

VARIABILIDADE ESPACIAL DA DENSIDADE DE UM LATOSSOLO SOB CAFEICULTURA NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO

Danilo Ferreira Mendes¹, Juliano Marques Pinto², Cinara Xavier de Almeida³, Ricardo Falqueto Jorge⁴

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 analisar a variabilidade espacial da densidade 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 arábica*. Foram coletadas amostras indeformadas de solo nas camadas de 0 a 0,1 m e 0,1 a 0,2 m distribuídas em 61 pontos distanciados 50 x 50 m. Os dados foram submetidos à análise descritiva e para quantificação do grau de dependência espacial submetidos à ferramentas geoestatísticas. Os valores de densidade do solo variaram de 1,09 e 1,38 g cm⁻³ nas camadas de 0 – 0,1 e 0,1 – 0,2 m, sendo que esta última apresentou maior porção de área com valores maiores de densidade. Assim, esses resultados indicam que para o atributo densidade do solo o uso da geoestatística e dos mapas gerados podem ser ferramentas úteis para auxiliar o produtor na tomada de decisões relacionadas ao manejo do solo em áreas com cultivo de cafeeiro.

PALAVRAS-CHAVE: física do solo, geoestatística, café.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da qualidade física do solo é de suma importância para altas produtividades, de tal modo que influencia diretamente nas práticas agrícolas e no próprio desenvolvimento da cultura quando se trata especialmente de culturas perenes onde o crescimento do sistema radicular afeta a absorção de nutrientes e de água.

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 solos compactados ocorre alteração da estrutura e, conseqüentemente, decréscimo da porosidade, da macroporosidade, da disponibilidade de água e nutrientes e da difusão de gases no solo (TAYLOR; BRAR, 1991), ou seja, tudo que interfere na disposição das partículas refletirá também nos valores de densidade.

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.

¹Discente do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Monte Carmelo dannilomendes@hotmail.com
fone: (34) 999420273

² Discente do curso de Agronomia /Universidade Federal de Uberlândia– *Campus* Monte Carmelo julianomarques@yahoo.com.br

³ Docente do Curso de Agronomia /Universidade Federal de Uberlândia– *Campus* Monte Carmelo cinara@ufu.br

⁴Docente do Curso de Agronomia /Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Monte Carmelo falqueto@ufu.br.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área agrícola de cafeeiro, próximo às coordenadas 18° 42' 28.9" S e 47° 33' 27.0" W, em um LATOSSOLO VERMELHO argiloso (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2013). 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 pontos distanciados de 50 x 50 m, o que totalizou 61 pontos amostrados em dezembro de 2015, nas camadas de 0 a 0,1 m e de 0,1 a 0,2 m.

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 realizada conforme Embrapa (2011).

Os dados foram submetidos à análise descritiva visando caracterizar o comportamento geral dos atributos 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:

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

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 .

O semivariograma foi representado pelo gráfico de $\gamma(h)$ versus h , e seus parâmetros (C_0 , a , $C_0 + C$) estimados pelo método a sentimento. Para construção dos mapas utilizou-se o método de interpolação krigagem para variáveis que apresentaram dependência espacial e o inverso do quadrado da distância para as demais.

Para o cálculo do índice de dependência espacial (IDE) foi utilizada a relação $C_0 / C_0 + C$ e os intervalos propostos por Cambardella (1994), que considera os limites de dependência: forte ($\text{IDE} < 25\%$), moderada ($25\% \leq \text{IDE} \leq 75\%$), fraca ($75 < \text{IDE} < 100\%$) e independente ($\text{IDE} = 100\%$). O IDE é dado pela equação:

$$\text{IDE} = \frac{C_0}{C_0 + C} \times 100$$

Sendo: IDE: índice de dependência espacial; C_0 : efeito pepita; $C_0 + C$: patamar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

Tabela 1 - Estatística descritiva para densidade do solo em cafeeiro. Fazenda Juliana, Monte Carmelo, MG, 2016.

Camada	X	MAX	MIN	AP	VR	CV	AS	CS
0-0,1m	1,23	1,42	1,04	0,38	0,005	6,07	-0,13	0,039
0,1-0,2m	1,23	1,37	1,05	0,31	0,006	6,40	-0,21	-0,60

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

Pode-se observar pelos resultados obtidos na Tabela 1 que nas duas camadas avaliadas (0- 0,1 e 0,1 a 0,2 m) o atributo densidade apresentou grau de dependência espacial forte de acordo com a classificação de Cambardella et al. (1994), deixando claro que um maior grau de dependência espacial indica que as variações aleatórias foram menos importantes que a variação espacial da área em estudo.

Os dados apresentaram coeficiente de variação baixo, com valor médio de 6,2% (Tabela 1), seguindo os limites propostos por Warrick e Nielsen (1980). Isso indica uma ótima precisão e uma baixa dispersão dos dados.

Os coeficientes de assimetria e curtose indicam que a variável está próxima à distribuição normal, ou seja, coeficientes próximos à zero (Tabela 1). Em ambas as camadas os valores de assimetria foram negativos, nesses casos, observou-se que a mediana é maior que a média, mostrando tendência para a concentração de valores maiores que esses.

A Tabela 2 indica que o semivariograma ajustado foi o Exponencial e o Spherical para as camadas 0-0,10 m e 0,1-0,2 m, respectivamente.

Para densidade do solo o modelo ajustado foi o Exponencial para a camada de mais superficial do solo e o Esférico para a camada subsuperficial (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros estimados dos modelos ajustados aos semivariogramas para densidade do solo em cafeeiro. Fazenda Juliana, Monte Carmelo, MG, 2016.

Parâmetros						
Camada	Modelo	Co	Co+C1	Co/(Co+C1) ²	a	r ²
0-0,1 m	Exponencial	0,00101	0,00637	15,85	43,00	0,640
0,1-0,2m	Spherical	0,00116	0,00641	18,1	159,10	0,969

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.

Os mapas de distribuição espacial da densidade do solo nas camadas de 0-0,10 m e 0,1-0,2 m são apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente. De modo geral, nota-se que os valores de densidade variaram entre 1,09 e 1,38 g cm⁻³ em ambas as camadas. Na camada de 0,1 a 0,2 m pode-se observar maior porção de área com valores de densidade mais elevados (Figura 2).

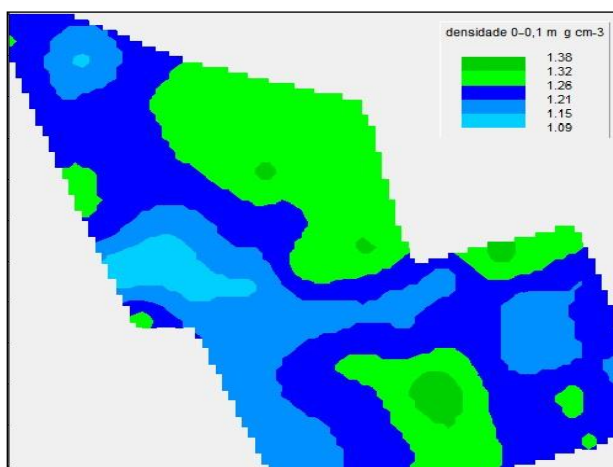


Figura 1- Mapa de distribuição espacial de densidade do solo na camada de 0 – 0,1 m resultante da krigagem ordinária. Fazenda Juliana, Monte Carmelo, MG, 2016.

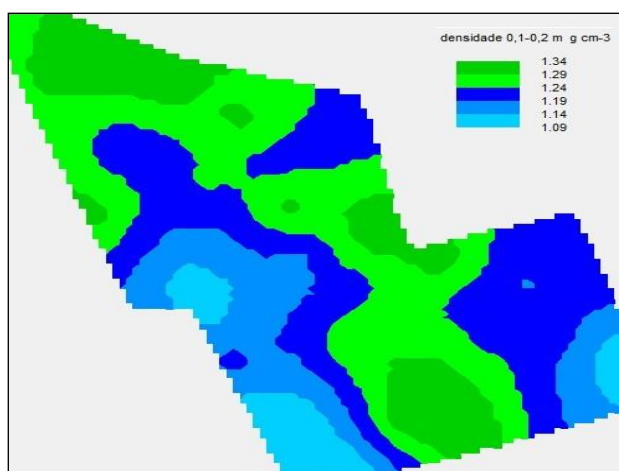


Figura 2- Mapa de distribuição espacial de densidade do solo na camada de 0,1 – 0,2 m resultante da krigagem ordinária. Fazenda Juliana, Monte Carmelo, MG, 2016.

Como os resultados obtidos neste trabalho indicam a existência de variabilidade espacial do atributo densidade na área estudada, recomenda-se a divisão da lavoura cafeeira em zonas para que cada região receba a prática de manejo necessária, como a descompactação do solo, por exemplo, em um momento de renovação da lavoura. Dessa forma, o produtor irá melhorar as condições físicas do solo proporcionando melhor disponibilidade de água e nutrientes para as plantas o que certamente refletirá na produtividade de grãos.

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 1,1,6 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.

CONCLUSÕES

A densidade do solo apresentou variabilidade e forte grau de dependência espacial na camada de 0 a 0,2 m. Isso demonstra que o uso da geoestatística e dos mapas gerados podem ser ferramentas úteis para auxiliar o produtor na tomada de decisões relacionadas ao manejo do solo em áreas com cultivo de cafeeiro.

AGRADECIMENTOS

CNPq, FAPEMIG, Fazenda Juliana, e Universidade Federal de Uberlândia (ICIAG/UFU), Campus Monte Carmelo.

REFERÊNCIAS

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3 Ed. Porto Alegre: Ed. ProtoAlegre: 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 SocietyofAmericaJournal**, 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. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2011. 29 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2013. 353 p.

ROBERTSON, G. P. GS+. **Geostatistics for the environmental sciences - GS+ User's Guide**.Plainwell, Gamma Design Software, 1998. 152p.

TAYLOR, H.M.; BRAR, G.S. Effect of soil compaction on root development.**Soil and Tillage Research**, v.19, p.111-119, 1991.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in thefield.In: HILLEL, D. (Ed.).**Applications of Soil Physics**.New York :Academic, 1980.