



UMS 2014

VI CONGRESSO SOBRE USO E MANEJO DO SOLO
Recife (Pernambuco, Brasil), de 19 a 21 de março de 2014

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA UMIDADE EM UM NEOSSOLO FLÚVICO DO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

**Carolynne Wanessa Lins de Andrade⁽¹⁾; Abelardo Antônio de Assunção Montenegro⁽¹⁾;
Suzana Maria Gico Lima Montenegro⁽²⁾**

⁽¹⁾ Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE; Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE; E-mail: carolynelins200@gmail.com; ⁽²⁾ Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, Recife, PE, CEP 50670-901.

RESUMO

Os estudos sobre a variabilidade espacial de propriedades físicas e químicas de solos possuem grande importância, pois constituem uma base para a adoção de práticas agrícolas sustentáveis. O objetivo deste trabalho consiste no estudo da variabilidade espacial da umidade do solo em um lote irrigado do semiárido pernambucano sob o cultivo de cenoura (*Daucus carota* L.) durante o período seco de 2012. Para a realização do estudo, foi adotada uma malha regular 4 x 4 m, inserida em um grid 7 x 7 m, totalizando 49 pontos. A umidade do solo foi determinada através do método gravimétrico. Os dados foram submetidos à análise estatística clássica, seguida de análise geoestatística. A variabilidade dos dados de umidade foi classificada como baixa com coeficientes de variação de 11,33%. Os valores de umidade do solo apresentaram fraca dependência espacial com grau de dependência de 84%. O grau de variabilidade da umidade do solo foi considerado baixo. Para a variável analisada, o modelo que melhor se ajustou foi o esférico. Através dos mapas de krigagem pôde-se verificar que o fluxo de água se dá a partir de duas extremidades para a região central do lote. Os resultados ressaltam que a geoestatística é uma ferramenta viável para a análise de propriedades do solo, promovendo o melhoramento da produção agrícola na região semiárida.

Palavras-chave: geoestatística, agricultura de precisão, umidade.

INTRODUÇÃO

O manejo inadequado de água e solo vem tornando muitas áreas irrigadas de regiões semiáridas improdutivas. Quando as áreas de cultivo são exploradas intensamente, surgem variações espaciais e temporais das diversas variáveis do solo, de forma que a economia agrícola passa a depender dessas alterações (Scherpinski et al., 2010).

De acordo com Souza et al. (2008), os estudos concernentes a variabilidade espacial são uma base para a adoção de práticas agrícolas voltadas à sustentabilidade, permitindo uma melhor utilização dos recursos naturais.

Uma ferramenta que pode auxiliar os estudos sobre a distribuição espacial de propriedades do solo é a agricultura de precisão. O mapeamento do solo permite a aplicação dos insumos e colheita de maneira diferenciada

em cada área, considerando cada planta e local individualmente, aproximando-se do ideal (Oliveira et al., 2009).

Dentre as diversas variáveis físicas do solo, a umidade pode ser considerada como um parâmetro indicativo da qualidade física (Carvalho et al., 2007). Vários autores avaliaram a variabilidade espacial desse atributo, destacando-se: Souza et al. (2006), que avaliaram a dependência espacial da resistência do solo à penetração e da umidade em um solo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar; Hu et al. (2008), que estudaram a variabilidade espacial e temporal da umidade na camada superficial de um solo do Planalto de Loess na China e Mion et al. (2012) que observaram a distribuição espacial da porosidade total, umidade e resistência do solo à penetração de um Argissolo amarelo.

A técnica geoestatística permite a realização de uma descrição quantitativa da distribuição espacial dos atributos do solo e a estimativa de valores desses atributos em locais não amostrados (Vieira, 2000). As diferenças para corrigir variações indesejáveis da demanda de nutrientes, água ou até mesmo manejo, passam a ser delimitadas por mapas de isovalores das propriedades de interesse.

O objetivo deste trabalho consiste no estudo da variabilidade espacial da umidade em um lote irrigado do semiárido pernambucano sob o cultivo de cenoura (*Daucus carota* L.) durante o período seco de 2012.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Nossa Senhora do Rosário, localizada no município de Pesqueira-PE, Região do Agreste de Pernambuco, com coordenadas de 08° 10' S e 35° 11' W e altitude de 650m (Fig. 1). O clima da região é do tipo BSh (extremamente quente, semiárido) de acordo com a classificação de Köppen, com pluviometria média anual de 607 mm (Santos et al., 2012).



Figura 1 - Mapa do Brasil com destaque no estado de Pernambuco, no município de Pesqueira e na área de estudo.

Os dados climatológicos medidos através da estação pluviométrica próxima a área do estudo no dia em que foram realizadas as amostragens mostraram que não houve precipitação, a temperatura média foi de 24,52°C e a umidade relativa máxima e mínima foram respectivamente de 89,5 e 26,46%.

Na região são cultivadas cenoura, pimenta, beterraba, repolho, pimentão e tomate, entre outras. Todas possuem sistema radicular raso e duas a três colheitas por ano. Os lotes irrigados podem chegar a 1 ha, nos quais o sistema de irrigação com maior adesão é por aspersão, observando um crescimento dos sistemas de microaspersão e de gotejamento (FONTES JUNIOR et al., 2012).

Amostragens

Para a análise espacial, foi adotado um lote irrigado de 576 m² sob o cultivo de cenoura (*Daucus carota* L.), nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm.

Visando caracterizar a dependência espacial, foi estabelecida uma malha regular de 4 x 4 m, inserida em um grid 7 x 7, totalizando 49 pontos amostrados (Figura 02).

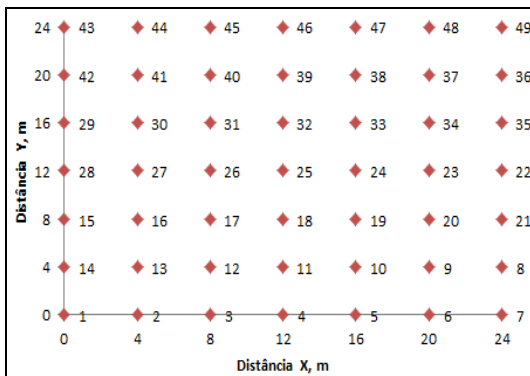


Figura 2 - Esquema de localização dos pontos na malha regular 4 x 4 m.

A medição da umidade foi realizada no Laboratório de Mecânica dos Solos do Departamento de Tecnologia Rural da UFRPE, através do método gravimétrico, de acordo com a metodologia proposta pela Emprapa (1997).

Análise estatística e geoestatística

Os dados foram inicialmente analisados por meio da estatística descritiva, através da avaliação de medidas de tendência central (média, mediana e moda) e dispersão (desvio padrão, variância e coeficiente de variação); foram analisados também os valores de curtose, assimetria e a aderência à distribuição normal, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov em nível de 5% de significância.

A dependência espacial foi analisada por meio de ajustes de semivariogramas (Vieira, 2000), com base na pressuposição de estacionariedade da hipótese intrínseca.

Foram observados valores de coeficiente de variação, conforme sugerido por Warrick e Nielsen (1998), o qual considera baixa variabilidade quando CV < 15%; média para o intervalo 15 - 50%, e alta variabilidade quando CV > 50%.

Para construção dos semivariogramas, utilizou-se a ferramenta Geo-Eas (Englund e Sparks, 1991), adotando-se o estimador clássico da semivariância (Journel e Huijbregts, 1978). Foram testados os modelos gaussiano, exponencial e esférico e escolhido o modelo que apresentou um ajuste adequado aos dados experimentais e erros padronizados com média próxima a zero e desvio padrão próximo a um, segundo a técnica de validação cruzada de Jack-Knifing (Vauclin et al., 1983); além disso, foram estimados os coeficientes do modelo.

Foi observado o grau de dependência espacial de acordo com a classificação de Cambardella et al. (1994), onde coeficientes de variação inferiores a 25% caracterizam forte dependência espacial, entre 25% e 75% moderada, enquanto que acima de 75% fraca dependência.

No que diz respeito à construção dos mapas de isolinhas, utilizando o algoritmo da krigagem, foi adotado o programa computacional Surfer Versão 9.0 (SURFER 9.0, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise estatística descritiva para a umidade do solo se encontram na Tabela 1. O teste de Kolmogorov Smirnov indicou que os dados apresentaram normalidade. A umidade na profundidade de 0 a 20 cm apresentou médio grau de variabilidade, com 15,72% e na profundidade 20 a 40 cm apresentou baixo grau, com valor de 8,65%.

Tabela 1. Estatística descritiva para os dados de umidade do solo.

Parâmetro	0 – 20 cm	20 – 40 cm
Média	12,3	10,65
Mediana	12	11
Moda	13	11
DP	1,93	0,92
CV (%)	15,72	8,65
Variância	3,748	0,85
Curtose	0,21	-0,5
Assimetria	0,09	-0,47

CV – Coeficiente de Variação; DP – Desvio Padrão

Após a realização da estatística descritiva dos dados, os semivariogramas experimentais foram construídos, como também foram ajustados aos diferentes modelos. As variáveis, os modelos ajustados e os parâmetros dos modelos são apresentados na Tabela 2. Para a variável

analisada, o modelo que melhor se ajustou foi do tipo esférico.

Estudos realizados por Grego & Vieira (2005), mostraram que a existência de dependência espacial na camada superficial do solo pode estar relacionada ao preparo convencional, caracterizado por alta movimentação de máquinas agrícolas no solo, que afetam a sua estrutura original. Os valores de umidade nas duas profundidades apresentaram moderada dependência espacial, com valores de grau de dependência respectivamente de 75 e 44,44% (Tabela 2). Segundo Cavalcante et. al. (2011) a moderada ou forte dependência espacial é um indicativo de que a distribuição das variáveis no espaço não é aleatória.

Os semivariogramas ajustados para a umidade do solo nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm produziram respectivamente resíduos com médias -0,01; 0,033 e desvios padrão de 0,995; 1,145, indicando um bom ajuste do modelo confirmado pela técnica de validação cruzada (VAUCLIN et al., 1983).

Tabela 2. Parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados aos dados experimentais das variáveis em estudo e parâmetros obtidos pela técnica de validação.

Parâmetro	0 – 20 cm	20 – 40 cm
Efeito pepita	3	0,4
Patamar	4	0,9
Alcance	5	8
GD (%)	75	44,44
Modelo	Esférico	Esférico
Média	-0,01	0,033
DP	0,995	1,145

DP – Desvio Padrão

Nos mapas de isolinhas (Figuras 3 e 4), as áreas mais escuras apresentam maiores valores dos dados avaliados. Os mapas de umidade a 0-20 e 20-40 cm de profundidade mostram que as regiões centrais possuem menor conteúdo de água, indicando que o movimento da água nessa área se dá das extremidades para as regiões centrais. As áreas mais escuras dos mapas (à esquerda) indicam valores de maiores umidades; esse aumento do conteúdo de água nessas áreas pode ter sido influenciado por um rio que passa ao lado do lote.

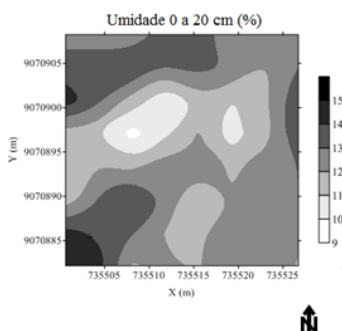


Figura 3 – Mapa de isolinha dos dados de umidade do solo na profundidade de 0 a 20 cm.

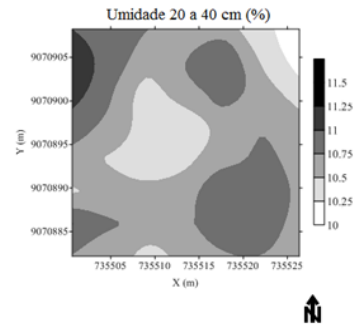


Figura 3 – Mapa de isolinha dos dados de umidade do solo na profundidade de 0 a 20 cm.

CONCLUSÕES

1. Verifica-se que as variáveis analisadas obedecem à distribuição normal de frequência, confirmado pelo teste de Kolmogorov Smirnov.
2. O grau de variabilidade da umidade do solo foi considerado baixo.
3. A umidade do solo apresentou fraca dependência espacial.
4. Para a variável analisada, o modelo que melhor se ajustou foi o esférico com um bom ajuste, constatado pela técnica de validação.
5. O fluxo de água se dá a partir de duas extremidades para a região central do lote, constatado pelos mapas de krigagem.
6. A geoestatística é uma ferramenta viável para a análise de propriedades hídricas do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal Rural de Pernambuco, e ao CNPq pela concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS

- 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, p.1501-1511, 1994.
- Carvalho, A. J. A.; Souza, E. H.; Marques, C. T. S.; Gama, E. V. S.; Nacif, P. G. S. Caracterização física dos solos dos quintais agroflorestais e cultivos monotípicos na região de Amargosa, Bahia. *Revista Brasileira de Agroecologia, Bahia*, v. 2, n. 2, p. 941-944, 2007.
- Cavalcante, E. G. S.; Alves, M. C.; Souza, Z. M.; Pereira, G. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.237-243, 2011.
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
- Fontes Junior, R. V. P.; Montenegro, A. A. A.; Montenegro, S. M. G. L.; Santos, T. E. M. Estabilidade temporal da potenciometria e da salinidade em vale aluvial no semiárido de Pernambuco. *Revista Brasileira*

de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.11, p.1188–1197, 2012.

Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p

Englund, E.; Sparks, A. Geo-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software). Las Vegas: U.S. Environmental Protection Agency, 1991. EPA/600/4-88/033^a.

Hu, W.; Shao, M. A.; Wang, Q. J.; Reichardt, K. Soil water content temporal spatial variability of the surface layer of a Loess Plateau hillside in China. Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 65, n. 3, p. 277-289, 2008.

Journel, A.G.; Huijbregts, J. Mining geostatistics. England: Academic,. 1978. 599p.

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: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2057-2066, nov./dez. 2012.

Oliveira, P. C. G.; Farias, P. R. S.; Lima, H. V.; Fernandes, A. R.; Oliveira, F. A.; Pita, J. D. Variabilidade espacial de propriedades químicas do solo e da produtividade de citros na Amazônia Oriental. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.13, n.6, p.708–715, 2009.

Santos, K. S.; Montenegro, A. A. A.; Montenegro, S. M. G. L.; Andrade, T. S.; Fontes Júnior, R. V. P. Variabilidade espacial de atributos físicos em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, p.828-835, 2012.

Scherpinski, C.; Uribe-Opazo, M. A.; Boas, M. A.V.; Sampaio, S. C.; Johann, J. A. Variabilidade espacial da condutividade hidráulica e da infiltração da água no solo. Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá, v. 32, n. 1, p. 7-13, 2010.

Souza, E. R.; Montenegro, A. A. A.; Montenegro, S. M. G. L.; Santos, T. E. M.; Andrade, T. S.; Pedrosa, E. R. Variabilidade espacial das frações granulométricas e da salinidade em um Neossolo Flúvico do semiárido. Revista Ciência Rural, Santa Maria, v.38, n.2, p.698-704, 2008.

Souza, Z. M.; Campos, M. C. C.; Cavalcante, I. H. L.; Marques Júnior, J.; Cesarin, L. G.; Souza, S. R. Dependência espacial da resistência do solo à penetração e do teor de água do solo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. Revista Ciência Rural, v.36, p.128-134, 2006.

Surfer for Windows.Surface Mapping System.Golden Software, version 9.11.947, 2009.

Vauclin, M.; Vieira, S. R.; Vachaud, G.; Nielsen, D. R. The use of cokriging with limited field soil observations.Soil Science Society of America Journal, Madison, v.47, n.1, p.175-184, 1983.

Vieira, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo.Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, p.1-53, 2000.

Warrick, A.W.; Nielsen, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel, D. Environmental soil physics. New York: Academic, 1998. p.655-675.