

Uso da geoestatística na determinação da variabilidade espacial do teor de argila no solo

SHING, LAYO R.1; OLIVEIRA, MARIA C.N de²; ¹Bolsista Embrapa Soja; ²Pesquisador, Embrapa Soja, Cx. Postal 231, CEP 86.001-970, Londrina, Paraná.
e-mail: layo@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 argila 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 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 argila (%), 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".

Para melhor avaliar tal variabilidade foi o georreferenciamento das parcelas. Portanto, foi necessário avaliar diferentes estruturas de covariância como a exponencial, esférica e gaussiana identificando dentre elas a que melhor explicasse a dependência espacial da argila no solo (OLIVEIRA, 2003). Na geoestatística é utilizado o semivariograma para verificar a dependência espacial expressa pela seguinte equação:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

$N(h)$ representa o número de pares de valores medidos $[Z(x_i), Z(x_i + h)]$ separados por um vetor h . Para o estudo em questão, os valores de Z podem ser qualquer uma das propriedades estudadas, como teor de argila, por exemplo, enquanto os valores de x_i e $x_i + h$ são definidos de acordo com as posições das amostras no campo. Foram avaliadas as estruturas de covariância exponencial (1), esférica (2) e gaussiana (3) identificando quem melhor se ajusta aos dados. Abaixo seguem os diferentes modelos das três estruturas de covariâncias. Sendo τ^2 o efeito pepita, σ^2 que é a variância espacial e ϕ o alcance. Os modelos 1, 2 e 3 são expressos como:

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

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

O software utilizado foi o GEOEST. Os mapas de superfície para os três modelos foram realizados pelo Surfer v.9.0.

Resultados e Discussões

A análise exploratória indicou leves coeficientes de assimetria e curtose (-0,691; -0,298), média 54,2 e o coeficiente de variação foi de 17,8 após a retirada de outliers. Esta variável pode ser estudada segundo a distribuição normal (Tabela 1).

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

Estatísticas	Argila (%) 0- 20cm com Outliers	Argila (%) 0- 20cm sem Outliers
No. observações	273	239
Média	54,2	54,2
Mediana	56,0	56,0
Coeficiente de Assimetria	0,9879	-0,6915
Coeficiente de Curtose	0,6063	-0,2986
Desvio Padrão	13,65	9,649
C.V.(%)	26,18%	17,8%

Das estruturas de covariâncias estudadas o modelo que melhor ajustou ao padrão espacial do teor de argila foi o modelo exponencial, apresentando os menores valores do efeito pepita e quadrado médio residual e maior valor do coeficiente de determinação (R^2) como apresentado na Tabela 2 e na Figura 1. Pode-se ainda observar nesta tabela que a dependência espacial no modelo exponencial ocorreu até 240,087 metros.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros geoestatísticos, coeficiente de determinação e quadrado médio do resíduo para a variável teor de argila (%).

Modelos	efeito pepita (τ^2)	patamar (σ^2)	alcance (ϕ)	R^2	Quadrado Médio do Erro
Exponencial	2,739	72,298	240,087	0,9295	0,285288
Esférico	22,233	49,661	230,751	0,9224	0,299616
Gaussiano	30,776	41,243	198,460	0,9221	0,293235

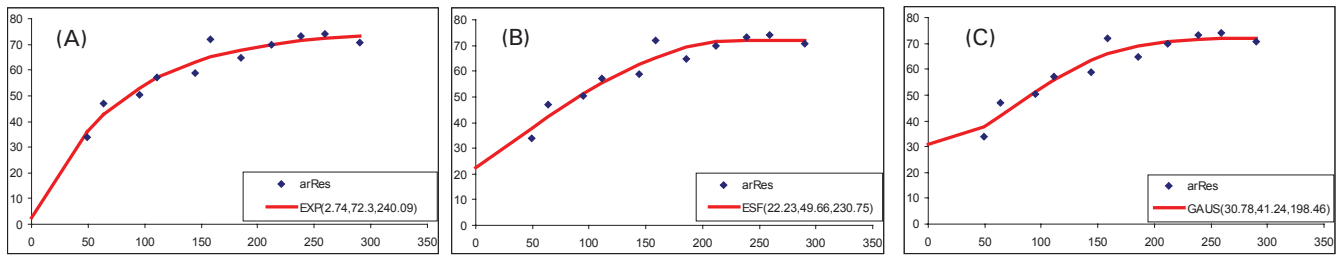


Figura 1. Semivariogramas. A: modelo exponencial; B: modelo Esférico; C: modelo Gaussiano

Na Figura 2 pode-se avaliar a superfície espacial para o teor de argila pelo modelo exponencial obtido pelo método da krigagem ordinária. A superfície deste modelo apresentou boa estrutura da variabilidade dos dados. Os teores variaram entre 30% a 68%, sendo que os menores valores foram verificados na porção sudeste da área, ao passo que, os maiores valores

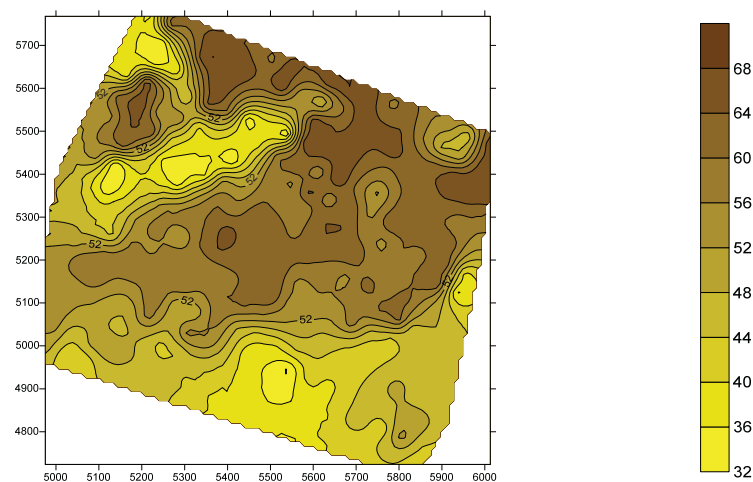


Figura 2. Mapa de Krigagem do teor de argila (%).

Conclusões

- Pode-se concluir através do semivariograma que há dependência espacial para o teor de argila;
- o modelo que apresenta os resultados mais satisfatórios para avaliar a distribuição espacial da argila é o exponencial e,
- Por meio do mapa de contornos para o teor de argila (%) é possível avaliar a distribuição quantitativa desta variável.

Referências

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)**. (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. C. N. **Métodos de estimação de parâmetros em modelos geoestatísticos com diferentes estruturas de covariâncias: uma aplicação ao teor de cálcio no solo.** 2003. 140 f. Tese (Doutorado) - ESALQ, Piracicaba, 2003.

VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de argila, silte e atributos químicos em uma parcela experimental de um latossolo roxo de Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, vol.56, n.1, p.181-190, 1997.

VIEIRA, S.R.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W.; TILLOTSON, P.M. The scaling of semivariograms and the kriging estimation of field-measured properties. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.525-533, 1997.

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