



Variabilidade espacial da densidade do solo de um Latossolo sob cafeicultura na região do cerrado mineiro

Danilo Ferreira Mendes¹ (dannilomendes@hotmail.com), Cinara Xavier de Almeida¹, Ricardo Falqueto Jorge¹, Stella Rabello Rocha¹, Luana Karolina Pena²

¹Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais - ICIAG, Monte Carmelo - MG; Universidade Federal de Uberlândia; ²Universidade Federal de Viçosa – UFV

RESUMO: A densidade do solo é um importante atributo do solo que pode limitar a produtividade das lavouras cafeeiras. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a variabilidade espacial da densidade do solo de um LATOSSOLO VERMELHO argiloso. O estudo foi realizado na Fazenda Juliana, município de Monte Carmelo – MG, em uma área de 14 hectares de *Coffea arabica*. Foram coletadas amostras indeformadas de solo nas camadas de 0 a 0,1 m e 0,1 a 0,2 m distribuídas em 112 pontos georreferenciados distanciados em 25 x 50 m. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva e para quantificação do grau de dependência espacial submetidos à ferramentas geoestatísticas. Os valores de densidade do solo variaram de 1,14 e 1,37 g cm⁻³ nas camadas de 0 – 0,1 e 0,1 – 0,2 m; respectivamente apresentaram dependência espacial forte e moderada. Assim, esses resultados indicam que para o atributo densidade do solo o uso da geoestatística e dos mapas gerados são ferramentas com acurácia, sendo possível avaliar a qualidade física dos solos agrícolas.

Palavras-chave: física do solo, dependência espacial, agricultura de precisão.

INTRODUÇÃO

A densidade do solo é definida como a massa por unidade de volume de solo seco. Esse volume inclui tanto partículas sólidas como o seu espaço poroso (BRADY; WEIL, 2013), dessa forma, a compactação gera uma diminuição no volume de solo, acarretando um rearranjo estrutural e alterando a densidade do solo.

Em relação à variabilidade espacial dos atributos do solo é necessário o uso de técnicas da geoestatística, que permite o processamento e a integração dos dados, de forma a modelar as variáveis que melhor explicam a variabilidade dos mesmos.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi estudar a variabilidade espacial da densidade do solo sob lavoura de café arábica na região do Cerrado Mineiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área agrícola de cafeeiro, na fazenda Juliana próximo às coordenadas 18° 42' 28,9" S e 47° 33' 27,0" W, em um LATOSSOLO VERMELHO argiloso (EMBRAPA, 2018). A área experimental possuía 14 hectares, sendo cultivada com cafeeiro arábica nos últimos anos. Em janeiro de 2013 a lavoura foi renovada com plantio de café no espaçamento de 3,8 x 0,7 m. A malha de amostragem foi formada por 112 pontos georreferenciados distanciados de 25 x 50 m,



onde foram retiradas amostras de solo indeformadas nas camadas de 0 a 0,1 m e de 0,1 a 0,2 m no período de janeiro de 2019.

Foram coletadas amostras indeformadas de solo, com cilindros de aproximadamente 0,03 m de altura e 0,048 m de diâmetro ($53,16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$) e a análise da densidade do solo realizada conforme Embrapa (2011). Os dados foram submetidos à análise descritiva visando caracterizar o comportamento geral do atributo como valores de média, mínimos, máximos, coeficiente de variação, assimetria, curtose e variância. Em seguida, a quantificação do grau de dependência espacial foi realizada através de ferramentas geoestatísticas utilizando-se o *software* GS+. As semivariâncias amostrais foram calculadas conforme a equação:

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

Sendo: $n(h)$: número de pares amostrais $[z(x_i); z(x_i + h)]$ separados pelo vetor h ; $z(x_i)$ e $z(x_i + h)$: valores numéricos observados do atributo analisado para dois pontos x_i e $x_i + h$ separados pelo vetor h .

Para o cálculo do índice de dependência espacial (IDE) foi utilizada a relação $Co/Co+C$ e os intervalos propostos por Cambardella (1994), que considera os limites de dependência: forte ($IDE < 25\%$), moderada ($25\% \leq IDE \leq 75\%$), fraca ($75 < IDE < 100\%$) e independente ($IDE = 100\%$). O IDE é dado pela equação:

$$IDE = (Co / Co + C) \times 100 \quad (2)$$

Sendo: IDE: índice de dependência espacial; Co: efeito pepita; Co + C: patamar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatística descritiva para a variável densidade do solo é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva da densidade do solo em cafeeiro. Fazenda Juliana, Monte Carmelo, MG, 2019.

Camada	X	MAX	MIN	AP	VAR	CV	AS	CS
0-0,1m	1,28	1,48	0,99	0,48	0,0083	11,78	-0,37	-0,026
0,1-0,2m	1,27	1,46	1,03	0,43	0,0092	7,55	-0,43	-0,413

* X = média; Max = máximo; Mín = mínimo; AP = amplitude; VAR = variância, CV= coeficiente de variação; AS = assimetria; CS = curtose.

Os valores da estatística descritiva em ambas as camadas, foram próximos entre si, porém, demonstraram certa assimetria à direita na distribuição dos valores; em ambas as camadas os valores de assimetria foram negativos, nesses casos, observa-se que a mediana é maior que a média, mostrando tendência para a concentração de valores maiores que esses. Os coeficientes de assimetria e curtose indicam que a variável está próxima à distribuição normal, ou seja, coeficientes próximos à zero.

Os dados apresentaram coeficiente de variação baixo, com valor médio de 9,66% (Tabela 1), seguindo os limites propostos por Warrick e Nielsen (1980). Isso indica uma ótima precisão e uma baixa dispersão dos dados.

Simpósio de Ciências Agrárias e Ambientais 2019

A Tabela 2 indica que o semivariograma ajustado foi o Spherical e Exponencial para as camadas 0-0,10 m e 0,1-0,2 m, respectivamente. Pode-se observar pelos resultados obtidos na Tabela 2 que a camada superficial apresentou grau de dependência espacial moderada e forte para a camada inferior de acordo com a classificação de Cambardella et al. (1994), sendo que um maior grau de dependência espacial indica que as variações aleatórias foram menos importantes que a variação espacial da área em estudo.

Tabela 2. Parâmetros estimados dos modelos ajustados aos semivariogramas para densidade do solo em cafeeiro. Fazenda Juliana, Monte Carmelo, MG, 2019.

Parâmetros						
Camada	Modelo	Co	Co+C1	Co/(Co+C1) ²	a	r ²
0-0,1 m	Spherical	0,0044	0,0089	49,43	218,00	0,581
0,1-0,2m	Exponencial	0,0015	0,0089	16,85	13,00	0,004

Co = efeito pepita; Co+C1= patamar; Co/(Co+C1)²= grau de dependência espacial em porcentagem, sendo classificado em: <25% = forte; entre 25 e 75 % = moderada e > 75% = fraca (Cambardella et al, 1994); a = alcance.

De acordo com os autores Carvalho et al.(2013) ao trabalharem com o atributo densidade do solo na cultura do café encontraram variação de 1 a 1,16 g cm⁻³, valores semelhantes aos encontrados neste estudo. Porém é importante ressaltar a variação desse atributo com a mudança de textura de cada solo, o relevo da área bem como o manejo adotado pelo produtor.

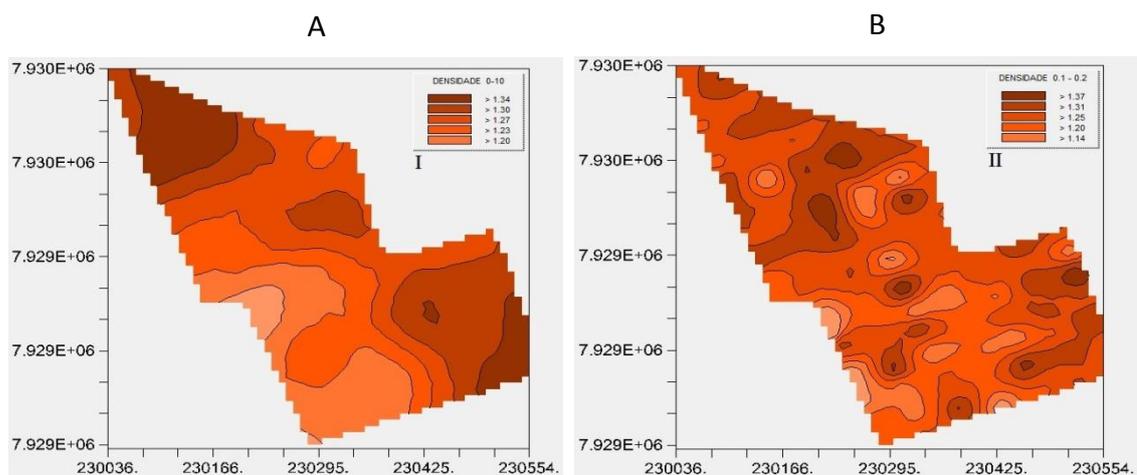


Figura 1. (A) Mapa de distribuição espacial da densidade do solo na camada de 0-0,1m. (B) Mapa de distribuição espacial da densidade do solo na camada de 0,1 – 0,2m; ambos são resultantes da krigagem ordinária. Fazenda Juliana, Monte Carmelo, MG, 2019.



CONCLUSÕES

De acordo com a análise da variabilidade espacial da densidade do solo constatou-se que o uso da geoestatística e dos mapas são ferramentas com acurácia e úteis para auxiliar na tomada de decisões relacionadas ao manejo do solo, em áreas com cultivo de cafeeiro, visando, sobretudo, a sustentabilidade dos solos agrícolas.

A área em estudo apresentou diferentes zonas de manejo e variabilidade espacial com grau de dependência espacial forte na camada inferior e moderada na camada superior, demonstrando dessa forma que a densidade do solo ao longo da área não tem comportamento aleatório.

REFERÊNCIAS

- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3 Ed. Porto Alegre: Ed. Proto Alegre: Bookman, 2013. 686 p.
- CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F. & KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58: 1501-1511, 1994
- CARVALHO, Luis Carlos Cirilo et al. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo e características agronômicas da cultura do café. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p.265-275, set. 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2018. 356 p.
- WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Applications of Soil Physics**. New York: Academic, 1980.