

## ANÁLISE ESPACIAL DA UMIDADE EM SOLO FERTIRRIGADO COM VINHAÇA

**DIEGO A. H. S. LEITÃO<sup>1</sup>, ANA KARINA S. OLIVEIRA<sup>2</sup>, MARIA ELISA D. A. LEANDRO<sup>3</sup>, PATRÍCIA Â. BARROS<sup>4</sup>, ELVIRA M. R. PEDROSA<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Engo Agrícola e Ambiental, Doutorando em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – PE, Fone: (0XX81) 3320.6212, didiarruda@hotmail.com

<sup>2</sup> Enga Agrícola e Ambiental, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – PE

<sup>3</sup> Enga Agrícola e Ambiental, Graduanda em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife - PE

<sup>4</sup> Enga Agrícola e Ambiental, Doutora em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife - PE

<sup>5</sup> Enga Agrônoma, Prof. Titular, Depto. de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – PE

Apresentado no  
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017  
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

**RESUMO:** O conhecimento da variabilidade espacial de atributos edáficos é essencial para a agricultura, principalmente da umidade do solo, fundamental para o pleno desenvolvimento da cultura. Desta forma, este trabalho teve o objetivo de avaliar a dependência espacial da umidade do solo em tabuleiro costeiro fertirrigado com vinhaça. Na área de estudo, situada em Goiana-PE, foi estabelecida uma malha regular (60 × 60 m) com 49 pontos georeferenciados, equidistantes 10 m entre si. As avaliações foram realizadas em dois períodos: antes e após a fertirrigação com vinhaça, em três profundidades: 0,00-0,10, 0,20-0,30 e 0,40-0,50 m. A variabilidade espacial foi avaliada por meio de análises descritivas e geoestatística, gerando mapas de isolinhas através da krigagem ordinária. Em termos gerais, houve aumento da umidade do solo em todas as profundidades estudadas, após a fertirrigação com vinhaça. O modelo esférico foi melhor ajustado a todas as variáveis, com alcances variando de 14,61 a 23,45 m. Após a fertirrigação com vinhaça, a umidade do solo apresentava-se mais homogênea ao longo da área de estudo nas profundidades avaliadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** geoestatística, agricultura de precisão, tabuleiro costeiro.

### SPATIAL ANALYSIS OF SOIL WATER CONTENT UNDER VINASSE FERTIGATION

**ABSTRACT:** Knowledge about the spatial variability of soil attributes is essential for agriculture, especially soil water content, which must supply the full crop development. Therefore, this study aimed to evaluate spatial dependence of soil water content of a coastal tableland soil under vinasse fertigation. In the study site, located in Goiana-PE, Brazil, it was framed 49 georeferenced points, 10 m equally spaced, in a regular grid (60 × 60 m). Evaluations were performed in two campaigns: before and after vinasse fertigation, at three depths: 0.00-0.10, 0.20-0.30 and 0.40-50 m. The spatial variability was evaluated through descriptive and geostatistical analyses, generating isoline maps through ordinary kriging. In general, there was an increase in soil water content at all depths after vinasse fertigation. The spherical model

fitted best to all variables, with range values ranging from 14.61 to 23.45 m. After vinasse fertigation, soil water content was more homogeneous throughout the study site at the evaluated depths.

**KEY-WORDS:** geostatistics, precision agriculture, coastal tableland.

**INTRODUÇÃO:** O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar com aproximadamente 736 milhões de toneladas produzidas no ano de 2014 (FAO, 2017). Contudo, a produção continua sofrendo significativas perdas devido à irregularidade das chuvas na região Nordeste (CARVALHO et al., 2000), o que leva a períodos de pouca umidade do solo. Em geral, todas as fases de desenvolvimento da cana-de-açúcar são influenciadas pela disponibilidade hídrica do solo (JADOSKI et al., 2010). Desse modo se faz imprescindível a avaliação temporal da umidade do solo durante o ciclo da cultura. A incorporação de matéria orgânica ao solo favorece uma maior retenção de água no solo (LYRA et al., 2003), melhorando as condições para o desenvolvimento da cultura, assegurando a segurança alimentar da população. Portanto, objetivou-se avaliar a dependência espacial da umidade em um solo de tabuleiro costeiro antes e após a fertirrigação com vinhaça.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi realizado na Usina Santa Tereza, localizada no município de Goiana – PE, em solo de tabuleiro costeiro com teores de 12, 36 e 952 g.kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente, apresentando textura arenosa. A área vem sendo manejada sob sistema de plantio convencional há mais de 20 anos, sempre com cana-de-açúcar RB863129 fertirrigada com vinhaça. O clima local é tropical chuvoso tipo As', caracterizado por ser quente e úmido com chuvas que se concentram entre os meses de março a agosto. Horizontalmente, as amostras foram coletadas em 49 pontos georeferenciados equidistantes 10 m entre si formando uma malha de 60 × 60 m. Verticalmente, em cada ponto foi aberta uma trincheira e coletadas amostras de solo nas profundidades de 0,00-0,10, 0,20-0,30, e 0,40-0,50 m, totalizando 147 amostras de solo, sendo obtidas com auxílio de um trado de amostras indeformadas e, posteriormente, no laboratório de Mecânica do Solo e Aproveitamento de Resíduos/UFRPE, foram preparadas e levadas à estufa a 105 °C por 24 h para obtenção da massa seca (g) (EMBRAPA, 2011). Para análise geoestatística, utilizou-se a ferramenta geoestatística Geostatistical Environmental Assessment Software (GEO-EAS) (ENGLUND; SPARKS, 1991), adotando-se o estimador clássico da semivariância (JOURNEL; HUIJBREGTS, 1978). Os parâmetros do semivariograma teórico foram representados nos gráficos definidos através do alcance (a), patamar (C) e efeito pepita (C<sub>0</sub>). Os ajustes dos modelos foram escolhidos em função dos parâmetros dos semivariogramas, coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e validação cruzada. Com o ajuste dos modelos teóricos e a definição dos coeficientes para os semivariogramas, utilizou-se do método de estimativa de valores de atributos distribuídos no espaço a partir de valores adjacentes, conhecido como krigagem ordinária, que se trata de método de estimativa por médias móveis (LANDIM, 2003). Na elaboração dos mapas de distribuição espacial das variáveis, foi utilizado o programa Surfer Software (GOLDEN SOFTWARE, 1999), com base nos valores estimados por krigagem, realizada com o programa GEO-EAS. O grau de dependência espacial dos semivariogramas foi classificado de acordo com CAMBARDELLA et al. (1994).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O modelo esférico foi ajustado a todas as variáveis, indicando comportamento isotrópico (LUNDGREN, 2004). Observou-se que independente da

profundidade e da época amostrada, a umidade apresentou grau de dependência espacial moderado. Segundo CAMBARDELLA et al. (1994), a influência das propriedades intrínsecas do solo pode ser evidenciada por fortes graus de dependência espacial das variáveis. Contudo, para o estudo, fatores extrínsecos ao solo, referentes ao manejo e aplicação de vinhaça, apresentaram maior influência sob as variáveis.

TABELA 1. Parâmetros dos semivariogramas teóricos, grau de dependência espacial e validação cruzada da umidade do solo antes e depois da fertirrigação com vinhaça em solo arenoso cultivado com cana-de-açúcar RB863129, Goiana/PE.

Umidade	Parâmetros dos semivariogramas			GDE	Modelo	Validação cruzada		R <sup>2</sup>
	C <sub>0</sub>	(C <sub>0</sub> +C <sub>1</sub> )	a (m)			Média	DP	
0,00-0,10 m								
Antes	99,24	148,49	14,90	Mod.	Esf.	0,03	1,02	0,91
Depois	153,40	256,80	13,64	Mod.	Esf.	0,05	1,02	0,90
0,20-0,30 m								
Antes	55,40	90,81	16,07	Mod.	Esf.	-0,02	1,03	0,53
Depois	74,71	109,42	23,46	Mod.	Esf.	-0,05	1,04	0,91
0,40-0,50 m								
Antes	69,43	96,85	14,61	Mod.	Esf.	-0,03	0,97	0,62
Depois	189,91	289,82	21,88	Mod.	Esf.	-0,02	0,97	0,96

C<sub>0</sub>: efeito pepita; (C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>): patamar, a: alcance; GDE: grau de dependência espacial (C<sub>0</sub>/C<sub>0</sub>+C<sub>1</sub>); R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação; DP: desvio padrão; Mod.: Moderado; Esf.: modelo esférico.

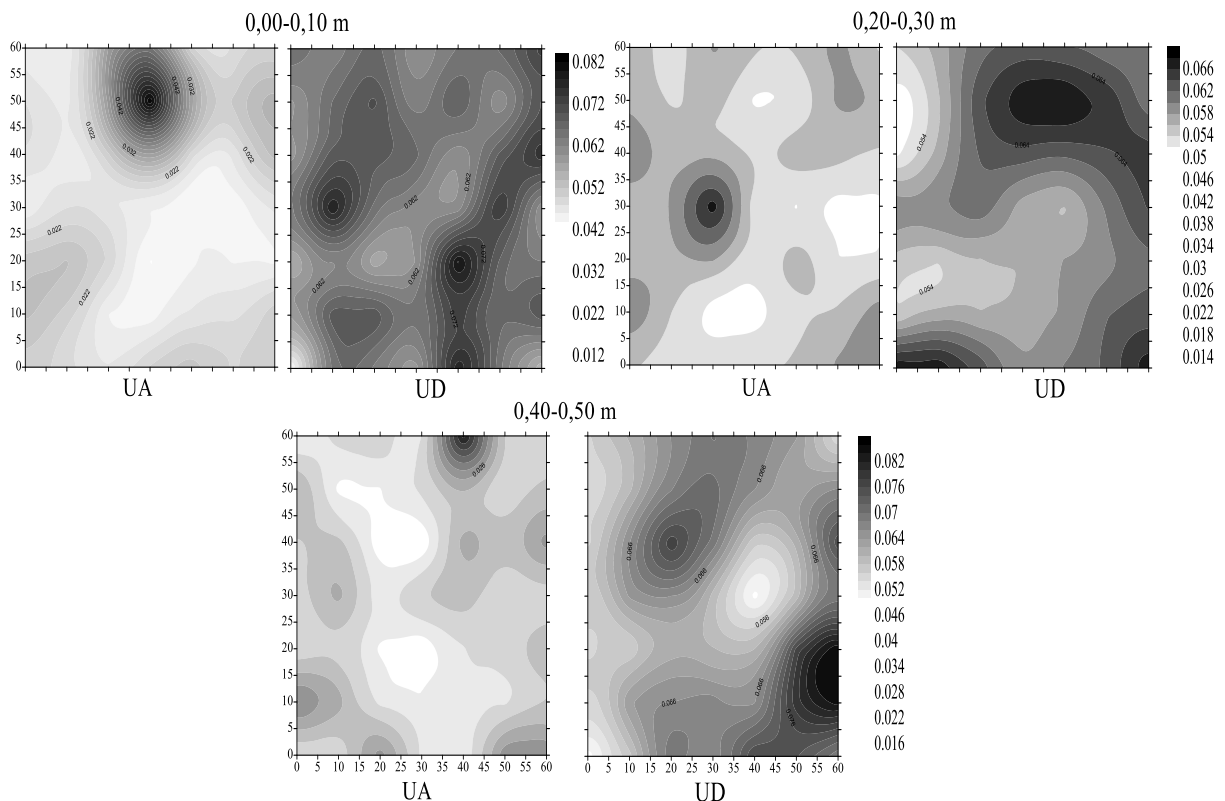


FIGURA 1. Mapas de isolinhas para a umidade do solo antes (UA) e depois (UD) da fertirrigação com vinhaça em solo arenoso cultivado com cana-de-açúcar RB863129, Goiana/PE.

O alcance da umidade foi maior após a fertirrigação nas camadas 0,20-0,30 e 0,40-0,50 m, indicando que houve redistribuição da água nessas duas camadas, aumentando, assim, a zona de influência dessa variável ao longo do canal. Através da avaliação dos mapas de isolinhas (FIGURA 1), pode-se observar que antes da aplicação de vinhaça, a camada mais superficial do solo encontrava-se com os menores valores de umidade. Porém, após a aplicação de vinhaça, há um aumento do teor de água no solo. Esse comportamento pode ser explicado devido ao teor de matéria orgânica presente no resíduo. A adição de nutrientes ao solo promove, dentre outras melhorias, aumento da umidade do solo (LYRA et al., 2003). Há uma diminuição na umidade do solo na camada de 0,20-0,30 m – zona de maior crescimento radicular (FIGURA 1), para as duas épocas estudadas, quando comparada com as outras profundidades. BARONI et al. (2013) observaram que a variabilidade da vegetação possui maior influência no padrão de distribuição da umidade do solo em condições de baixo conteúdo de água.

**CONCLUSÕES:** A fertirrigação com vinhaça aumenta a umidade do solo, mantendo condições hídricas boas para o desenvolvimento da cana-de-açúcar; A umidade do solo é mais homogênea nas camadas mais profundas do solo após a adição de vinhaça.

#### **REFERÊNCIAS:**

- BARONI, G. et al. The role of vegetation and soil properties on the spatio-temporal variability of the surface soil moisture in a maize-cropped field. **Journal of Hydrology**, v. 489, p. 148-159, 2013.
- CAMBARDELLA, C. A. et al. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 5, p. 1501-1511, 1994.
- CARVALHO, D. F. et al. Efeito do tamanho de séries históricas na demanda de irrigação do perímetro irrigado do Gortuba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v.4, n.3, p. 396-402, 2000.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- ENGLUND, E.; SPARKS, A. **GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software): User's Guide**. Las Vegas: Environmental Protection Agency, 1988. 192p.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Sugarcane production**. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 8 maio 2017.
- GOLDEN SOFTWARE. **Surfer for Windows: Surface mapping system**. Versão 6.01. Golden, 1995.
- JARDOSKI, C. J. et al. Physiology development in the vegetative stage of sugarcane. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava, v. 3, n. 2, p. 177-185, 2010.
- JOURNEL, A. C., HUIJBREGTS, C. J. **Mining geostatistics**. Londres: Academic Press, 1978. 600p.
- LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: UNESP, 2003. 226p.
- LUNDGREN, W. J. C. **Uso da co-krigagem na caracterização da variabilidade espacial da condutividade hidráulica**. 2004. 87p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- LYRA, M. R. C.; ROLIM, M. M.; SILVA, J. A. Topossequência de solos fertirrigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n. 3, p. 525-532, 2003.