

XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

CONQUISTAS & DESAFIOS da Ciência do Solo brasileira

De 05 a 10 de
agosto de 2007

Serrano Centro de
Convencões
Gramado/RS



XXXI
CONGRESSO
BRASILEIRO
DE CIÊNCIA
DO SOLO



De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convencões - Gramado-RS

Realização:



Promoção:

Apoio:



Patrocínio:





Variabilidade Espacial da Textura de um Solo Cultivado com Videiras, por Meio de Técnicas Geoestatísticas

L.S. AQUINO⁽¹⁾, N.L. RECKZIEGEL⁽²⁾, L.C. TIMM⁽³⁾, L.H. BASSOI⁽⁴⁾, C.M.P. VAZ⁽⁵⁾, J. MANIERI⁽⁶⁾
& V.E.Q. TAVARES⁽⁷⁾

RESUMO – A análise da variabilidade espacial dos atributos de um solo permite identificar as zonas homogêneas desses atributos no campo, tornando possível a realização de um manejo mais racional e adequado das operações agrícolas. O objetivo desse trabalho é analisar a variabilidade espacial da textura de um solo, classificado como Areia Quartzosa, nas profundidades de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m, em uma área irrigada cultivada com videiras em Petrolina – PE, por meio da técnica de Geoestatística. Foi estabelecida uma malha retangular de 14 x 12 pontos (168 pontos em cada profundidade), totalizando 336 amostras de solo, onde foram determinadas as frações argila, silte e areia utilizando um analisador granulométrico por raios gama. Logo após, foi feita a análise exploratória de cada conjunto de dados por meio da estatística clássica e, em seguida, a estrutura de dependência espacial de cada variável foi analisada por meio da técnica de Geoestatística possibilitando a elaboração dos mapas de contorno. Baseado nos valores calculados dos coeficientes de assimetria e curtose, bem como na aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov, todas as séries tenderam a uma distribuição normal. Os resultados mostraram que a fração argila, na profundidade de 0-0,20m e a fração areia, na profundidade 0,20-0,40m, apresentaram uma estrutura de dependência espacial, sendo que o melhor ajuste foi propiciado pelo modelo exponencial, indicando um alcance de 8,30 m para a argila e 6,37 m para a areia. As demais variáveis apresentaram comportamento caracterizado como efeito pepita puro, indicando uma

distribuição aleatória dos dados na área experimental. Os mapas de contorno foram construídos através da técnica de Krigagem para as séries que apresentaram dependência espacial, e para aquelas que não apresentaram utilizou-se a técnica do Inverso do Quadrado da Distância para interpolação dos dados e construção dos mapas. Por meio desses mapas foi possível identificar as áreas homogêneas de cada variável para um futuro manejo diferenciado da irrigação.

Introdução

A variabilidade espacial do solo ocorre em diferentes escalas e está relacionada às variações do material de origem, clima, relevo, organismos e tempo, ou seja, relacionada aos processos de formação do solo e/ou aos efeitos das práticas de manejo adotadas na área (McGraw [1]). Dentre os atributos do solo, as frações argila, silte e areia (textura do solo) assumem papel importante em fenômenos ligados à retenção e armazenamento de água no solo, dentre outros (Reichardt & Timm [2]). Em vista disso, torna-se importante o estudo da variabilidade espacial dessas frações, permitindo a identificação de zonas que possam ser consideradas homogêneas, no intuito de um manejo diferenciado e racional do ambiente físico onde a planta se desenvolve. Nielsen & Wendroth [3] apresentam algumas ferramentas estatísticas para o estudo da variabilidade espacial, podendo-se destacar a técnica de Geoestatística. A teoria fundamental da Geoestatística é, segundo Isaaks & Srivastava [4], a esperança de que, na média, as amostras coletadas mais próximas no espaço

^(1,2) Primeiro e segundo autores são graduandos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário – Caixa Postal 354, Capão do Leão, RS, CEP 96010-900. E-mail: leandrosaq@gmail.com (apresentador do trabalho).

^(3,7) Terceiro e sétimo autores são Professores Adjuntos do Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário – Caixa Postal 354, Capão do Leão, RS, CEP 96010-900.

⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Semi-Arido – Caixa Postal 23, Petrolina, PE, CEP 56302-970.

⁽⁵⁾ Pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária – Caixa Postal 741, São Carlos, SP, CEP 13560-970.

⁽⁶⁾ Bolsista DTI – CNPq da Embrapa Instrumentação Agropecuária – Caixa Postal 741, São Carlos, SP, CEP 13560-970.

Apoio financeiro: CNPq e FAPERGS



sejam mais similares entre si do que as que estiverem mais distantes.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é analisar e identificar a estrutura de variabilidade espacial das frações argila, silte e areia nas profundidades de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m, em uma área irrigada cultivada com videiras em Petrolina – PE, por meio da técnica de Geoestatística.

Palavras-Chave: semivariograma, Krigagem, dependência espacial, mapas de contorno.

Material e Métodos

Uma malha retangular de 14 x 12 pontos (total de 168 pontos) foi estabelecida em uma área experimental cultivada com videira (espaçamento de 3,5 m entre linhas e 4 m entre plantas), pertencente à Fazenda Alpha Vale, em Petrolina-PE. O solo da área experimental é classificado como Areia Quartzosa. Foram coletadas 336 amostras de solo (168 amostras na profundidade de 0-0,20 m e 168 amostras na profundidade de 0,20-0,40 m) nas quais foram determinadas as frações argila, silte e areia por meio de um analisador granulométrico por raios gama (Vaz *et al.* [5]). Após, os seis conjuntos de dados foram analisados usando a estatística clássica, calculando as medidas de posição (média e mediana), de dispersão (coeficiente de variação e valores mínimo e máximo) e a forma da distribuição dos dados (coeficientes de assimetria e curtose). A hipótese de normalidade dos dados foi conferida pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (Landim [6]). Para a análise geoestatística foi utilizado o Software GS+ (Gamma Design Software [7]), versão 7.0, que fornece o semivariograma experimental e o teórico com os respectivos parâmetros de ajustes (efeito pepita, C_0 ; patamar, C_0+C ; e alcance A_0). A escolha do melhor modelo de ajuste do semivariograma teórico se dá pelo menor valor de SQR (Soma de Quadrados do Resíduo) e o maior valor do coeficiente de correlação (r^2). Para analisar o grau de dependência espacial das variáveis que compõem a textura do solo, utilizou-se a classificação de Cambardella *et al.* [8], o qual considera a dependência espacial forte quando a relação $C_0/(C_0+C) \leq 25\%$, moderada quando $25 < C_0/(C_0+C) \leq 75\%$, e fraca quando $C_0/(C_0+C) > 75\%$.

A partir do semivariograma teórico, foram gerados os mapas de contorno para os valores de cada fração textural na área experimental, por meio da técnica de Krigagem (Vieira [9]). Quando não foi identificada uma estrutura de dependência espacial, o mapa foi gerado utilizando o interpolador Inverso da Distância ao Quadrado (Câmara & Carvalho [10]).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da

análise descritiva das frações argila, silte e areia. De acordo com a classificação sugerida por Wilding & Drees [11], os coeficientes de variação (CV) dos teores de argila são classificados como moderada variação ($15\% < CV < 35\%$) nas duas profundidades. Já os CVs da fração silte apresentaram alta variação ($CV > 35\%$), enquanto que os da fração areia são considerados de baixa variação ($CV < 15\%$).

Em todas as séries os valores da média e da mediana foram bastante próximos, indicando uma tendência dos dados se distribuírem normalmente, fato esse confirmado pelos valores obtidos dos coeficientes de assimetria e de curtose (Tabela 1). Também foi aplicado o teste não-paramétrico de Kolmogorov-Smirnov, onde verificou-se que, ao nível de 5% de probabilidade, todas as séries tendem a uma distribuição normal, i. e., não há necessidade de transformação dos dados.

Na Fig. 1 são apresentados os semivariogramas experimentais e teóricos, com seus respectivos parâmetros de ajuste, bem como os mapas de contorno das frações argila, silte e areia para a profundidade de 0-0,20 m. Na Fig. 2 são apresentadas as mesmas informações para a profundidade de 0,20-0,40 m.

Analisando conjuntamente as Figs. 1 e 2, verifica-se que somente as séries de argila (Fig. 1-A₁) e areia (Fig. 2-C₁) apresentaram uma estrutura de dependência espacial. O grau de dependência espacial, segundo Cambardella *et al.* [8], é classificado como forte, pois a relação $C_0 / (C_0+C)$ é igual a 9,9% para ambas as séries. O modelo matemático ajustado (semivariograma teórico) foi o modelo exponencial, indicando um alcance (A_0) de 2,78 m para argila (0-0,20 m) e 2,19 m para areia (0,20-0,40 m). Entretanto, Guimarães [12] salienta que o valor de A_0 ajustado pelo modelo exponencial deve ser multiplicado pelo fator 3, pois o software GS+ não utiliza esse fator na fórmula de ajuste desse modelo matemático. Portanto, o alcance real estimado para a série de argila é igual a 8,34 m e para areia é igual a 6,37 m, indicando que os valores de argila e areia, separados por distâncias superiores a esses valores são independentes entre si. As outras séries apresentaram efeito pepita puro, indicando que a distribuição espacial das séries de silte e areia na profundidade de 0-0,20 m, e argila e silte na profundidade de 0,20-0,40 m, é aleatória nesta área experimental.

Por meio dos semivariogramas teóricos foi possível aplicar a técnica de Krigagem para interpolação espacial dos dados de argila e areia nas profundidades de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m, respectivamente, no intuito da construção dos mapas de contorno dessas variáveis (Figs. 1-A₂ e 2-C₂). Para as demais séries, que apresentaram efeito pepita puro, foi utilizada a técnica do Inverso do Quadrado da Distância para a interpolação espacial dos dados e construção dos mapas de contorno (Figs. 1-B₂ e 1-C₂ e Figs. 2-A₂ e 2-B₂) utilizando também o software GS+. A partir dos mapas apresentados torna-se possível a separação da área em parcelas homogêneas, que permite um futuro planejamento do manejo das operações agrícolas na área experimental.



Conclusões

Todas as variáveis analisadas apresentaram uma tendência à normalidade na distribuição dos dados o que possibilitou a utilização da ferramenta geoestatística sem a necessidade de transformação dos dados.

As frações argila (0-0,20 m) e areia (0,20-0,40 m) apresentaram uma estrutura de dependência espacial, com alcances de 8,30 m e 6,37 m, respectivamente, sendo o seu grau de dependência classificado como forte para ambas as séries. As demais séries não apresentaram uma estrutura de dependência, i. e., foi encontrado efeito pepita puro.

Agradecimentos

Ao CNPq e a FAPERGS pelo auxílio financeiro e pela concessão das bolsas. À Fazenda Alpha Vale, pela concessão da área para realização do experimento.

Referências

- [1] MCGRAW, T. Soil test level variability in Southern Minnesota. *Better Crops with Plant Foods*, v.78, p.24-25, 1994.
[2] REICHARDT, K. & TIMM, L.C. *Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações*. São Paulo: Editora Manole, 2004. 478p.

- [3] NIELSEN, D.R. & WENDROTH, O. *Spatial and temporal statistics: sampling field soils and their vegetation*. Reiskirchen: Catena Verlag, 2003. 398p.
[4] ISAAKS, E. H. & SRIVASTAVA, R. M. *An introduction to applied geostatistics*. New York: Oxford University Press, 1989. 561p.
[5] VAZ, C. M. P.; NAIME, J. M.; SILVA, A. M. & MELLO, S. *Análise granulométrica por raios gama*. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 1997. 13p. (Boletim de pesquisa, 5).
[6] LANDIM, P.M.B. *Análise estatística de dados geológicos*. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 253p.
[7] GAMMA DESIGN SOFTWARE. *GS+: Geostatistics for the Environmental Sciences*. Plainwell: Gamma Design Software, 2004.
[8] 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 America Journal*, v.58, p. 1501-1511, 1994.
[9] VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H. & SCHAEFER, C.E.G.R. (Eds.). *Tópicos em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p.1-54.
[10] CÂMARA, G. & CARVALHO, M.S. *Análise especial de eventos*. In: DRUCK, S., CARVALHO, M.S., CÂMARA, G. & MONTEIRO, A.M.V. (Eds.) *Análise espacial de dados geográficos*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. cap. 2. p.55-75.
[11] WILDING, L. P. & DREES, L. R. *Spatial variability and pedology*. In: WILDING, L. P. & DREES, L. R., eds. *Pedogenesis and soil taxonomy: concepts and interactions*. New York, Elsevier, 1983. p.83-116.
[12] GUIMARÃES, E.C. *Geoestatística básica e aplicada*. Uberlândia: Faculdade de Matemática-Universidade Federal de Uberlândia, 2004. 77p. (Apostila).

Tabela 1. Medidas de posição (média e mediana), de dispersão (valor mínimo, valor máximo e coeficiente de variação), coeficientes de assimetria e curtose e o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) para as séries de argila, silte e areia nas camadas de 0-0,20 m e 0,20-0,40 m de profundidade.

Variável	Média (%)	Mediana (%)	Coeficiente de Variação (%)	Valor Mínimo (%)	Valor Máximo (%)	Assimetria	Curtose	K-S
Profundidade 0 – 0,20 m								
Argila	7,9	7,9	24,8	2,3	12,8	-0,017	0,13	0,058*
Silte	3,7	3,4	38,7	1,2	7,5	0,560	-0,34	0,100**
Areia	88,4	88,3	2,3	84,0	95,4	0,570	0,49	0,099**
Profundidade 0,20 – 0,40 m								
Argila	7,9	8,0	24,6	3,2	13,0	-0,080	-0,43	0,082*
Silte	3,6	3,0	43,8	0,9	8,5	0,600	-0,26	0,098**
Areia	88,5	88,7	2,3	82,0	92,5	-0,370	0,22	0,061*

* Valores referentes ao teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de confiança de 10% (K-S crítico = 0,09).

** Valores referentes ao teste de Kolmogorov-Smirnov ao nível de confiança de 5% (K-S crítico = 0,10).

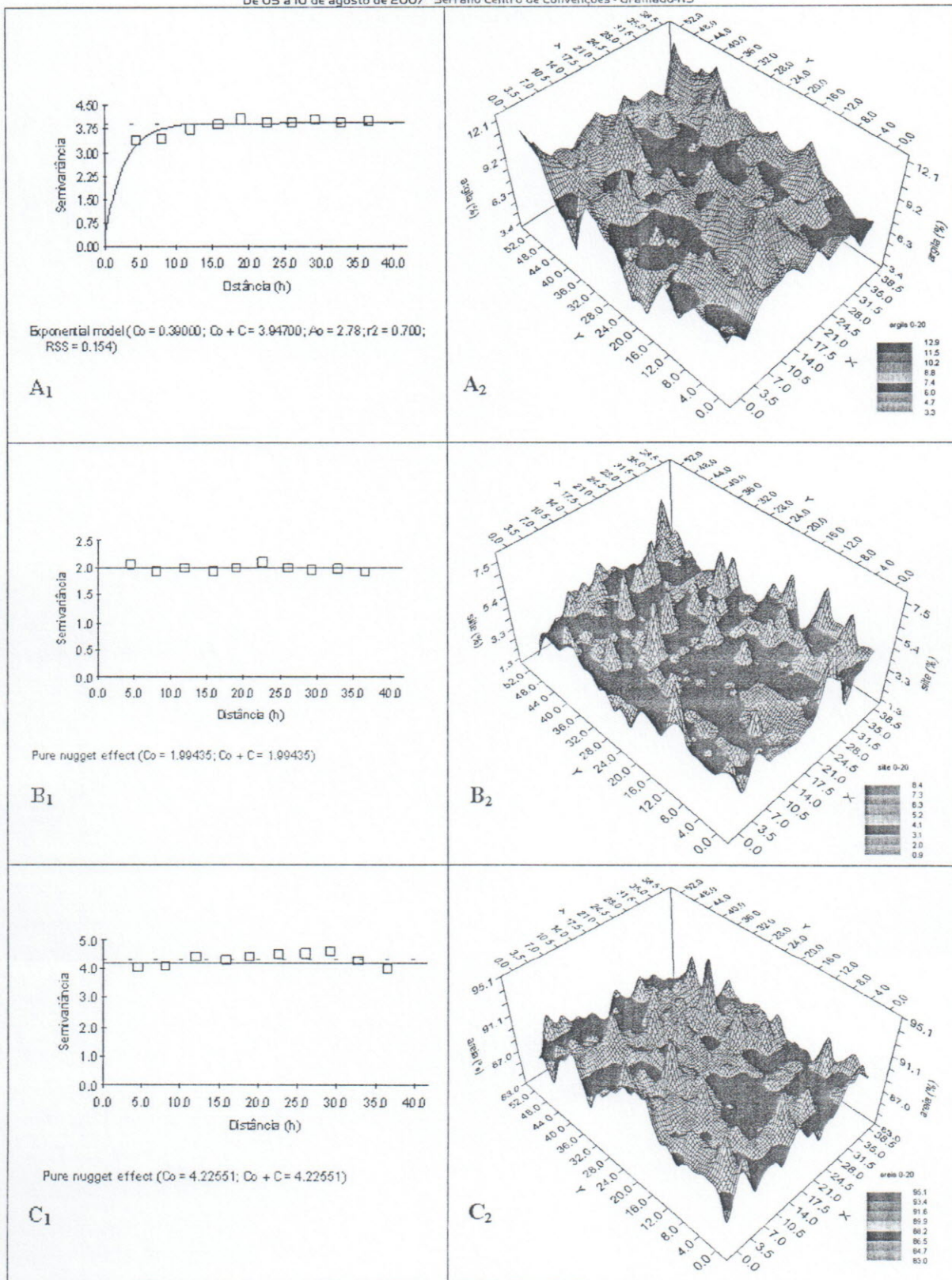


Figura 1. Semivariogramas experimentais e teóricos (argila A₁, silte B₁ e areia C₁) e mapas de contorno (argila A₂, silte B₂ e areia C₂) dos dados de textura do solo na profundidade de 0-0,20 m.

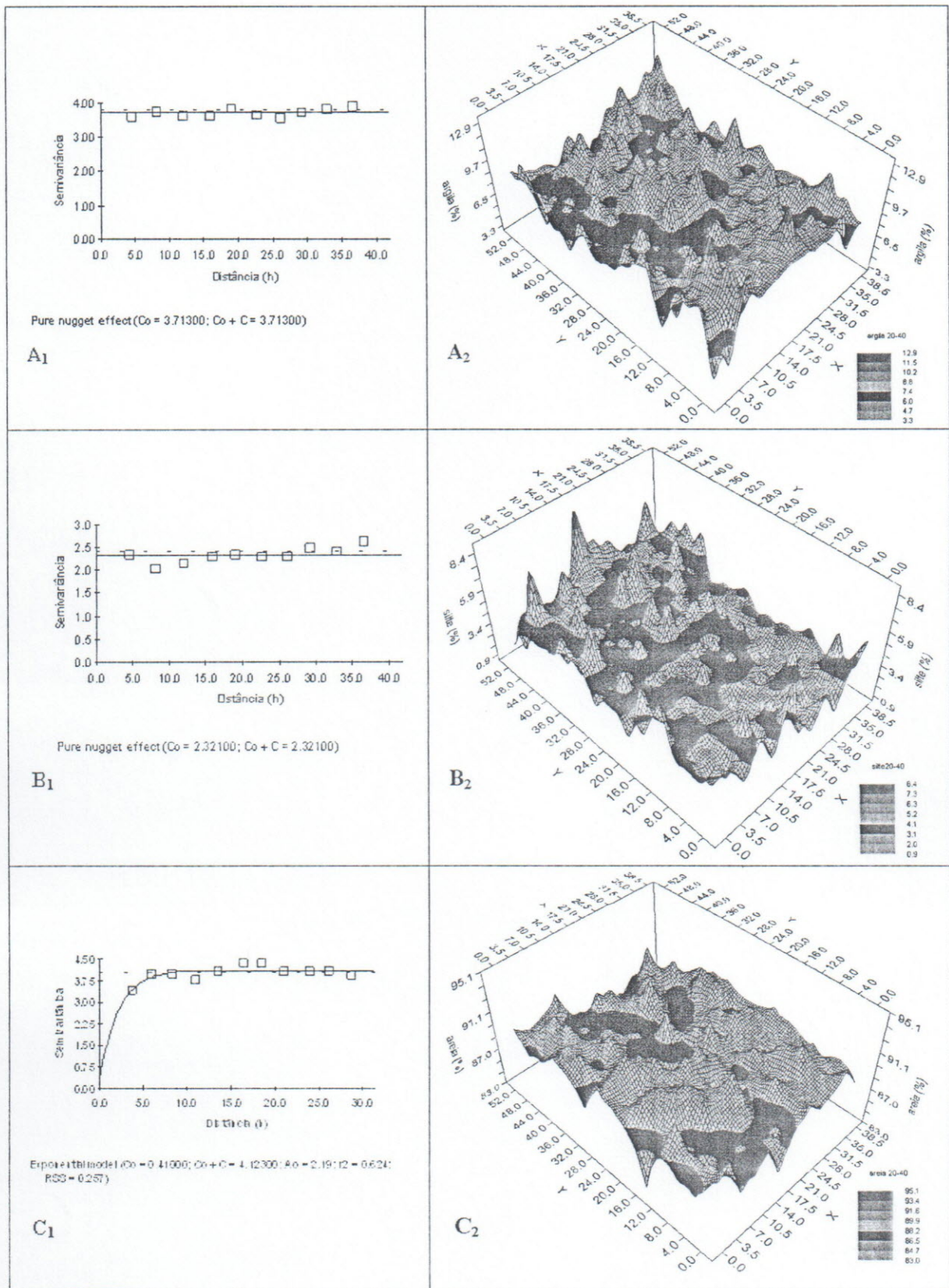


Figura 2. Semivariogramas experimentais e teóricos (argila A₁, silte B₁ e areia C₁) e mapas de contorno (argila A₂, silte B₂ e areia C₂) dos dados de textura do solo na profundidade de 0,20-0,40 m.



XXXI
CONGRESSO CONQUISTAS
BRASILEIRO & DESAFIOS
DE CIÊNCIA da Ciência do
DO SOLO Solo brasileira



De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convenções - Gramado-RS