.K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. **Soil Till. Rev** 82; p. 121-145, 2005.

INAMASU, R. Agricultura de precisão – uma ferramenta ao alcance de todos. **EMBRAPA**. 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1494832/artigoagricultura-de-precisao--uma-ferramenta-ao-alcance-de-todos>. Acesso em: 02 de jan. 2023.

KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M.J.; DORAN, J.W.; CLINE, R.G.; HARRIS, R.F.; SCHUMMAN, G.E. Soil quality: A concept, definition and Framework for evaluation. **Soil Science Society of ociety of America Journal**, Madison, v. 61, p. 4-10, 1997.

KLEIN, V. A. & LIBARDI, P. L. A faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e a sua relação com a densidade do solo ao longo de um perfil de um Latossolo Roxo. **Revista Rural**, v.30 p.959-964, 2000.

LIMA, C. L. R.; PILLON, C. N.; LIMA, A. C. R. Qualidade Física do Solo: Indicadores Quantitativos. **Embrapa Clima Temperado**. Pelotas:, Doc, 196 p. 09-23. 2007

WAGNER, W. A. ; **Espacialização da compactação do solo e o efeito da escarificação mecânica sob a produtividade da cultura da soja**. Santa Maria, RS; p.11-44. 2017.