

VARIABILIDADE ESPACIAL DE PLANTAS DANINAS E DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO NO SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA DE LONGA DURAÇÃO

ELIANE M. PEREIRA¹; SIDNEY R. VIEIRA²;

Nº 11112

RESUMO

O objetivo deste trabalho é determinar a variabilidade espacial de plantas daninhas e a condutividade hidráulica do solo no sistema de semeadura direta de longa duração. Este estudo foi desenvolvido em uma área de 3,2 ha, localizada no Centro Experimental do Instituto Agrônomo em Campinas (SP), sendo manejado com sistema de plantio direto desde 1985. A área de estudo foi dividida em uma grade de amostragem contendo 302 pontos de amostragem com espaçamento de 10 m x 10 m. As plantas daninhas foram contabilizadas nos dias 16/07/2010, 19/08/2010 e 20/10/2010. Os dados de plantas daninhas apresentaram elevados valores de coeficiente de variação, sendo a espécie *Raphanus raphanistrum* a mais freqüente na área de estudo. Em 26/01 e 17/02/2011 as plantas daninhas foram contabilizadas novamente, foi observado a ocorrência da trapueira (*Commelina ssp.*). Ferramentas de geoestatística foram utilizadas para determinar a variabilidade espacial dos atributos em estudo por meio do ajuste do semivariograma experimental.

ABSTRACT

The objective of this study is to determine the spatial variability of weeds and soil and the hydraulic conductivity of soil in the system of direct long-term tillage. This study was conducted in an area of 3.2 ha, located at the Experimental Center of the Agronomic Institute in Campinas (SP), and managed with a direct plantation system since 1985.

The study area was divided into a grid of samples, containing 302 sampling points with a spacing of 10 m x 10 m.

The weeds were counted in days (07/16, 08/19 and 10/20/2010), data of weeds showed high values of coefficient variation, and the species *Raphanus raphanistrum* was the most frequent in the study area. The weeds were again counted in days 01/26

¹ Bolsista CNPq: Graduação em Ciências Biológicas, PUC, Campinas-SP, eliane_mpe@yahoo.com.br.

² Orientador: Pesquisador, CENTRO DE SOLOS/IAC, Campinas-SP.

and 02/17/2011, was observed occurrence of the species (*Commelina ssp*). Geostatistical tools were used to determine the spatial variability of the attributes in the study by adjusting the experimental semivariogram.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da variabilidade espacial de plantas daninhas e dos atributos do solo e desenvolvimento das culturas, no espaço e no tempo, é considerado, atualmente como o princípio básico para o manejo preciso das áreas agrícolas, qualquer que seja a sua escala.

O crescimento de plantas daninhas geralmente ocorre de forma irregular nas áreas agrícolas, sendo que o grau de interferência depende da característica da cultura tais como variedade e espécie, características do ambiente, condições climáticas e do manejo do sistema agrícola (BLEASDALE, 1960). Neste contexto é possível o mapeamento da variabilidade espacial com a utilização de ferramentas da agricultura de precisão, possibilitando assim as aplicações de localizada de herbicidas (SHIRATSUCHI et al., 2004).

O conhecimento da variabilidade espacial dos atributos do solo e das culturas no espaço e no tempo é considerado, atualmente como o princípio básico para o manejo preciso das áreas agrícolas, qualquer que seja a sua escala (GREGO e VIEIRA, 2005). De acordo com CORÁ et al.,(2004) o manejo do solo propicia alterações na variabilidade natural do solo, principalmente nas camadas superficiais.

SIQUEIRA et al. (2006) descreve que os atributos físicos do solo influenciam diretamente no desenvolvimento radicular das culturas e, conseqüentemente na sua produtividade. Sendo assim a compreensão da variabilidade espacial de atributos físicos do solo coletados por diferentes métodos de amostragem favorece o gerenciamento das informações coletadas em campo para a aplicação em agricultura de precisão.

O objetivo deste trabalho foi determinar a variabilidade espacial de plantas daninhas e de atributos físicos de um Latossolo Vermelho Eutroférico sob o sistema de semeadura direta de longa duração em Campinas (SP).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro Experimental Central - Fazenda Santa Elisa, pertencente ao Instituto Agrônomo, Campinas (São Paulo, Brasil). A área de estudo está dividida em uma grade de amostragem contendo 302 pontos com

espaçamento de 10 m x 10 m. O solo da área foi classificado como Latossol Vermelho Eutroférico A a moderado e de textura argilosa segundo classificação de OLIVEIRA et al. (2000). De acordo com a classificação climática internacional de Köppen, a região de Campinas apresenta transição entre os tipos climáticos Cwa e Cfa, ou seja, clima tropical de altitude com inverno seco e verão úmido. O manejo da área constitui-se basicamente na semeadura da cultura de verão com soja e inverno com a cultura de verão

Após o crescimento do tritcale (*Triticum secale*). Nos dias 16/07, 19/08 e 20/10/2010 realizaram-se as contagens de plantas daninhas, em 26/01 e 17/02/2011 as plantas daninhas foram contabilizadas novamente após o crescimento da soja (*Glycine max*) essas contagens foram realizadas seguindo os procedimentos descritos por LUTMAN & PERRY (1999), onde em cada ponto de amostragem foi lançado ao acaso um círculo com 0,563m de diâmetro (1m²) para identificação do número de indivíduos por ponto, número de espécies por ponto e a incidência de cada espécie em cada um dos pontos de amostragem.

Para realização das medições de permeabilidade foi utilizado o permeâmetro modelo IAC. Foram efetuadas medições nas profundidades de 0,0-2,0 m e 2,0-4,0 m de acordo com método estabelecido por VIEIRA (1998). Com as medições foram obtidas taxas constantes de fluxo em mm min⁻¹, correspondente a carga hidráulica de 5 cm. Para realização das análises de infiltração tridimensional e a condutividade hidráulica saturada do solo foi utilizado o programa One head.

Para verificar a variabilidade espacial das variáveis, os resultados foram analisados através de métodos geoestatísticos de análise de semivariogramas, descritos por VIEIRA (2000), partindo das pressuposições de estacionaridade da hipótese intrínseca. A dependência espacial entre locais vizinhos foi calculada através da semivariância $\gamma(h)$ estimada pela equação:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2 N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (4)$$

em que N(h) será o número de pares dos valores medidos $Z(x_i)$, $Z(x_i+h)$, separados por um vetor h, que é a distância determinada a partir das coordenadas de $Z(x_i)$ e de $Z(x_i+h)$. O cálculo da equação (4) gera valores de $\gamma(h)$ correspondentes a distâncias h, cujo gráfico se chama semivariograma.

O semivariograma foi utilizado e ajustado conforme VIEIRA (2000) depois de detectado a dependência espacial das amostras. Foram definidos os parâmetros do semivariograma: a) efeito pepita (C_0), que é o valor de γ quando $h=0$; b) alcance da

dependência espacial (a), que é a distância em que $\gamma(h)$ permanece aproximadamente constante, após aumentar com o aumento de h ; c) patamar ($C_0 + C_1$) que é o valor de $\gamma(h)$ a partir do alcance e que se aproxima da variância dos dados.

Foi estabelecido o grau de dependência espacial, que é a proporção do efeito pepita em relação ao patamar, e que de acordo com CAMBARDELLA et al. (1994), apresenta a seguinte proporção: a) forte para $C_0 < 25\%$ do ($C_0 + C_1$); b) moderado para $C_0 = 25-75\%$ do ($C_0 + C_1$); e c) fraco para $C_0 > 75\%$ do ($C_0 + C_1$).

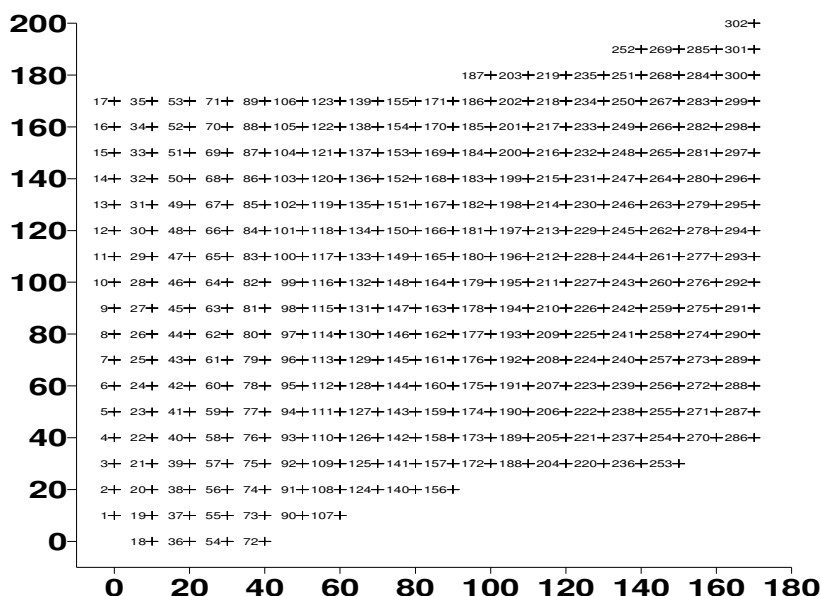


Figura 1. Esquema de amostragem de campo com 302 pontos, Latossolo Vermelho Eutroférico A moderado de textura argilosa onde os sinais “+” indicam as posições de coleta.

O conhecimento da distribuição espacial destas espécies é importante para o tratamento localizados com herbicidas, a construção de mapas é importante para a verificação e a interpretação da variabilidade espacial de espécies ocorrentes.

O programa SURFER (1999) foi utilizado para construção de mapas de isolinhas das variáveis em função da coordenada geográfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 descreve os números de pontos valores de média, variância, desvio padrão, C.V (coeficiente de variação), valor mínimo, valor máximo assimetria e curtose

das plantas nabiça, trapueraba e outras plantas daninhas contadas em 2010 durante o desenvolvimento da cultura da soja e do triticali.

A maior média de nabiças foi encontrada em outubro de 2010 e a menor em agosto de 2010. Essa diferença foi constatado devido em agosto de 2010 a cultura de o triticali estar em pleno florescimento e devido o efeito alelopático que a cultura possui. Na avaliação realizada em outubro os maiores valores encontrados de nabiças é explicado pela colheita da cultura do triticali anteriormente. Na avaliação das outras plantas daninhas realizadas em outubro, os valores foram muito maiores das outras avaliações, pois não tinha nenhuma cultura no campo para competir por água, luz e nutrientes com as plantas daninhas.

Tabela 1. Análise estatísticas dos 302 pontos plantas daninhas no sistema de plantio direto. Campinas 2011.

	<i>Média</i>	<i>Varia.</i>	<i>D.P.</i>	<i>C.V.</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>Assi.</i>	<i>Curt.</i>
16/07 Nabiças	7,38	41,35	6,431	87,09	0,00	39,00	1,709	4,151
16/07 Outras	2,86	27,24	5,219	182,6	0,00	50,00	5,497	38,57
19/08 Nabiças	4,81	47,53	6,894	143,2	0,00	53,00	3,858	19,83
19/08 Outras	0,44	1,656	1,287	292,2	0,00	10,00	4,568	25,79
20/10 Nabiças	7,68	100,4	10,02	130,5	0,00	98,00	4,032	26,86
20/10 Outras	41,65	2511,	50,11	120,3	0,00	407,0	3,011	13,38

Varia.: Variância; D.P.: Desvio Padrão; C.V.: Coeficiente de Variação; Min.: Valor mínimo; Max.: Valor máximo; Assi.: Assimetria; Curt.: Curtose.

As plantas daninhas estudadas apresentaram alta distribuição de frequência. A análise de geoestatística demonstra que a espécie *Raphanus raphanistrum* contabilizada no dia 22/10/2010 e outras plantas daninhas contabilizadas nos dias 16/07, 19/08 e 22/10 apresentaram efeito pepita puro, além das plantas daninhas trapueraba e outras contadas no dia 17/02/2011 que também apresentaram efeito pepita puro (Tabela 2). Isso mostra como é descontínua a variabilidade espacial das plantas daninhas.

O modelo exponencial foi ajustado em 50 % dos modelos, seguido pelo esférico e gaussiano com 25%. Os valores de alcance são muito diferentes, variando de 105 metros em outras plantas daninhas avaliadas em 22/10/2010 até a trapueraba com 27,3 metros. Os valores de alcance mostram até quantos metros as amostras apresentam dependência espacial e são correlacionadas entre si.

Na análise do grau de dependência espacial (GD), as nabiças na coleta de 19/08/2010 apresentaram o valor de C_0 muito baixo, por isso obtiveram o menor valor do GD indicando que a dependência espacial é forte assim como na trapueraba na coleta realizada em janeiro de 2011. Os demais valores do GD foram medianos e a contribuição efeito pepita na variação total dos dados variou de 38,86 a 40,69.

Na análise dos parâmetros do semivariograma da condutividade hidráulica do solo saturado está apresentado na Tabela 3. Em ambas as profundidades foram ajustadas o modelo esférico e apresentaram valores muito próximos do GD. Na profundidade de 0-20 cm apresentou os menores valores de alcance devido a menor descontinuidade espacial com 45,85 metros, diferentemente da profundidade de 20-40 cm que obteve o alcance de 72,00 metros. Essa diferença de alcance indica que a variabilidade espacial na profundidade de 20-40 possui manchas mais homogêneas.

Tabela 2. Análise estatísticas dos 302 pontos plantas daninhas no sistema de plantio direto. Campinas 2010.

<i>Daninhas</i>	<i>Data</i>	<i>Modelo</i>	C_0	C_0+C_1	a (metros)	<i>GD</i>
Nabiças	19/08/2010	Exponencial	0,1	39,27	46	0,25
Outras	19/08/2010			EPP		
Nabiças	22/10/2010			EPP		
Outras	22/10/2010	Gaussiano	1363	3350	105	40,69
Nabiças	16/07/2010	Esférico	18,62	47,91	69,2	38,86
Outras	16/07/2010			EPP		
Trapueraba	26/01/2011	Exponencial	5,90	88,6	27,3	6,66
Outras	26/01/2011			EPP		
Trapueraba	17/02/2011			EPP		
Outras	17/02/2011			EPP		

EPP: Efeito pepita puro; GD: Grau de dependência espacial.

Tabela 3. Análise estatísticas de infiltração de água no solo nos 302 pontos carga hidráulica de 5 cm no sistema de plantio direto. Campinas 2010.

	<i>Taxa de infiltração</i> <i>0-20 cm</i>	<i>Taxa de infiltração</i> <i>20-40 cm</i>
Modelo	Exponencial	Exponencial
C_0	0,12	2,62
C_0+C_1	0,34	7,26
a (metros)	45,85	72,00
GD	35,29	36,09

GD: Grau de dependência espacial.

Mapas das amostragens de condutividade hidráulica saturada do solo nas profundidades 0-20 e 20-40 cm as machas apresentam-se diferentes, não há semelhança entre as amostras (Figura 2).

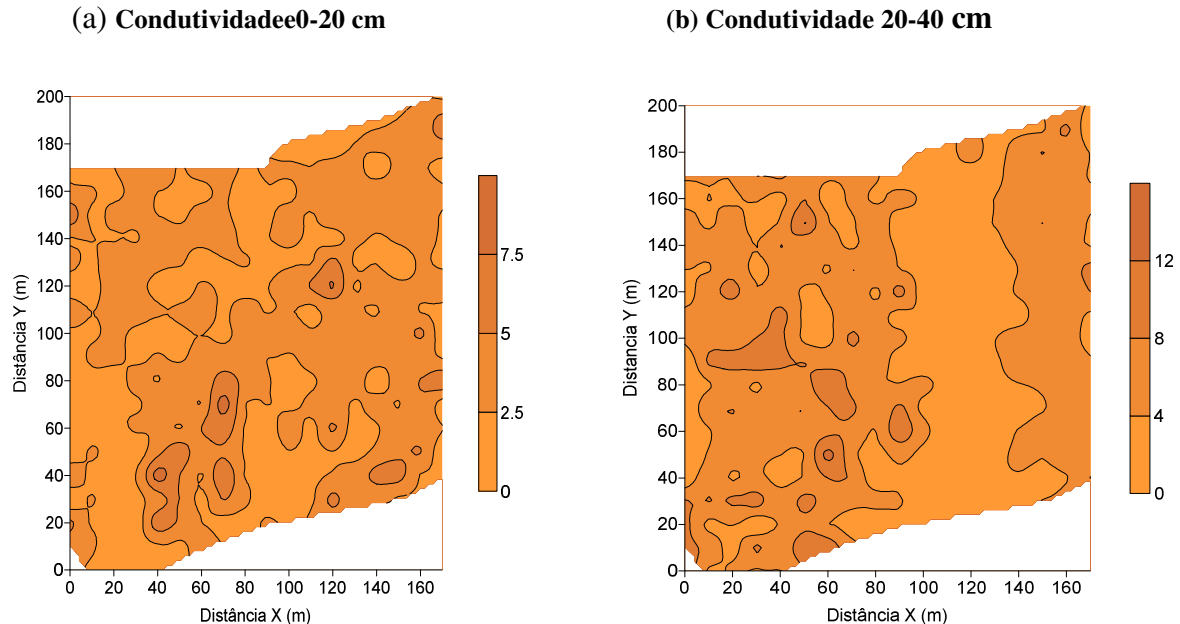


Figura 1. Mapas de condutividade hidráulica do solo que apresentaram dependência espacial.

Na camada mais profunda há maior estabilidade hidráulica o que pode ser condicionado pelo não revolvimento do solo, diferentemente da camada superficial onde houve menor estabilidade. De acordo com VIEIRA et al (1981) a dependência espacial de água no solo é atribuída não somente aos processos de formação do solo, mas também é influenciada pelos sistemas de manejo.

Durante a cultura da soja foi realizado a contagem de plantas daninhas na área de estudo no mês de janeiro e fevereiro as plantas contabilizadas foi em sua maior parte as trapoerabas. De acordo com Lorenzi (1991) trata-se de uma planta daninha que é bastante freqüente em culturas anuais, apresenta preferência por solos argilosos, úmidos e sombreados, o que explica sua maior ocorrência em 26/01/2010, época em que a planta da soja estava alta.

Mapas de plantas daninhas mostram dependência espacial entre as amostras. Os dados de plantas daninhas apresentaram elevados valores de coeficiente de variação, sendo a espécie *Raphanus raphanistrum* a mais freqüente na área de estudo.

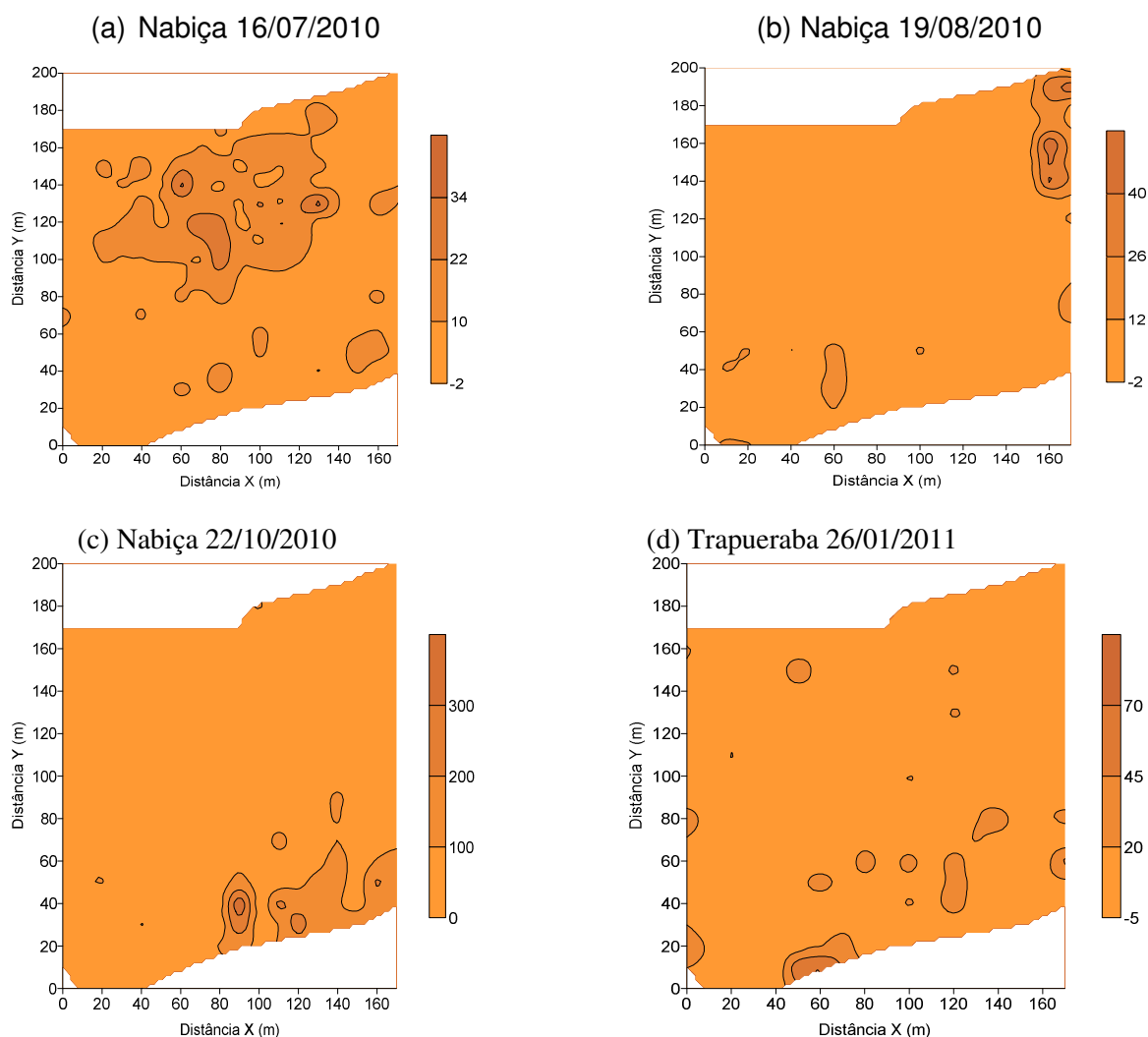


Figura 2. Mapas da contagem de plantas daninhas na área de estudo que apresentaram dependência espacial.

Os mapas de variabilidade espacial para espécies de plantas daninhas que apresentaram variabilidade espacial são apresentados na figura 2, verifica-se que a Nabiça 16/07/2010 foi a que apresentou maior homogeneidade.

O mapa da espécie Nabiça 19/08/2010 figura 2, apresentou uma agregação maior no lado direito da área, não havendo nenhuma semelhança de distribuição espacial com os mapas de Nabiça 16/07/2010 figura 2. Com relação a outras espécies figura 2, também apresentou um padrão agregado ocorrendo na área de estudo. Já o mapa de Trapueraba figura 2, teve uma distribuição de forma agregada, mas em uma maior homogeneidade. Podendo ser explicada pelo fato de que essa espécie se adapta melhor em condições de sombreamento favorecidos pelo cultivo de soja (Lorenzi, 1999).

CONCLUSÃO

A geoestatística demonstrou ser uma ótima ferramenta para o mapeamento da variabilidade espacial das espécies de planta daninhas.

Os parâmetros da estatística descritiva demonstraram que todos os atributos em estudo apresentaram distribuição de frequência lognormal para as espécies plantas daninhas.

O modelo exponencial foi o que mais ajustou aos dados em estudo, tanto para as espécies Nabiças e Traboerabas.

O esquema de amostragem (10,00 m x 10,00 m) não foi suficiente para detectar a variabilidade espacial para todas as espécies de plantas daninhas encontradas neste estudo.

A espécie nabiça (*Raphanus raphanistrum*) demonstrou ser a mais considerável na área de estudo.

O crescimento das nabiças é constatado na maioria dos pontos, sendo que onde foi encontrada uma planta, havia quase sempre mais de uma como também nas proximidades.

Não há correlação linear, as plantas se compuseram de forma irregular na área de estudo.

Não foi possível determinar zonas específicas de manejo na área de estudo uma vez que as distintas espécies de plantas daninhas infestaram diferentes zonas da área de estudo.

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram para este trabalho ao CNPQ – PIBIC, pela bolsa concedida.

Ao CENTRO DE SOLOS – IAC, pela oportunidade de estágio.

REFERÊNCIAS

- BLEASDALE, J.K.A. Studies on plant competition. In: HARPER, J.L. (Ed.) The biology of weeds. Oxford: Backwell Scientific Publication, 1960, p.133-142.
- BERTOLANI, F.C. & VIEIRA, S.R. Variabilidade espacial da taxa de infiltração de água e espessura do horizonte A, em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes usos. R. Bras. Ci. Solo, 25:987-995, 2001.

CAMBARDELLA, C.A.; MOOMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEM, D.L.; TURVO, R.F. & KONOPA, A.E. Field scale variability of soil properties in central Iowa soil. *Soil Sci. Am. J.*, 47:1501-1511, 1994.

CORÁ, J.E.; ARAUJO, A.V.; PEREIRA, G.T.; BERALDO, J.M.G. Variabilidade espacial de atributos do solo para a adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. *R. Bras. Ci. Solo*, 28:1013-1021, 2004.

GREGO, C.R.; VIEIRA, S.R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. *Rev. Bras. Ci. Solo*, 29: 169-177, 2005.

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 384 p. 2000.

LUTMAN, P.J.W.; PERRY, N.H. Methods of weed patch detection in cereal crops, In: The 1999 Brighton Conference – Weeds, Brighton 1999, Proceedings, Brighton: BCPC, p.627-634. , 1999.

SIQUEIRA, G.M.; VIEIRA, S.R. & DECHEN, S.C.F. Variabilidade espacial da densidade e da porosidade de um Latossolo Vermelho Eutroférico sob semeadura direta por vinte anos. *Bragantia*, v.68, n.3, p.751-759, 2009.

SHIRATSUCHI, L.S.; MOLIN, J.P.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Mapeamento da distribuição espacial da infestação de *Panicum maximum* durante a colheita da cultura de milho. *Planta Daninha, Viçosa*, v.22, n.2, p.269-274, 2004.

SURFER for windows. Realese 7.0. Contouring and 3D surfacemapping for scientist's engineers. User's guide. New York: Golden Software, 1999. 619p.

VIEIRA, S.R. Análise da variabilidade espacial e temporal de umidade do solo em um Latossolo Vermelho Eutroférico em Campinas, São Paulo. Campinas, 2004. 57f. (Relatório Fapesp 02/02863-3)

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F., ALVAREZ, V.H., SCHAEFER, G.R. (ed.) Tópicos em Ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, v.1, p. 1-54. 2000.

VIEIRA, S.R. Permeâmetro: novo aliado na avaliação de manejo do solo. *O Agrônomo*, v. 47-50, 125p. 1995-1998.

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