

APLICAÇÃO DE MÉTODOS GEOESTATÍSTICOS NA DETERMINAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DO TEOR DE ARGILA

APPLICATION OF GEOSTATISTICAL METHODS DETERMINATION OF SPATIAL VARIABILITY IN THE CONTENT OF CLAY.

SHING, L.R.¹; OLIVEIRA, M.C.N. DE², MACEDO, J.R.³, DA SILVA, E.F.³, CAPECHE, C.L.³, HISSA, H.R.³.

¹ Bolsista Graduação Embrapa Soja Programa de Estágio de Complementação Educacional Embrapa, Universidade Estadual de Londrina/UEL, Embrapa Soja, Londrina, PR; e-mail: layoronden@hotmail.com

² Pesquisadora Embrapa Soja, Londrina, PR.

³ Pesquisadores da Embrapa Solos, RJ

Resumo

É comum encontrar em solos brasileiros variabilidade na textura e nos macro e micronutrientes. Em experimentos de campo, as amostragens são realizadas dentro de cada parcela aleatoriamente e, dada a variabilidade destes solos, devido às manchas de fertilidade, não são detectadas diferenças estatísticas entre os tratamentos. O objetivo deste trabalho foi estudar por métodos geoestatísticos, a variabilidade espacial do teor de argila de um solo hidromórfico. A identificação da dependência foi verificada pelo uso do semivariograma. Em geral, variáveis que apresentam grande variabilidade impossibilitam, na maioria das vezes, a detecção de reais diferenças estatísticas entre os efeitos de tratamentos. A consideração de amostras georreferenciadas é uma abordagem importante na análise de dados desta natureza. Foram estudados três modelos de semivariograma sendo que, aquele que melhor se ajustou aos dados de argila foi o exponencial apresentando menor variância espacial e menor quadrado médio do erro.

Introdução

A textura de um solo é determinada a partir da proporção de areia, silte e argila na sua composição, sendo esta característica altamente variável. Dentre diversos fatores, a textura do solo influencia algumas propriedades físico-químicas do solo, como a capacidade de troca catiônica, a porosidade e a 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. Nos casos em que estas variáveis apresentam um padrão espacial georreferenciado e não são obtidas por meio de delineamentos formais, deve ser avaliada a dependência espacial, pelo método geoestatístico (OLIVEIRA, 2003). A ferramenta que verifica a existência desta dependência é o semivariograma (VIEIRA et al., 1983). A variabilidade espacial de atributos do solo podem influenciar intensamente os resultados de pesquisa (HARRIS, 1920). Os objetivos do estudo foram: identificar se os dados do teor de argila apresentam dependência espacial; determinar os parâmetros do semivariograma como *nugget*, patamar e 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, Fazenda Angra (CAPECHE et al., 1997), por pesquisadores da PESAGRO e Embrapa Solos. No estudo

pedológico foram avaliadas as características morfológicas, físicas e químicas dos solos, e apresentadas também, informações referentes à distribuição geográfica. Para o estudo geoestatístico foi considerada a variável agrônômica teor de Argila (%), na camada de 0-20 cm. 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”.

Os dados georreferenciados foram avaliados por diferentes estruturas de covariância como a exponencial, a esférica e a gaussiana identificando dentre elas a que melhor explicasse a dependência espacial da argila no solo (OLIVEIRA, 2003). Na geoestatística a ferramenta utilizada é o semivariograma para verificar a dependência espacial expressa pela seguinte equação:

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

$N(h)$ 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, esférica e gaussiana identificando quem melhor se ajusta aos dados. O software utilizado para a estimativa dos parâmetros dos semivariogramas e a krigagem foi o GEOEST (VIEIRA, 1983). Os mapas de superfície para os três modelos foram realizados pelo Surfer v.9.0.

Resultados e Discussão

O *Box-plot* identificou a presença de outliers (Figura 1), cujos valores foram encontrados na região em que ocorreram muitas enchentes das lagoas próximas da região experimental. Segundo Oliveira (2003) tais valores influenciam negativamente o semivariograma experimental, produzindo estimativas irreais. Sendo assim, para a aplicação do método geoestatístico optou-se pela retirada dos valores discrepantes identificados. A análise exploratória indicou leves coeficientes de assimetria e curtose (-0,691; -0,298), média 54,2 e coeficiente de variação de 17,8. Esta variável pôde ser estudada segundo a distribuição normal (Tabela 1).

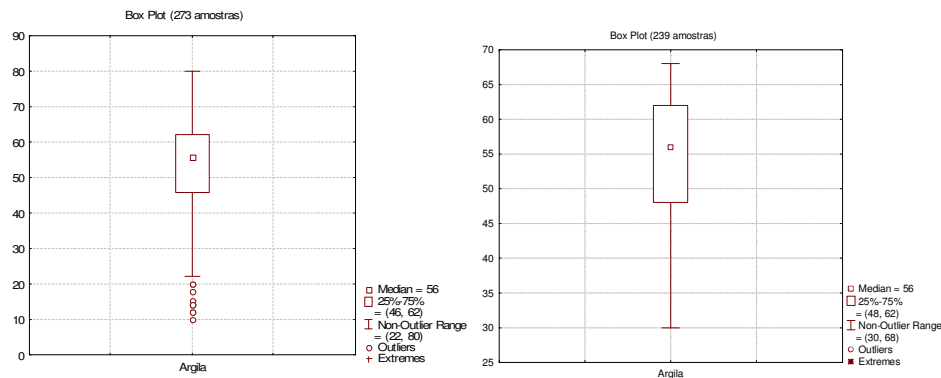


Figura 1. *Box-plot* antes e depois da retirada dos outliers da variável argila (%).

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
Assimetria	0,9879	-0,6915
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 se ajustou ao padrão espacial do teor de argila foi o exponencial, apresentando os menores valores de efeito pepita e quadrado médio residual (Tabela 2 e Figura 2). Pôde-se ainda observar nesta tabela que a dependência espacial no modelo exponencial ocorreu até 297,646 metros.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros geostatísticos, 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	5,431	85,956	297,646	0,9873	0,167663
Esférico	25,331	64,026	290,702	0,9857	0,190724
Gaussiano	35,051	54,271	243,955	0,9895	0,168265

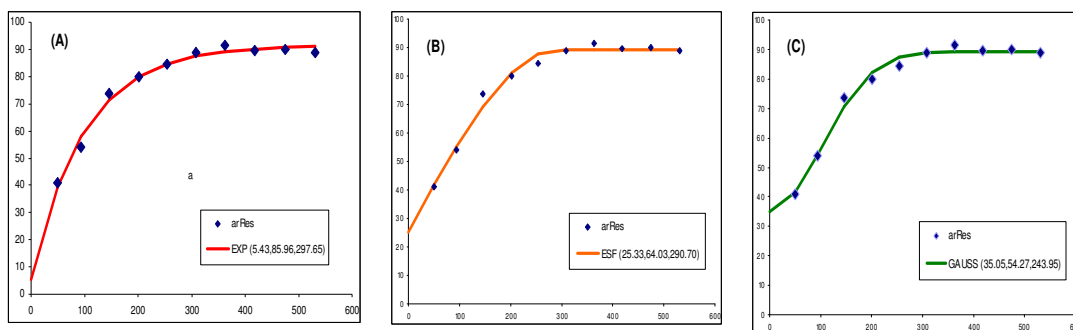


Figura 2. Semivariogramas. A: modelo exponencial; B: modelo Esférico; C: modelo Gaussiano ajustados aos dados de argila (%).

A superfície espacial para o teor de argila pelo modelo exponencial foi 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, estão localizados à esquerda do mapa (Tabela 3).

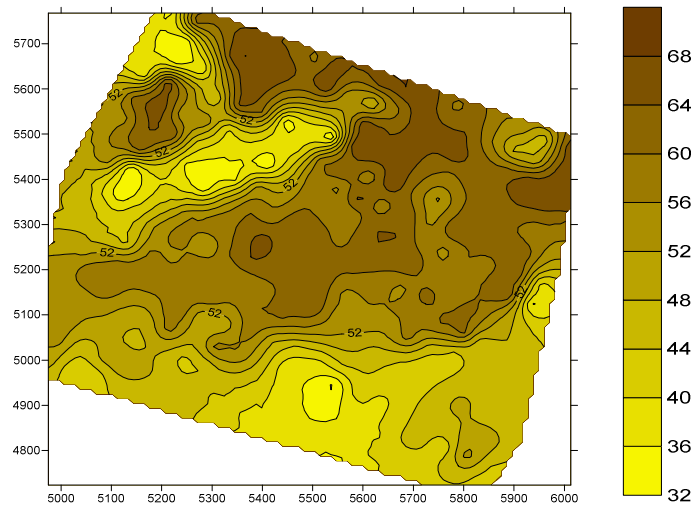


Figura 3. Mapa de *Krigagem* do teor de argila (%).

Conclusões

- O semivariograma indica dependência espacial para o teor de argila;
- O modelo que apresenta os resultados mais satisfatórios para a avaliação da 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 da 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.; 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.