

VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB COLHEITA MECANIZADA DE CAPIM-BUFFEL NO AGRESTE PERNAMBUCANO

PEDRO HENRIQUE D. BATISTA¹, GLEDSON L. P. DE ALMEIDA², ADRIEL S. COUTINHO³, HÉLITON PANDORF⁴, GLEIDIANA A. P. DE ALMEIDA⁵

¹ Mestrando em Eng. Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, (88) 9739-6799, giga_pedro@hotmail.com

² Engenheiro Agrícola e Ambiental, Professor, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife-PE

³ Graduando em Eng. Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife-PE

⁴ Engenheiro Agrônomo, Professor, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife-PE

⁵ Doutoranda em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife-PE

RESUMO: Objetivou-se avaliar a dependência espacial dos atributos físicos do solo, em um Neossolo Regolítico distrófico. O estudo foi conduzido na Fazenda Roçadinho localizada no município de Capoeiras, Agreste do Estado pernambucano. A área de estudo é formada por pastagem de capim Búffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a mais de 6 anos, colhido mecanicamente. Para determinação dos atributos físicos do solo investigaram-se 3 camadas de solo (0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m), a condutividade hidráulica do solo foi determinada pelo método de Beerkan, em 36 pontos de amostragem, em grade de 6 x 6 m. Os dados obtidos foram submetidos à análise geoestatística, para avaliação da dependência espacial das propriedades do solo. A distribuição normal foi verificada em todas as variáveis estudadas. O coeficiente de variação foi classificado como baixo para todas as variáveis avaliadas, mostrando uma distribuição com baixa heterogeneidade nos dados. Os atributos apresentaram alta dependência espacial.

PALAVRAS-CHAVE: beerkan, compactação, geoestatística.

SPATIAL VARIABILITY OF SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES UNDER MECHANICAL HARVESTING OF BUFFEL GRASS IN PERNAMBUCO AGRESTE

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the spatial dependence of soil physical attributes in a dystrophic Regolithic Neosol. The study was conducted at the Roçadinho Farm located in the municipality of Capoeiras, Agreste state of Pernambuco. The study area is formed by pasture of Búffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) over 6 years old, mechanically harvested. In order to determine the physical attributes of the soil, three soil layers (0.00-0.10, 0.10-0.20 and 0.20-0.30 m) were investigated, the hydraulic conductivity of the soil was determined by the method Of Beerkan, in 36 sampling points, in a grid of 6 x 6 m. The data were submitted to geostatistical analysis, to evaluate the spatial dependence of soil properties. The normal distribution was verified in all variables studied. The coefficient of variation was classified as low for all variables evaluated, showing a distribution with low heterogeneity in the data. The attributes presented high spatial dependence.

KEYWORDS: beerkan, compaction, geostatistics.

INTRODUÇÃO: Estudos sobre a qualidade física do solo evoluíram expressivamente ao longo dos últimos anos, uma das justificativas é a necessidade de se avaliar o comportamento de diversas características, principalmente em áreas cultivadas e sob pastagens SALES et al. (2010). Diferentes atributos do solo têm sido empregados para caracterizar as modificações físicas resultantes da sua compactação, causadas quase sempre pela pressão exercida pelo tráfego das máquinas agrícolas, pelo pisoteio dos animais ou, ainda, pelos diferentes sistemas de preparo e manejo. Os parâmetros utilizados comumente são a densidade e a porosidade do solo (CARVALHO et al., 2014), a infiltração de água (ROMEIRO et al., 2014) e a resistência do solo à penetração (TAVARES et al., 2014). A análise geoestatística compõe uma ferramenta importante na análise e descrição da variabilidade das propriedades do solo

(SILVA et al., 2008). Neste aspecto, objetivou-se avaliar a dependência espacial dos atributos físicos do solo, em um Neossolo Regolítico distrófico no agreste Pernambucano.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi conduzido na Fazenda Roçadinho localizada no município de Capoeiras, Agreste do Estado de Pernambuco. O clima é caracterizado como semiárido, do tipo Bsh na classificação de Koppen. A área de estudo é formada por pastagem de capim Búffel (*Cenchrus ciliaries* L.) a mais de 6 anos, colhido mecanicamente, e solo classificado como Neossolo Regolítico distrófico (MORRILL et al., 2012).

Foram avaliadas 3 camadas de solo (0,0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m) em 36 pontos, em um grid 6x6 m. Foram coletadas amostras indeformadas para análise da umidade, densidade, porosidade total, além da resistência a penetração (RP) e condutividade hidráulica do solo. A caracterização física do solo seguiu-se segundo EMBRAPA (2011).

A RP foi medida com um penetrômetro de impacto modelo Stolf. A transformação da penetração da haste do aparelho no solo (cm por impacto) em resistência à penetração, em MPa, foi obtida segundo STOLF (1991), pela aplicação da Eq.1.

$$Rp = (5,6 + 6,89 \times N) \times 0,098 \quad (1)$$

Em que, Rp = Resistência a penetração (MPa), e
N = Número de impactos (dm⁻¹).

A velocidade de infiltração foi determinada pelo método de Beerkan. Após, para a determinação da condutividade hidráulica em solo saturado foi utilizada a metodologia desenvolvida por BAGARELLO et al. (2012) Eq.2.

$$kfs = \frac{b}{0,467 \left(\frac{2,92}{r\alpha} + 1 \right)} \quad (2)$$

Em que, k_{fs}: Condutividade hidráulica em solo saturado (mm.s⁻¹);

b = Coeficiente angular da reta da equação linearizada da função de infiltração acumulada com o tempo;

r = Raio do anel, 75 mm, e

α = Valor tabelado conforme granulometria do solo.

Para análise da hipótese de normalidade dos dados foi utilizado o teste kolmogorov–Smirnov a 5% de probabilidade. A avaliação da variabilidade dos atributos, medida pelo coeficiente de variação (CV) foi baseada nos limites propostos por WARRICK & NIELSEN (1980), variabilidade baixa (CV < 12 %); média (12% < CV < 60 %) e alta (CV > 60 %). A autocorrelação espacial entre locais vizinhos foi calculada por meio da semivariância γ(h), estimada pela Eq.3:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(X_i) - z(X_i + h)]^2 \quad (3)$$

Em que, γ*(h) é a semivariância experimental, obtida pelos valores amostrados Z(x_i), Z(x_i+h); N(h) é o número de pares de valores medidos; h é a distância entre pontos amostrais; Z(x_i) e Z(x_i+h), são valores da i-ésima observação da variável regionalizada, coletados nos pontos x_i e x_i+h (i = 1, ..., n), separados pelo vetor h.

A análise do grau de dependência espacial (GDE) foi realizada segundo CAMBARDELLA et al. (1994), dependência forte < 25%; dependência moderada entre 25 e 75% e dependência fraca > 75%.

As análises geoestatísticas foram realizadas utilizando o programa GS+ versão 7.0 e a interpolação dos dados realizadas pelo método de krigagem para a confecção dos mapas através do programa computacional Surfer 9.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: De acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov verificou-se distribuição normal para todas as variáveis estudadas. O coeficiente de variação, segundo WARRICK & NIELSEN (1980), apresentou baixa variabilidade para as variáveis estudadas. Os valores de CV para Ds, Dp e PT encontrados neste estudo corroboram com os observados com SANTOS et al. (2012).

As variáveis apresentaram coeficiente de ajuste do modelo ao semivariograma (R^2) acima de 0,60. O efeito pepita da maioria das variáveis estudadas apresentaram-se inferior a um. A Ds nas camadas de 0,0-0,1 e 0,2-0,3 m apresentaram efeito pepita puro, ou seja, não foi possível ajustar um modelo teórico aos semivariogramas experimentais. Os alcances variaram entre 5,50 com o menor valor, para porosidade total na camada 0,20-0,30 m, e maior valor 29,314 na camada 0-0,10 m para umidade. SOARES et al. (2016) analisando a distribuição espacial de atributos físicos em solo sob pastagem, obteve alcance de 22,50 m para a porosidade total na profundidade 0,20-0,30 m e 33,90 m para a umidade. O grau de dependência espacial (GDE) foi classificado como forte para todas as variáveis estudadas. SANTOS et al. (2012) estudando os atributos físicos de um Latossolo Vermelho encontrou forte dependência espacial para a densidade do solo e moderada para porosidade total e umidade. A Figura 1 apresenta os mapas de krigagem dos atributos físicos em estudo.

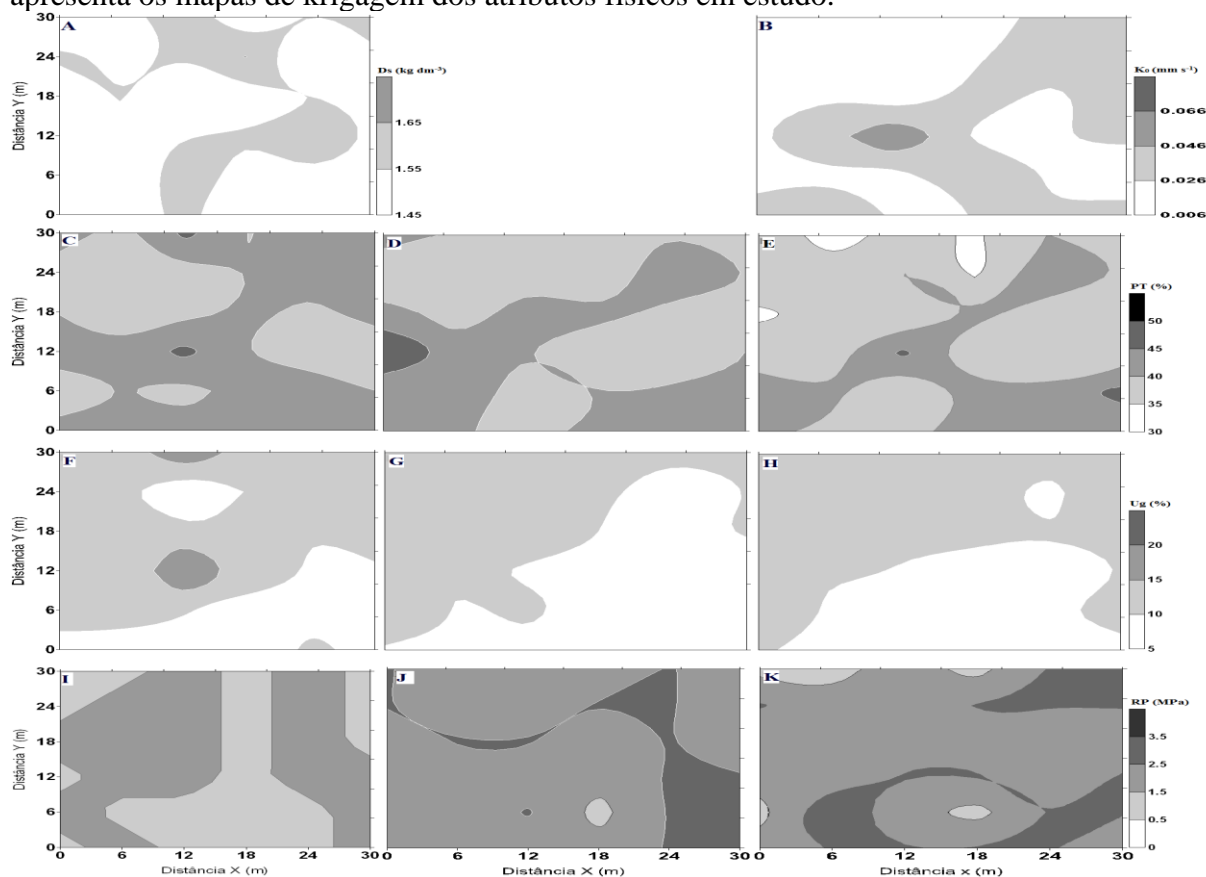


Figura 1. Mapas de krigagem: Ds na camada 0,10-0,20 m (A); K_0 na camada 0,0-1,0 m (B); PT nas camadas 0,0-0,10 m (C), 0,10-0,20 m (D) e 0,20-0,30 m (E); U_g nas camadas 0,0-0,10 m (F), 0,10-0,20 m (G) e 0,20-0,30 m (H); RP nas camadas 0,0-0,10 m (I), 0,10-0,20 m (J) e 0,20-0,30 m (L). Ds - Densidade do solo (kg dm^{-3}); K_0 - Condutividade hidráulica em solo saturado (mm s^{-1}); PT - Porosidade total (%); U_g - Umidade (%); RP - Resistência à penetração (MPa).

De acordo com a figura 1 observa-se que ocorreu um acréscimo da RP nos pontos onde se obtiverem as menores percentagens de PT. segundo MION et al. (2012), a porosidade total tem apresentado grande relação com a compactação e a resistência à penetração do solo, as quais tendem a aumentar com a redução do espaço poroso.

Verifica-se que a RP aumenta, à medida que a profundidade aumenta. CARVALHO et al. (2014) atribuíram provável causa da compactação na camada subsuperficial do solo, à pressão

exercida em consequência do sistema de colheita mecanizada. A RP variou ao longo da profundidade. Valores entre 2 e 2,5 MPa têm sido indicados como os limites críticos de resistência do solo à penetração para a maioria dos vegetais (SILVEIRA et al., 2010). A densidade do solo na camada 0,1-0,2 m apresentou valores médios de 1,50 kg dm⁻³. LIMA et al. (2009) também obtiveram os maiores valores de RP nos pontos de maior densidade.

De acordo com a krigagem observar-se o aumento da K₀ nos pontos onde apresentam maior porosidade total. RIBEIRO et al. (2006) analisando os atributos físicos do solo, influenciados pela distribuição de poros, obteve correlação da PT com K₀ para solos sob mata ciliar, mata nativa, mata secundária e pastagem natural.

CONCLUSÃO: Os atributos físicos do solo estudado apresentaram grau de dependência espacial forte para todas as camadas avaliadas; A resistência a penetração aumenta à medida que a profundidade aumenta; A condutividade hidráulica do solo aumenta à medida que a porosidade total exerce uma maior influência sobre o solo.

REFERÊNCIAS

- BAGARELLO, V.; LOVINO, M. Testing the BEST procedure to estimate the soil water retention curve. *Geoderma*, Madison, v.187-188, p.67-76, 2012.
- CARVALHO, M.A.; RUIZ, H.A.; COSTA, L.M.; PASSOS, R.R.; ARAUJO, C.A.S. Composição granulométrica, densidade e porosidade de agregados de Latossolo Vermelho sob duas coberturas do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina-Grande, PB, v.18, n.10, p.1010-1016, 2014.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2ª ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 230p, 2011.
- LIMA, Renato Paiva; SILVA, Anderson Rodrigo; DA SILVA OLIVEIRA, Dener Márcio. Análise de trilha de atributos físicos na resistência à penetração de um latossolo amarelo. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia, MS, v.1, n.1, p.65-74, 2015.
- MION, R.L.; NASCIMENTO, E.M.S.; SALES, F.A.L.; SILVA, S.F.; DUARTE, J.M.L. & SOUSA, B.M. Variabilidade espacial da porosidade total, umidade e resistência do solo à penetração de um Argissolo Amarelo. *Semina: Ciência Agrárias*, Londrina, PR, v.33, p.2057-2066, 2012.
- MORRILL, W.B.B.; ROLIM, M.M.; BEZERRA NETO, E.; PEDROSA, E.M.R.; OLIVEIRA, V.S.; ALMEIDA, G.L.P. Produção e nutrientes minerais de milho forrageiro e sorgo sudão adubado com soro de leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina-Grande, PB, v.16, p.182-188, 2012.
- ROMEIRO, E. R.; BONINI, C. S. B.; Neto, A. B. Infiltração de água no solo sob diferentes usos e manejo. *X Fórum Ambiental da Alta Paulista*, Tupã, SP, v.10, n. 7, p. 39-49, 2014.
- SALES, L.E.O.; CARNEIRO, M.A.C.; SEVERIANO, E.C.; OLIVEIRA, G.C. & FERREIRA, M.M. Qualidade física de Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso agrícola. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, MG, v.34, p.667-674, 2010.
- SANTOS, K.S.; MONTENEGRO, A.A.A.; ALMEIDA, B.G.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; ANDRADE, T.S.; JÚNIOR, R.V.P.F. Variabilidade espacial de atributos físicos em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco. *Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina-Grande, PB, v.16, n.8, p.828-835, 2012.
- SILVEIRA, D. C.; MELO FILHO, J. F.; SACRAMENTO, J. A. A. S.; SILVEIRA, E. C. P. Relação umidade versus resistência à penetração para um Argissolo Amarelo distrocoeso no Recôncavo da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v.34, p.659-667, 2010.
- SOARES, M. D. R., CAMPOS, M. C. C., SOUZA, Z. M., BRITO, W. B. M., FRANCISCON, U., & CASTIONE, G. A. Variabilidade espacial dos atributos físicos do solo em área de Terra Preta Arqueológica sob pastagem em Manicoré, AM. *Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, Belém, PA, v. 58, n. 4, p. 434-441, 2016.
- STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v.15, p.229-235, 1991.
- TAVARES, U.E.; MONTENEGRO, A.A.A.; ROLIM, M.M.; SILVA, J.S.S.; VICENTE, T.F.S.; ANDRADE, C.W.L. Variabilidade espacial da resistência à penetração e da umidade do solo em Neossolo Flúvico. *Water Resources and Irrigation Management*, Cruz das Almas, BA, v.3, n.2, p.79-89, 2014.
- 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, p.319-344, 1980.