

VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB DIFERENTES USO E MANEJO

LUAN PÚBLIO RODRIGUES DE PAULA¹, ELIVÂNIA MARIA SOUSA NASCIMENTO², PEDRO HENRIQUE ASSIS DOMINGUES³, DIEGO KENJI MIYAHIRA WATANABE TEIXEIRA⁴, AILA RIOS DE SOUZA⁵, MARISE CONCEIÇÃO MARQUES⁶

¹ Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Ituiutaba/MG, luan1594991@discente.uemg.br.

² Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Ituiutaba/MG, elivania.nascimento@uemg.br.

³ Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Ituiutaba/MG, pedro1598760@discente.uemg.br.

⁴ Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Ituiutaba/MG, diego1595079@discente.uemg.br.

⁵ Mestre em Agronomia, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Ituiutaba/MG, aila.souza@uemg.br.

⁶ Doutora em Agronomia, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Ituiutaba/MG, marise.marques@uemg.br

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: O estudo da variabilidade espacial por meio dos atributos físicos do solo é de fundamental importância na avaliação dos sistemas de manejo. O objetivo deste trabalho foi de estudar a variabilidade espacial dos atributos físicos do solo sob diferentes uso e manejo. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Ituiutaba-MG. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, constituídos dos tratamentos: área com cobertura vegetal (T1), área sistema convencional (T2) e área com cultivo mínimo (T3). Delimitou-se uma malha regular, intervalos regulares de 2,0 m, onde foram demarcados 48 pontos georreferenciados, sendo coletada uma amostra de solo por ponto na camada de 0-0,20 m. A variabilidade espacial dos atributos físicos do solo: densidade do solo (DS), umidade do solo (US) e resistência do solo (RMSP) foi avaliada por meio da estatística descritiva dos dados e de técnicas de geoestatística. Não foi possível ajustar um modelo aos semivariogramas experimentais para DS (área com cobertura vegetal), US (área de cobertura vegetal e cultivo mínimo) e RMSP (área sistema convencional e cultivo mínimo) apresentando EPP. O uso da geoestatística no estudo da variabilidade espacial do solo foi fundamental para indicar alternativas de uso e manejo do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Geoestatística, sistema de cultivo, semivariogramas.

VARIABILITY OF SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES UNDER DIFFERENT USE AND MANAGEMENT

ABSTRACT: The study of spatial variability through the physical attributes of the soil is of fundamental importance in the evaluation of management systems. The objective of this work was to study the spatial variability of soil physical attributes under different uses and management. The experiment was conducted at the Experimental Farm of the State University of Minas Gerais (UEMG), Ituiutaba-MG. The design used was completely randomized, consisted of the treatments: area with vegetation cover (T1), conventional area (T2) and minimum tillage area (T3). A regular grid was delimited, with regular intervals of 2.0 m, where 48 georeferenced points were demarcated, and a soil sample was collected per point in

the 0-0.20 m layer. The spatial variability of soil physical indicators: bulk density (DS), soil moisture (US) and soil resistance (RMSP) was evaluated using descriptive statistics of the data and geostatistical techniques. It was not possible to adjust a theoretical model to the experimental semivariograms for DS (covered area), US (covered and minimum tillage area) and RMSP (conventional and minimum tillage area) showing EPP, indicating in these areas that the spatial distribution of these variables were random. The use of geostatistics in the study of soil spatial variability was essential to indicate alternatives for soil use and management.

KEYWORDS: Geostatistics, cropping systems, semivariograms.

INTRODUÇÃO: O estudo da variabilidade espacial por meio dos atributos físicos do solo é de fundamental importância na avaliação dos sistemas de manejo, podendo ser usado como indicadores de processos de degradação e de recuperação de uma determinada área. Dentre os atributos, a densidade do solo, a umidade do solo e a resistência do solo à penetração têm sido priorizadas para avaliar os sistemas de uso e manejo do solo, por estarem diretamente relacionados ao crescimento das plantas (LIMA et al., 2007). Os sistemas de uso e manejo alteram os atributos físicos do solo, favorecendo o processo de erosão e degradação. Por outro lado, a boa qualidade dos atributos físicos propicia condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das culturas (DORAN; PARKIN, 1994). O uso da geoestatística no estudo da variabilidade espacial do solo é fundamental em áreas onde o mesmo está submetido a diferentes uso e manejo, podendo indicar alternativas adequadas de manejo, como forma de reduzir os efeitos da variabilidade do solo sobre a produtividade agrícola. O objetivo geral deste trabalho é o de estudar a variabilidade espacial dos atributos físicos do solo sob diferentes uso e manejo por meio do uso da geoestatística.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental (FAEXP), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), km 762, BR 365, Ituiutaba-MG, coordenadas geográficas 18°57' 03" S e 49°31'31" W a 560 m de altitude. O solo da área é classificado como latossolo roxo (EMBRAPA, 2018). O clima da região é classificado como Aw que apresenta clima tropical quente em todas as estações do ano, com inverno seco. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), constituído dos tratamentos de três áreas amostrais adjacentes e homogêneas, sendo: área com cobertura vegetal (T1 - milho solteiro, soja solteiro, milho-braquiária, soja-braquiária; T2 - área de sistema convencional com cultivo de milho e T3 - área de cultivo mínimo com café irrigado. Foi delimitado uma malha regular, com intervalos regulares de 2,0 m, onde foram demarcados 48 pontos georreferenciados (8 x 30), sendo coletada uma amostra de solo por ponto na camada de 0-0,20 m. A escolha dessa camada deve-se ao fato da presença de um maior volume do sistema radicular e as maiores alterações nos atributos físicos em solos cultivados ocorrerem nessa profundidade (SILVA et al., 2015). Os atributos avaliados foram densidade do solo (DS), umidade do solo (US) e resistência mecânica do solo à penetração (RMSP). Para a avaliação dos atributos físicos utilizou-se a metodologia proposta pela Embrapa (2017). A resistência mecânica do solo à penetração foi determinada por meio de um penetrômetro de impacto, onde foram feitas medidas até a profundidade de 0,20 m. A variabilidade espacial dos indicadores físicos do solo foi avaliada por meio da estatística descritiva dos dados e de técnicas de geoestatística. Para a verificação da dependência espacial utilizou-se a geoestatística, na qual foram construídos variogramas partindo das pressuposições de estacionaridade da hipótese e do cálculo da semivariância estimada (Eq. 1).

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

Em que: N(h) é o número de pares experimentais de observações Z(x_i) e Z(x_i + h) separados por uma distância h. O variograma é representado pelo gráfico $\gamma^*(h)$ versus h. O índice de dependência espacial (IDE), que é a proporção em porcentagem do efeito pepita (C_o) em relação ao patamar (C_o + C) foi calculado conforme Cambardella et al. (1994) que considera dependência forte (<25%), dependência moderada (25 a 75%) e dependência fraca (>75 %). As análises geoestatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico Gamma Software 10 (GS+ 10).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O maior valor de DS foi obtido na área convencional, o que se deve ao efeito cumulativo do tráfego de máquinas e da ausência de mobilização mecânica do solo corroborando com os relatados por outros pesquisadores como limitantes ou com potencial de causar danos ao crescimento radicular, e conseqüentemente ao pleno desenvolvimento das culturas. Borges et al. (1997), trabalhando em Latossolo Vermelho, observaram que valores de DS acima de 1,62 kg dm⁻³, apresentavam impedimento parcial ao crescimento radicular. O menor valor de US foi obtido na área com cobertura vegetal, conseqüente, a RMSP foi maior nessa área, esse resultado pode estar associado ao sistema radicular da braquiária, que é bastante denso, presente nessa área, preenchendo grande parte dos macroporos, aumentando a rigidez do solo. As variáveis não apresentaram altos valores para os coeficientes de assimetria e curtose, a distribuição dos dados foi considerada próxima à distribuição normal e a análise geoestatística foi realizada.

TABELA 1. Estatística descritiva para a densidade do solo (DS em g/cm³), umidade do solo (US em %) e resistência do solo (RMSP em kPa), camada de 0-0,20 m.

Variáveis	Média	Desvio padrão	Variância	Valor máximo	Valor mínimo	CV (%)	Assimetria	Curtose	SW*
T1 – Cobertura vegetal									
DS	1,62	0,06	0,004	1,73	1,50	3,70	-0,18	-0,79	Sim
US	13,71	1,00	1,014	18,41	12,34	7,29	1,06	1,24	Sim
RMSP	1,17	0,27	0,074	1,58	0,56	23,07	-0,44	-0,28	Sim
T2 – Sistema convencional									
DS	1,68	0,05	0,003	1,80	1,60	2,97	0,27	-0,66	Sim
US	15,88	2,43	5,930	19,12	12,09	15,30	-0,37	-1,31	Sim
RMSP	1,08	0,17	0,030	1,33	0,80	15,74	-0,12	-1,28	Sim
T3 – Cultivo mínimo									
DS	1,61	0,08	0,007	1,80	1,48	4,96	0,51	-0,42	Sim
US	18,03	2,78	7,746	23,08	11,86	15,41	-0,40	0,01	Sim
RMSP	0,46	0,12	0,014	0,76	0,27	26,08	0,58	0,24	Sim

^{NS}: não significativo (p>0,05); *: significativo (p<0,05); **: significativo (p<0,01); C.V: coeficiente de variação.

* teste de normalidade a 1% de probabilidade.

Não foi possível ajustar um modelo teórico aos semivariogramas experimentais para a DS (cobertura vegetal), US (cobertura vegetal e cultivo mínimo) e RMSP (sistema convencional e cultivo mínimo) apresentando EPP, indicando nestas áreas que a distribuição espacial dessas variáveis foram aleatórias e as amostras com distância de 2 m são independentes (Tabela 2). O EEP constitui-se a medida importante do semivariograma, indicando a variabilidade não explicada, que pode ocorrer devido a erros de medida e microvariações não detectadas, considerando a distância de amostragem utilizada (CAMBARDELLA et al., 1994). Observou-

se que por meio da análise dos semivariogramas, a DS apresentou IDE moderado (sistema convencional e cultivo mínimo); fraco para RMSP (cobertura vegetal) e US (convencional). O alcance foi de 1,51 m para RMSP (área com cobertura), 20,99 m para DS (convencional e cultivo mínimo) e 3,22 m para a US (convencional), representando a distância na qual não há correlação espacial entre os pontos de uma mesma variável.

TABELA 2. Modelos e parâmetros estimados aos semivariogramas para (DS em g/cm³), umidade do solo (US em %) e resistência do solo (RMSP em kPa), camada de 0-0,20 m.

Variáveis	Modelo	Co	Co + C	A (m)	IDE (%)	R ² (%)
T1 – Área com cobertura vegetal						
DS	EPP	-	-	-	-	-
US	EPP	-	-	-	-	-
RMSP	Exponencial	0,0001	0,081	1,51	99	31
T2 – Área convencional						
DS	Exponencial	0,002	0,005	20,99	50	47
US	Esférico	0,01	5,94	3,22	99	19
RMSP	EEP	-	-	-	-	-
T3 – Área irrigada						
DS	Esférico	0,005	0,012	20,99	58	89
US	EPP	-	-	-	-	-
RMSP	EPP	-	-	-	-	-

EEP: efeito pepita; C0+C1: patamar; A: alcance da dependência espacial (m); IDE: índice de dependência espacial e R²: coeficiente de determinação múltipla do ajuste.

CONCLUSÕES: : A DS foi maior na área convencional, o que se deve ao efeito cumulativo do tráfego de máquinas. A maioria dos atributos avaliados não ajustou-se a um modelo de semivariograma.

AGRADECIMENTOS: A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMG) pela concessão da bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- BORGES, E. N. et al. Gesso e matéria seca vegetal na floculação de argila e na produção de soja em um latossolo vermelho-escuro com camada subsuperficial compactação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, n.1, p.125-130, 1997.
- CAMBARDELLA, C. A. et al. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of American Journal*, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994.
- DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W., (Eds.) *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: Soil Science Society of America; 1994. p.1-20.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos e análise de solo. Embrapa Solos, 3^a ed. ver. e. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5^a ed. rev. e. ampl. Brasília: Embrapa, 2018. 356p.
- LIMA, C. G. R. et al. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, n.6, p.1233-1244, 2007.
- SILVA, G. F. da. et al. Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do agreste paraibano. *Revista Caatinga*, v.28, n.3, p.25-35, 2015.