



ESTRUTURA DE VARIABILIDADE ESPACIAL DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO DE UM SOLO DE VÁRZEA NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA - RS

MIOLA, Ezequiel Cesar Carvalho¹; AQUINO, Leandro Sanzi¹; PAULETTO, Eloy Antonio¹; BRAGA, Fabiano de Vargas Arigony²; SCARIOT, Eder³; MIRITZ, Guilherme Kunde³; VIEGAS, Lucas Souza³; OLDONI, Henrique³; TIMM, Luís Carlos³; TAVARES, Vitor Emanuel Quevedo³

¹Deptº de Ciência do Solo – FAEM/UFPeI

²Deptº de Ciência do Solo – UFSM

³Deptº de Engenharia Rural – FAEM/UFPeI

Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900, ezequielmiola@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A utilização intensiva de máquinas e equipamentos agrícolas em todas as etapas de preparo do solo ocasiona mudanças nos atributos físicos do solo, que podem ser verificadas em superfície ou em subsuperfície, principalmente através da formação de camadas compactadas. A compactação do solo pode ser definida como sendo a ação mecânica por meio da qual se impõe, ao solo, uma redução em seu índice de vazios, que é a relação entre o volume de vazios e o volume de sólidos (Camargo, 1983).

A avaliação da compactação do solo é baseada na condição atual em que se encontra o solo, onde é possível identificar camadas que apresentam restrições ao crescimento e produtividade das culturas. (Silva et al., 2004). Logo, a detecção de camadas compactadas, por equipamentos denominados penetrômetros, os quais simulam a Resistência Mecânica do Solo à Penetração de Raízes (RP), tem auxiliado no planejamento das práticas agrícolas. Dessa forma, estudos que consideram a estrutura de variabilidade espacial dos atributos do solo estão sendo aplicados para identificar zonas homogêneas possibilitando um manejo mais preciso e sustentável, conforme apresentado por: Souza et al. (2006); Fidalski et al. (2006); Lima et al. (2008), entre outros. A geoestatística é a ferramenta utilizada nesses estudos, que a partir do interpolador Krigagem gera o mapa de isolinhas do atributo analisado (Nielsen & Wendroth, 2003).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração (RP) de um solo de várzea, identificando zonas homogêneas de padrões da compactação do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Em uma área localizada no distrito de Arroio Grande, município de Santa Maria, com um solo classificado como PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico arênico, (Embrapa, 2006), foram marcados 81 pontos em uma malha regular de 9 X 9, distanciados de 10m entre si. Em cada ponto foi determinada a resistência mecânica do solo à penetração utilizando um penetrômetro eletrônico, da marca Falker Automação Agrícola LTDA, até a profundidade de 0,4m. A partir dos dados obtidos nessa profundidade foi realizada a média da RP para as camadas 0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m. Ao lado da medida de RP foram coletadas amostras deformadas, representativas das camadas analisadas destinadas a determinação do conteúdo de água. A análise exploratória do conjunto de dados foi realizada por meio da estatística descritiva e a estrutura de variabilidade espacial utilizando a geoestatística com auxílio do software GS+ versão 7.0 (Gamma Design Software, 2004). A partir do ajuste do semivariograma experimental a um modelo teórico e a constatação de existência da dependência espacial entre os pontos foram gerados os mapas de contorno dos valores de RP para cada camada, por meio da técnica de Krigagem (Vieira, 2000).

3, RESULTADOS E DISCUSSÃO

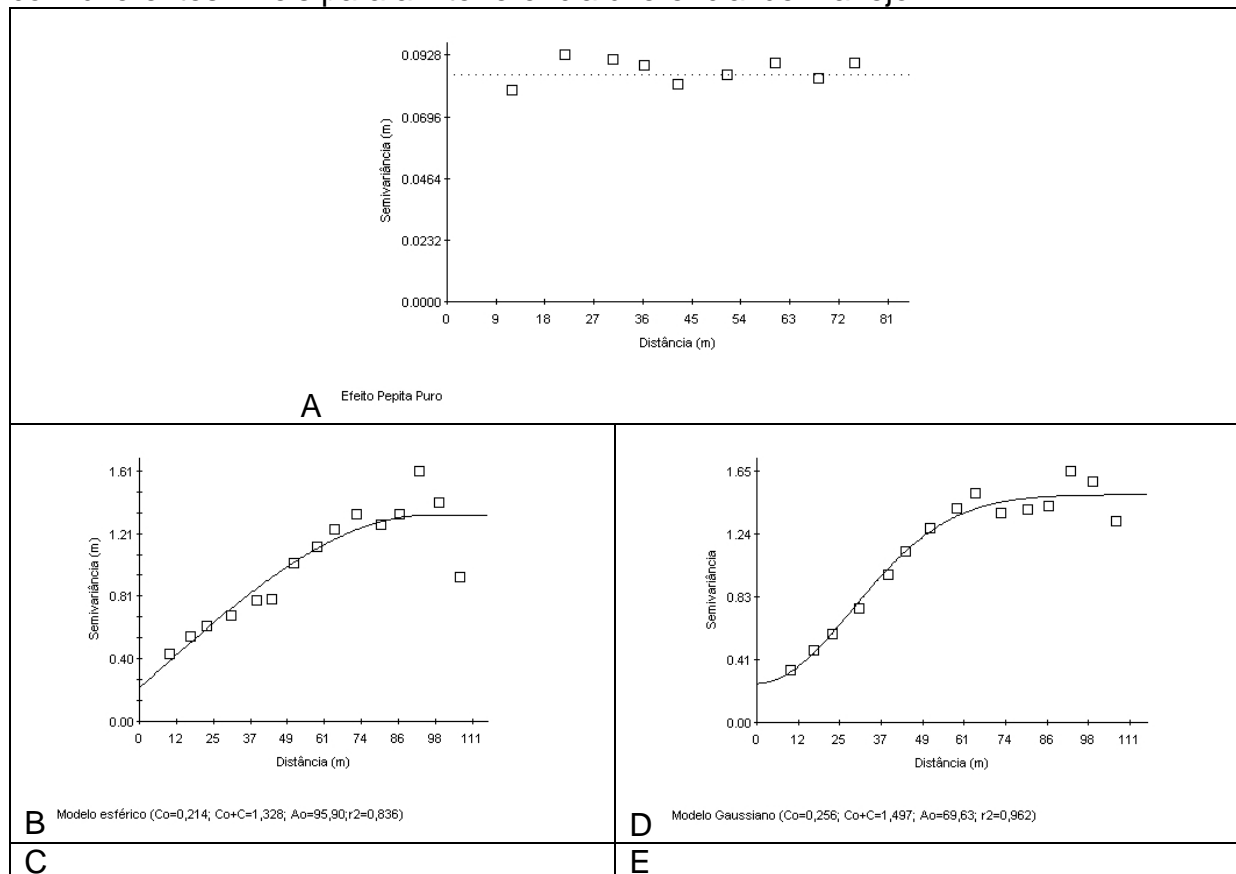
Na Tabela 1 é apresentado um resumo da análise da estatística descritiva do conjunto de dados da RP. Pelas medidas de posição (média e mediana) verifica-se que as séries, para todas as camadas, apresentam uma diferença entre esses valores, sendo esse um indicativo que as séries não seguem uma distribuição normal. Isso também pode ser considerado quando analisadas as medidas que indicam o formato da distribuição, sendo todas elas classificadas como assimétrica positiva (Coeficiente de assimetria > 0) e platicúrtica (Coeficiente de curtose > 0) em todas as profundidades analisadas. No entanto, segundo Webster & Oliver (2001), no intuito de uma análise geoestatística, não há necessidade de transformação dos dados quando os coeficientes de assimetria e curtose são próximos a 1 em módulo, pois isso pode dificultar a interpretação prática do fenômeno analisado. Dessa forma, pelo teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov (k-s) (Landim, 2003) as séries podem ser consideradas normais com nível 1%, 10% e 1% de significância, para as camadas 0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m, respectivamente. A variação dos dados em torno da média, segundo a classificação sugerida por Wilding & Drees (1983), foi classificada como alta, pois o coeficiente de variação (CV) é maior que 35% para todos os conjuntos de dados.

Tabela 1. Estatística descritiva dos dados de Resistência Mecânica do Solo à Penetração (MPa) e os valores médios da Umidade Gravimétrica (Ug) (%) no momento da coleta de amostra, para as camadas de 0-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m de profundidade.

Camada (m)	Média	Mediana	Variância	CV %	Assimetria	Curtose	k-s	Ug médio
0 a 0,10	0,526	0,497	0,086	55,7	0,70	0,24	0,155*	22,5
0,10 a 0,20	2,010	1,747	0,925	47,9	1,08	0,81	0,115**	23,9
0,20 a 0,40	1,922	1,668	1,065	53,7	0,96	0,18	0,173*	26,1

(*) Distribuição normal com nível de 1% de significância (k-s crítico = 0,178) e (**) com 10% de significância (k-s crítico = 0,143).

Na Figura 1 são apresentados os semivariogramas experimentais e teóricos, com seus respectivos parâmetros de ajuste, para os conjuntos de dados de RP nas diferentes camadas analisadas. Pelo semivariograma da camada de 0-0,10 m de profundidade não foi possível identificar uma estrutura de dependência espacial, devido o comportamento efeito pepita puro (Fig. 1-A), indicando que o espaçamento das amostras dessa camada deve ser mais próximas para estimar esse parâmetro. Já para as outras camadas foi possível identificar uma estrutura de dependência espacial entre as amostras, sendo o alcance de dependência (A_0) igual a 95,9 m (Fig. 1-B) e 69,6 m (Fig. 1-D) para a camada 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m, respectivamente. Segundo Cambardella et al. (1994) em ambas as camadas apresentam um forte grau de dependência espacial, pois a relação $C_0/(C_0+C)$ é menor que 25%, sendo 16% e 17% para as camadas 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m de profundidade, respectivamente. Pelas Figuras 1-C e 1-D é possível identificar zonas homogêneas com padrões de compactação do solo, possibilitando uma proposta com diferentes níveis para a interferência diferencial de manejo.



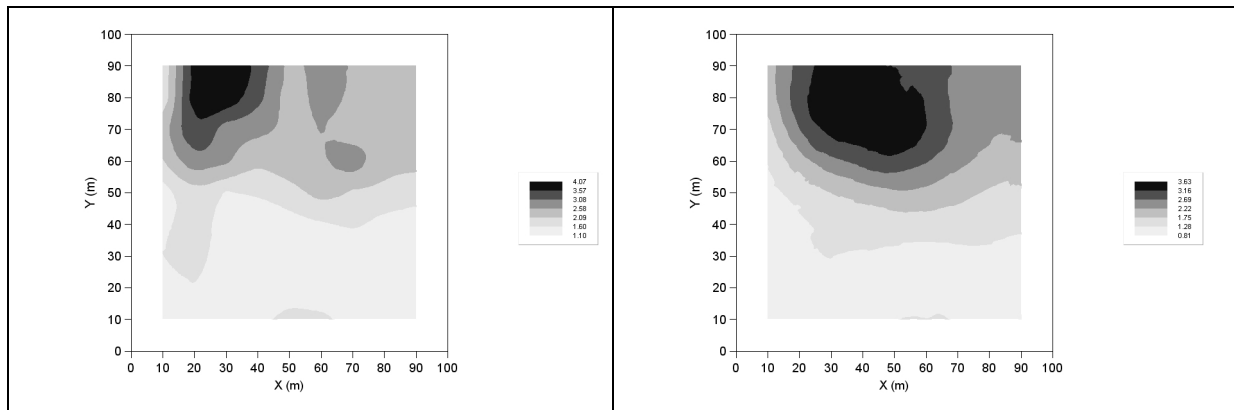


Figura 1. Semivariograma experimental de Rp da camada 0-0,10 m (A); semivariogramas experimentais e teóricos das camadas 0,10-0,20 m (B) e 0,20-0,30 m (D); mapas de contorno de Rp das camadas 0,10-0,20 m (C) e 0,20-0,30 m (E).

4, CONCLUSÕES

Na camada superficial do solo, de 0-0,10 m de profundidade, não foi possível identificar uma estrutura de variabilidade espacial, em amostras espaçadas a 10 m de distância, exigindo uma menor distância entre as amostras. Já nas camadas subsuperficiais do solo (0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m), houve um forte grau de dependência espacial, sendo possível identificar zonas homogêneas do padrão de compactação do solo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO, O.A. **Compactação do solo e desenvolvimento de plantas.** Campinas: Fundação Cargill, 1983. 44p.
- 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 America Journal**, v.58, p. 1501-1511, 1994.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; GONÇALVES, A.C.A.; JUNIOR, R.S.O. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e da taxa de estratificação de carbono orgânico do solo em um Latossolo Vermelho eutroférico. **Ciência Rural**, v.36, n.6, nov-dez, 2006
- GAMMA DESIGN SOFTWARE. GS+: **Geostatistics for the Environmental Sciences.** Plainwell: Gamma Design Software, 2004.
- LANDIM, P.M.B. **Análise estatística de dados geológicos.** São Paulo: Editora UNESP, 2003. 253p.
- LIMA, J.S.S.; OLIVEIRA, P.C.; OLIVEIRA, R.B.; XAVIER, C.A. Métodos geoestatísticos no estudo da resistência do solo à penetração em trilha de tráfego de tratores na colheita de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.5, p.931-938, 2008.

NIELSEN, D.R. & WENDROTH, O. **Spatial and temporal statistics: sampling field soils and their vegetation**. Reiskirchen: Catena Verlag, 2003. 398p.

SILVA, V.R. et al. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. **Ciência Rural**, v.34, n.2, p.399- 406, 2004.

SOUZA, Z.M. et al. Variabilidade espacial de atributos físicos em um Latossolo Vermelho distrófico sob semeadura direta em Selvíria (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.699-707, 2001.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H. & SCHAEFER, C.E.G.R. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p.1-54.

WEBSTER, R.; OLIVER, M. **Geostatistics for environmental scientists**. England: John Wiley & Sons, 2001. 271p.

WILDING, L.P. & DREES, L.R. **Spatial variability and pedology**. In: WILDING, L.P.; SMECK, N.E. & HALL, G.F. eds. Pedogenesis and soil taxonomy: concepts and interactions. New York: Elsevier, 1983. p.83-116.