

# Aplicação da geoestatística a dados de teor de silte em solo hidromórfico

SANTOS, MARIA R.G.<sup>1</sup> OLIVEIRA, MARIA C.N.<sup>2</sup><sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina, Londrina-Pr; <sup>2</sup>Embrapa Soja, Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina-PR.

e-mail: mariarocha@cnpso.embrapa.br.

## Introdução

A textura é determinada a partir da proporção de areia, silte e argila na fração mineral do solo, sendo esta característica altamente variável. Dentre diversos fatores, a textura do solo influencia algumas propriedades físico-químicas do solo, como capacidade de troca catiônica, porosidade e retenção de água. Em algumas classes de solos, como os hidromórficos, a textura pode variar muito em distância relativamente curtas, influenciando a dinâmica da água nessas condições, sendo necessário, portanto, a caracterização dessa variabilidade para gerar informações que suportem o adequado manejo desses solos. Para isto, considerando que esta variável possui um padrão espacial georreferenciado e que não pode ser obtido por meio de delineamentos estatísticos formais, a dependência espacial deve ser avaliada pelo método geoestatística (OLIVEIRA, 2003). A ferramenta que verifica a existência desta dependência é o semivariograma (VIEIRA et al., 1983). Além disso, a variabilidade espacial de atributos do solo pode afetar intensamente os resultados de pesquisa (HARRIS, 1920). Portanto, os objetivos do estudo foram: identificar se os dados do teor de silte apresentam dependência espacial; determinar os parâmetros do semivariograma como o efeito pepita, o patamar e o alcance, com os modelos de covariâncias exponencial, esférico e gaussiano e, selecionar o modelo que expressa adequadamente a dependência espacial do teor de argila no solo, de forma que possibilite a melhor interpretação de fatores que reduzem a produção de culturas.

## Materiais e Métodos

Os dados experimentais, que fazem parte deste trabalho, foram coletados do levantamento detalhado de solos da Estação Experimental de Campos Campos dos Goytacazes - RJ, Fazenda Angra (CAPECHE et al., 1997), por pesquisadores da PESAGRO e da Embrapa Solos. No estudo pedológico foram avaliadas as características morfológicas, físicas e químicas dos solos, e apresentadas também, as informações referentes à distribuição geográfica. Para o estudo geoestatístico foi considerada a variável agrônômica teor de silte (%), na camada de 0-20 cm, amostrada em grid de 50 x 50 m. Esta pesquisa é parte integrante do Projeto "Planejamento de uso das terras da Estação Experimental de Campos/PESAGRO-RIO, e subsídios ao manejo de irrigação".

Uma solução é detectar a existência de dependência espacial entre as parcelas, no caso de experimentação ou em levantamentos amostrais considerando a posição espacial de cada amostra, dando subsídios aos pesquisadores na instalação de experimentos. Sendo assim, para o estudo do silte (%) serão avaliadas três modelos sendo de covariância identificando quem melhor se ajusta aos dados, Abaixo os modelos exponencial (1), esférico (2) e gaussiano (3).

$$\gamma(h) = \begin{cases} C(0) + C \left[ \frac{3}{2} \frac{h}{a} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{a} \right)^3 \right], & h \leq a \\ C(0) + C, & h > a \end{cases} \quad (1) \quad \gamma(h) = \begin{cases} C(0) + C \left[ 1 - e^{-\frac{h}{a}} \right], & h \leq a \\ C(0) + C, & h > a \end{cases} \quad (2)$$

$$\gamma(h) = \begin{cases} C(0) + C \left[ 1 - e^{-\left( \frac{h}{a} \right)^2} \right], & h \leq a \\ C(0) + C, & h > a \end{cases} \quad (3)$$

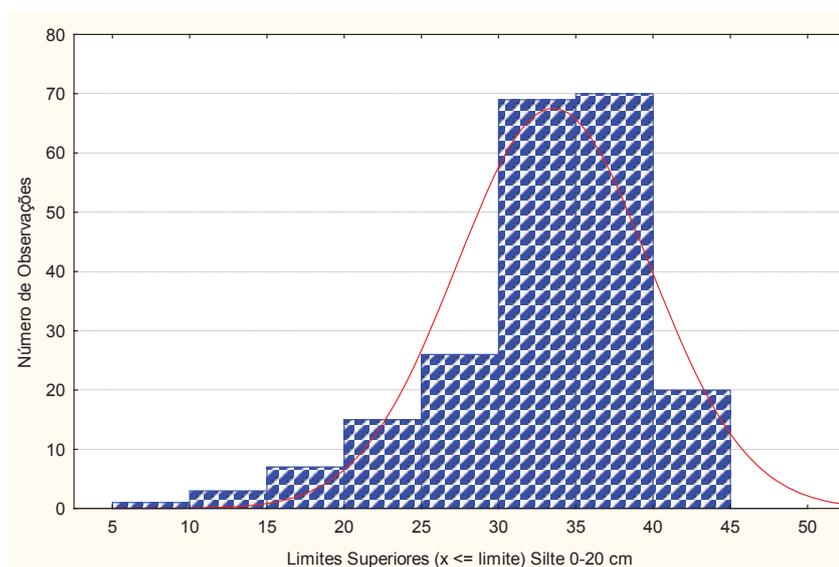
Os programas a serem utilizados são o Geoest e se apresenta em diferentes módulos (ROSA, V. S. 2010) e o Surfer v. 8 para obter as superfícies obtidas pelo método de krigagem ordinária.

## Resultados e Discussão

Neste estudo observou-se que inicialmente o teor de silte (%) encontrava-se entre 10 a 45 % e após a retirada de outliers esta variação ocorreu de 23 a 45%. Os valores mais baixos foram encontrados onde ocorrem constantes enchentes nas cheias devido a presença de lagoas ao norte da região estudada (Tabela 1). Pelas análises descritiva e gráfica observou-se a presença de assimetria à direita (Figura 1) e valores de média e mediana estão próximos e com coeficiente de variação de 13,39 após a retirada de valores discrepantes (Tabela 1). Nos casos em que os dados apresentam tais características é necessária a retirada destes valores para que não interfira na confiabilidade das estimativas obtidas (Oliveira et., 1998). Com este procedimento houve redução das estatísticas calculadas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados das estatísticas descritivas para a variável silte (%) 0-20cm do solo com e sem outliers

Estadísticas	Silte (%) 0-20cm com Outliers	Silte (%) 0-20cm sem Outliers
Número de Observações	211	196
Média	33,379	34,556
Mediana	35,000	35,000
Coefficiente de Assimetria	-1,085	-0,386
Coefficiente de Curtose	4,267*	0,193*
Desvio Padrão	6,231	4,629
C.V.(%)	18,6%	13,39%

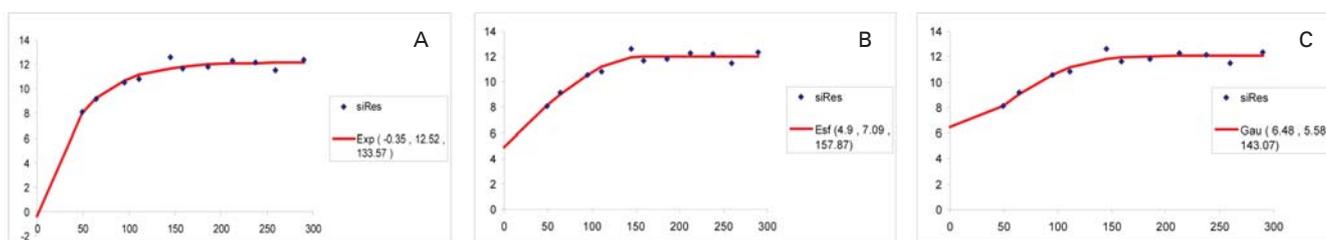


**Figura 1** - Gráfico da distribuição de frequência para o silte (%) sob a curva normal

Com a análise geoestatística, o modelo exponencial apresentou melhor padrão espacial. Obteve com ele o menor valor da variância não explicada (nugget aproximadamente zero), enquanto que nos modelos esférico e gaussiano estas variâncias foram respectivamente 4,9 e 6,5. O menor alcance indicando a dependência espacial também foi para o modelo exponencial (Tabela 2 e Figura 2).

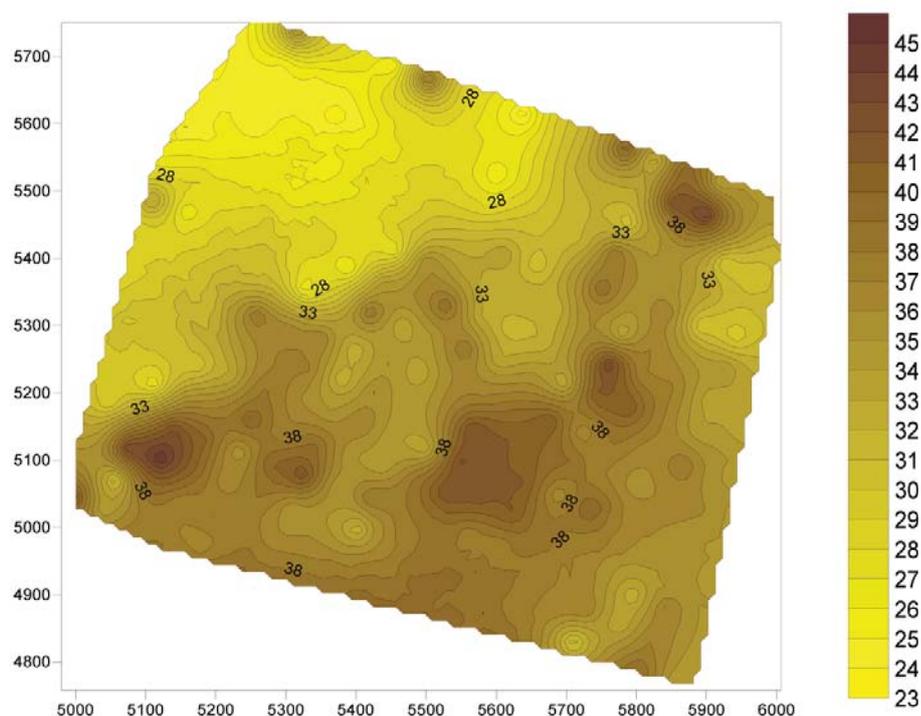
**Tabela 2.** Estimativas dos parâmetros geoestatísticos, coeficiente de determinação R<sup>2</sup> e quadrado médio residual para a variável teor de silte (%).

Modelos	Nugget ( $\tau^2$ )	Patamar ( $\sigma^2$ )	Alcance ( $\phi$ )	R <sup>2</sup>	Quadrado Médio do Erro
Exponencial	-0,35172	12,521	133,577	0,926	0,010929
Esférico	4,9308	7,092	157,878	0,939	0,010243
Gaussiano	6,4873	5,586	143,079	0,934	0,010507



**Figura 2.** Semivariogramas: A: modelo exponencial; B: modelo esférico; C: modelo gaussiano

A superfície de resposta para o teor de silte (%) da Figura 3 indicou que na região à esquerda e superior da figura estão localizados os menores teores e na parte central localizam-se os teores medianos e as demais áreas estão os maiores teores. Esta figura possibilitará que os pesquisadores selecionem a melhor região de acordo com a cultura a ser cultivada.



**Figura 3.** Mapa de Krigagem do teor de silte (%).

## Conclusões

Considerando-se as condições de realização deste trabalho pode-se concluir que:

- O diagnóstico exploratório é importante para detectar onde estão os padrões espaciais de continuidade e os outliers;
- o melhor modelo ajustado é o exponencial apresentando o menor *nugget* e,
- o mapa da superfície de resposta indica a distribuição quantitativa da variável teor de silte.

## Referências

OLIVEIRA, M.C.N. de. **Métodos de estimação de parâmetros em modelos geoestatísticos com diferentes estruturas de covariância**: uma aplicação ao teor de cálcio no solo.. 2003. 138 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura " Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSEN, D.R. & BIGGAR, J.W. Geoestatistical theory and application to variability of some agronomical properties. *Hilgardia*, Berkeley, 51(3):1-75, 1983.

CAPECHE, C.L.; MACEDO, J,R; MANZATTO, H.R.H; SILVA, E.F. Caracterização pedológica da fazenda Angra – PESAGRO/RIO – Estação experimental de Campos (RJ). (1 CD-ROM). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS D SOLO. 26., Informação, globalização, uso do solo, Rio de Janeiro, 1997.**trabalhos**.Rio de Janeiro: Embrapa/SBCS, 1997.

OLIVEIRA, M,N,C.; CORRÊA-FERREIRA, B.S. PROTEÇÃO DE PLANTAS. Diagnostico exploratório na análise de dados entomológicos : efeito de diflubenzuron no consumo alimentar de *Articarsia gemmatalis* (Hübner). **Anais da sociedade Entomologica do Brasil**, v.27, n.4, p.627-637, 1998.