AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

Pedro Manoel Pinheiro (PIC), João Paulo Francisco. E-mail: jpfrancisco2@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

Agronomia/ Ciência do Solo

Palavras-chave: Arenito Caiuá. Densidade do solo; Geoestatística; Variabilidade espacial.

RESUMO

A formação geológica Arenito Caiuá, predominante no noroeste do Paraná, origina solos de textura média a arenosa, com baixa coesão estrutural e limitada retenção de água, o que torna o manejo conservacionista essencial à sustentabilidade produtiva. O trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física do solo em sistemas de semeadura direta (SSD) e preparo convencional (SPC) submetidos a diferentes lâminas de irrigação, por meio da Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS) e da densidade do solo, esta última analisada também por geoestatística (semivariogramas e krigagem). O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Maringá, Campus de Umuarama, em área com duas lâminas de irrigação (0 % e 100 % da evapotranspiração da ETc) e dois sistemas de manejo. A qualidade física do solo foi avaliada pela Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS) e pela densidade do solo, esta última submetida ainda à análise univariada e à técnicas de geoestatística (semivariogramas e krigagem). A VESS indicou melhor estrutura aparente sob preparo convencional (escores de 1,0 a 1,6) do que sob semeadura direta (acima de 2,8), em razão da intervenção mecânica recente e de caráter transitório. A irrigação a 100 % da ETc elevou significativamente a densidade do solo (1,56 g cm^{-3}) em relação à condição sem irrigação (1,45 g cm^{-3}), sem diferença significativa entre SSD (1,49 g cm^{-3}) e SSC (1,53 g cm^{-3}). A análise geoestatística revelou dependência espacial em todos os tratamentos, com predomínio do modelo esférico e alcances de 3,14 a 8,02 m. Conclui-se que a irrigação foi o principal fator de aumento da densidade do solo e que a melhoria estrutural do preparo convencional tende a ser temporária, reforçando a necessidade de monitoramento periódico em solos arenosos do Arenito Caiuá.

INTRODUÇÃO

A adoção de sistemas conservacionistas como a integração lavoura pecuária (ILP) e sistema de semeadura direta (SSD) é essencial para promover a melhoria da estrutura física e a estabilidade dos agregados do solo. Esses sistemas favorecem a agregação das partículas de argila por meio do aumento dos teores de matéria orgânica e atividade microbiana, que atuam como agentes cimentantes entre as partículas do solo. Além disso, o desenvolvimento radicular das plantas de

cobertura contribui para a formação de bioporos, os quais melhoram a aeração, drenagem e infiltração de água ao longo do perfil. Em cultivos sucessivos, tais práticas conservacionistas tendem a aumentar a resiliência estrutural dos solos arenosos, reduzindo a compactação superficial e potencializando o armazenamento hídrico e o desenvolvimento radicular das culturas (Vanolli *et al.*, 2025). O trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física do solo em sistemas de semeadura direta (SSD) e preparo convencional (SPC) submetidos a diferentes lâminas de irrigação, por meio da Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS) e da densidade do solo, esta última analisada também por geoestatística (semivariogramas e krigagem).

MATERIAIS E MÉTODOS

A área destinada ao desenvolvimento do projeto de pesquisa está localizada na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama, noroeste do Estado do Paraná e situado às coordenadas geográficas 23º44´S de latitude e 53º17´W de longitude, com altitude de 403 m. Para a condução do experimento, a área foi dividida em duas parcelas adjacentes que compartilham as mesmas características físicas. Uma delas correspondeu a um sistema de semeadura direta (SSD) consolidado, em operação contínua há cinco anos; a outra foi submetida ao preparo convencional do solo, com o objetivo de implantar um novo sistema de semeadura direta, essa área aqui chamada de sistema de preparo convencional (SPC).

A avaliação da estrutura do solo foi feita pelo método da Avaliação visual da estrutura do solo (VESS), coletando monólitos em cada sistema de semeadura e considerando área irrigada e sem irrigação.

Foram determinadas as densidades do solo em áreas com manejo de irrigação (100% ETc) e sem irrigação (0% ETc) e dois sistemas de manejo (SSD e SPC). As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey ($p<0,05$) considerando esquema fatorial com 4 tratamentos, com 36 pontos de coleta, dispostos em blocos casualisados. Em cada parcela experimental (12 × 12 m), foram definidos grids de 2 × 2 m, totalizando 36 pontos de amostragem por tratamento. As amostras indeformadas foram coletadas no centro de cada grid, na profundidade entre 3 - 8 cm, utilizando anéis volumétricos de 5 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura. Após a coleta, as amostras foram secadas em estufa a 105 °C por 24 h e posteriormente pesadas para determinação da densidade do solo, conforme o método do anel volumétrico. Os dados de densidade do solo foram analisados sob a abordagem de modelos geoestatísticos sob o paradigma frequentista da estatística, usando o pacote GeoR do software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os scores médios obtidos para cada variável do VESS nos tratamentos que foram avaliados, considerando os dois sistemas de manejo e os dois níveis de irrigação. A avaliação visual da estrutura do solo (VESS) revelou diferenças entre os tratamentos avaliados (Figura 1). Os menores scores, que representam solos com melhor qualidade física, foram observados nos tratamentos

SSC sem irrigação (1,0) e SSC irrigado (1,6), enquanto os tratamentos sob semeadura direta apresentaram score superior a 2,8 independente da lâmina aplicada. Esse resultado, embora contraditórios frente aos benefícios do plantio direto consolidado em solos arenosos, se deve pelo histórico recente da área que passou pelo processo de aração, subsolagem e posteriormente nivelamento, rompendo mecanicamente as camadas adensadas, o que resultou em estrutura visualmente solta e porosa no momento da avaliação (Guimarães et al., 2013).

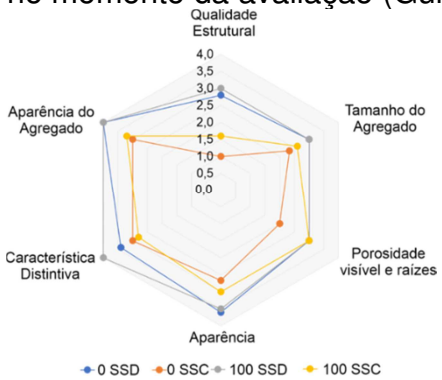


Figura 1 – Avaliação visual da estrutura do solo (VESS) nos tratamentos avaliados.

A área irrigada com 100 % da ETc resultou em maiores scores do VESS nos dois sistemas de manejo de 2,8 para 3,0 no SSD e de 1,0 para 1,6 no SPC, sugerindo que o umedecimento constante do solo, somado com a passagem de equipamentos e pessoas durante a irrigação, potencializou o processo de adensamento superficial

A Figura 3 apresenta os mapas de krigagem da densidade do solo para os quatro tratamentos avaliados, que foram gerados a partir dos parâmetros dos semivariogramas ajustados das 36 amostras coletadas em cada parcela experimental.

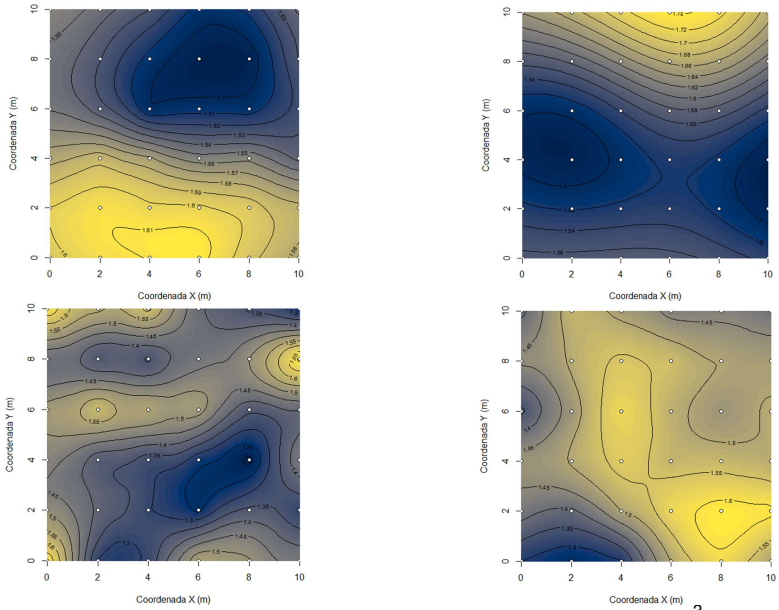


Figura 2 – Mapas de krigagem da densidade do solo (ds, g cm^{-3}) obtidos por interpolação geoestatística para os tratamentos: (A) SSD – Irrigado; (B) SPC – Irrigado; (C) SSD – Sem irrigação; (D) SPC – Sem irrigação.

O tratamento SSD irrigado (3A) apresentou valores de densidade em sua maioria menor em grande parte da área, com uma zona de maior adensamento na parte médio-inferior da área do mapa. Esse comportamento pode estar associado a uma maior estabilidade estrutural presente em um sistema de semeadura direta consolidado, que favorece a formação e manutenção de macroporos estáveis dentro do perfil do solo, reduzindo valores médios de densidade mesmo em condições de irrigação (Mihu *et al.*, 2025). O tratamento SSC irrigado (3B) demonstra padrão espacial com valores médios mais elevados de densidade ocupando grande parte da parcela, especialmente nas partes mais superiores ocupando grande parte da parcela, resultado coerente aos que foram observados para este tratamento na analise fatorial já que este possui maior susceptibilidade a compactação associada ao preparo convencional. Os tratamentos sem irrigação (Figuras 3C e 3D), apresentaram maior variabilidade espacial interna, com uma alternância bem perceptível entre zonas que tiveram maior e menor densidade distribuídas de forma heterogênea ao longo das parcelas. Esse comportamento pode estar atribuído a maior irregularidade no preparo do solo e a ausência do efeito redistributivo que a lâmina de água possui, já que em sistemas irrigados a tendencia é que a pressão exercida sobre a superfície do solo aconteça ao longo do ciclo produtivo, contribuindo para uma maior homogeneidade.

CONCLUSÕES

A irrigação a 100% da ETc foi o principal fator no aumento da densidade do solo, sem diferença entre SSD e preparo convencional; a melhor estrutura observada no preparo convencional é transitória, decorrente da intervenção mecânica recente, e a densidade apresentou dependência espacial em todos os tratamentos, com predomínio do modelo esférico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Fundação Araucária e Universidade Estadual de Maringá.

REFERÊNCIAS

MIHU, G.; AOSTĂCIOAEI, T.G.; GHELBERE, C.; CALISTRU, A.; TOPA, D.; JUTAREANU, G. Exploring Soil Hydro-Physical Improvements Under No-Tillage: A Sustainable Approach for Soil Health. **Agriculture**, v.15, n.9, p.981-989. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture15090981

VANOLLI, B.; DIAS, H.B.; LUZ, F.B.; LAMPARELLI, R.; MAGALHAES, P.S.; CHERUBIN, M.R. Crop–Livestock Integrated Systems Improve Soil Health in Tropical Sandy Soils. **Agronomy,** v.15, n2, p.378-395. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy15020378