

Modelagem geostatística aplicada a distribuição espacial de lagartas presentes na cultura da soja

Geostatistic modeling applied to the spatial distribution of caterpillars present in soybean crop

DOI: 10.34188/bjaerv6n1-003

Recebimento dos originais: 20/12/2022

Aceitação para publicação: 02/01/2023

Deivid Araújo Magano

Doutor em Engenharia agrícola pela Universidade Federal de Santa Maria
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
Professor no Departamento de Estudos Agrários - DEAG
Av. do Comércio 3000 – Bairro Universitário, Ijuí – RS, Brasil
E-mail: maganodeivid@gmail.com

Maicon Roberto Ribeiro Machado

Mestre em Fitossanidade pela Universidade Federal de Pelotas
Instituição: Agrocambos
Engenheiro agrônomo
Rodovia Rota do Sol, RST 453, km152 - Ana Rech, RS, Brasil
E-mail: maiconmachado30@hotmail.com

Joaquim Almério Jerónimo

Universidade Licungo
Professor de Agronomia
Quelimane: 2400, Moçambique – África Oriental
E-mail: jjjoaquima@gmail.com

Jerson Vanderlei Carús Guedes

Pós Doutor na Universidade da Califórnia
Professor na Universidade Federal de Santa Maria
Av. Roraima nº 1000 Cidade Universitária Bairro - Camobi, Santa Maria – RS

Ana Paula Schwede Doberstein

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul
Acadêmica do curso de graduação de Agronomia do Deag
Av. do Comércio 3000 – Bairro Universitário, Ijuí – RS, Brasil
E-mail: anapauladoberstein@gmail.com

RESUMO

Existe uma grande preocupação com as denominadas *commodities* agrícolas, como a cultura da soja, uma oleaginosa de alto valor econômico e que no Brasil ocupa uma área de aproximadamente 27 milhões de hectares, correspondendo a um quarto da área mundial plantada. Dentre as ameaças às altas produtividades da cultura está à incidência de insetos-praga, que podem ocorrer desde a germinação até a colheita. O objetivo desse trabalho foi de caracterizar a distribuição espacial e temporal de *Anticarsia gemmatalis* e *Chrysodeixis includens* através da geostatística. O experimento foi realizado em uma área experimental localizada no distrito de Palma, município de

Santa Maria- RS, em uma área de 4,45 ha cultivada com soja. Quatro sub amostragens foram realizadas para quantificar a população das espécies de insetos-praga por ponto amostral, empregando-se o método de pano-de-batida. Os dados obtidos pelas amostragens foram submetidos à análise geoestatística, e depois submetido ao processo de krigagem ordinária, a fim de caracterizar a modelagem de mapas temáticos. O grau de dependência espacial para as espécies foi agregada e a grade da malha amostral mostrou-se eficiente para a metodologia empregada. Os resultados obtidos nos permitem inferir que a geoestatística pode ser utilizada no reconhecimento da distribuição espacial de *A. gemmatalis* e *Chrysodeixis includens*.

Palavras-chave: Agricultura de precisão, *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*, Dinâmica populacional.

ABSTRACT

There is great concern with the agricultural commodities, such as soybeans, in Brazil occupies an area of approximately 27 million hectares, corresponding to a quarter of the world's planted area. Among the threats to high crop yields, the incidence of pests, which can occur from germination to harvest. This work aims to characterize the spatial and temporal distribution of *Anticarsia gemmatalis* and *Chrysodeixis includens* through geostatistics. The experiment was carried out in an experimental area located in Santa Maria-RS, in an area of 4.45 ha cultivated with soybean. Four sub-sampling were carried out to quantify the population of pest insect species per sampling point, using the batting cloth method. The data obtained from the samples were submitted to geostatistical analysis and then submitted to the ordinary kriging process to characterize the modeling of thematic maps. The degree of spatial dependence for the species was aggregated and the sampling grid proved to be efficient for the employed methodology. The results obtained allow us to infer that geostatistics can be used to recognize the spatial distribution of *A. gemmatalis* and *Chrysodeixis includens*.

Keywords: Precision agriculture, *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*, Population dynamics.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja no Brasil ocupa uma área de aproximadamente 31 milhões de hectares, que correspondem a aproximadamente um quarto da área mundial plantada (CONAB, 2014). O país é o segundo maior produtor mundial da cultura, logo atrás somente dos EUA (USDA, 2014), sendo a principal “*commoditie*” brasileira, responsável pela geração de divisas para a economia nacional (DALL’AGNOL et al., 2010). Estimativas para os próximos dez anos indicam um aumento substancial na produção de soja no país, numa taxa de 2,3% ao ano, sendo projetada para a safra 2020/2021 uma produção de 40,7 milhões de toneladas (MAPA, 2011).

Dentre as ameaças às altas produtividades de soja está à incidência de insetos-praga, que podem ocorrer desde a germinação até a colheita (VIVAN & DEGRANDE, 2011). No período vegetativo da cultura, as lagartas desfolhadoras *Anticarsia gemmatalis* (Hübner, 1818) e a *Chrysodeixis includens* (WALKER, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae e *Spodoptera* sp.), ocorrem em quase todas as regiões produtoras do Brasil, e podem proporcionar níveis de desfolha de até 100%,

na ausência de controle, acarretando em sérios prejuízos econômicos (HOFFMAN-CAMPO et al., 2000).

A amostragem é uma das etapas fundamentais em estudos de ecologia quantitativa. A confiabilidade dos resultados depende do esquema de amostragem utilizado para obtê-los (BOARETO & BRANDÃO, 2000). Em meados de 1959, o entomologista Stern juntamente com seus colaboradores, foram os pioneiros em reconhecer que a densidade populacional de insetos muda no tempo e no espaço (BREWSTER et al., 2014), e segundo os estudos de Silveira Neto et al., (1976), não existe um método de amostragem universal para avaliar a dinâmica espacial e temporal de insetos. Nesse sentido, tornasse crucial realizar uma aproximação multidisciplinar de parâmetros como distribuição espacial, ciclo de vida e comportamento do inseto, a fim de gerar alternativas no manejo integrado de pragas. A Geoestatística vem sendo utilizada para a determinação de variações espaciais de plantas, pragas e solo, no qual se fundamenta o princípio de que a diferença no valor de uma determinada variável em dois pontos é dependente da distância entre eles (VARELLA & SENA, 2008). Conforme Dos santos et al., (2021), o geoprocessamento é considerado um ramo de atividades definido com o conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais relacionados com a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, a fim de gerar novos dados ou informações espaciais ou georreferenciadas, e é uma técnica que vem sendo testada para explicar diversos aspectos do campo agrônomo, inclusive auxiliando nas ações de controle fitossanitário.

O semivariograma é a ferramenta básica da Geoestatística, que permite descrever quantitativamente a variação no espaço de um fenômeno regionalizado (HUIJBREGTS, 1975). Esta ferramenta analisa o grau de dependência espacial entre amostras dentro de um campo experimental, além de definir parâmetros necessários para a estimativa de valores para locais não amostrados, através da técnica de krigagem (SALVIANO, 1996). No entanto sua obtenção pode apresentar subjetividade quando feita por tentativa e erro, ou seja, por ajuste a sentimento. Neste caso se faz necessário verificar qual, dentre vários modelos, é o mais satisfatório, procedimento realizado por meio de testes como a validação cruzada.

O teste de validação cruzada é maneira de checar as suposições sobre o modelo usado na Krigagem. Ele compara os valores reais ou amostrados com os krigados, e a diferença entre eles é chamada de resíduo. A ideia é utilizar estes resíduos para verificar a performance do modelo (ANDRIOTTI, 2002). Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é caracterizar a distribuição espacial de *A. gemmatilis* e *Chrysodeixis includens* em lavouras de soja.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma área experimental localizada no distrito de Palma, município de Santa Maria - RS, em uma área de 4,45 ha cultivada com soja. Os tratos culturais de adubação e calagem, manejo de plantas daninhas e fungicidas foram realizados de acordo com recomendações técnicas da cultura, sendo que não foram utilizados inseticidas no controle de lagartas desfolhadoras durante o período das avaliações. As avaliações foram realizadas nos dias 01/02; 11/02; 23/02 e 03/03, e para quantificar a população total de *A. gemmatalis* em cada ponto amostral, foram realizadas coletas com pano-de-batida, em que as plantas foram rigorosamente agitadas para a queda das lagartas.

As coordenadas geográficas dos pontos amostrais foram locadas por meio de sistema de posicionamento global por satélite (GPS). O sistema de referência usados foi (WGS84), e o sistema de coordenadas utilizado foi o Universal Transversa de Mercator (UTM), sendo a área do experimento situada na zona GPS 22J. O tipo de malha amostral utilizado foi o regular e a mesma foi gerada no programa computacional CR-Campeiro versão 7 (GIOTTO, 2006), com grade amostral pré-estabelecida de 35,36 x 35,36 m, contendo 35 pontos amostrais. Os dados de todos os atributos em cada ponto amostral foram associados a uma tabela contendo as coordenadas geográficas (x e y) dos referidos pontos. A análise da variabilidade espacial foi realizada através de semivariogramas, que demonstram o comportamento das semivariâncias em função da distância, podendo assim definir o modelo de variabilidade espacial do complexo de lagartas.

A partir da análise exploratória dos dados, a geoestatística foi utilizada para estudar a variabilidade espacial, bem como para escolha do modelo de semivariograma mais adequado. Os valores de semivariância foram obtidos por meio da equação de semivariograma (VIEIRA, 2000):

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

Onde: $N(h)$ é o número de pares de valores amostrados $Z(x_i)$, $Z(x_i + h)$, separados por um vetor h . O gráfico de $\gamma^*(h)$ em função dos valores correspondentes de h , chamado semivariograma, é uma função do vetor h e, portanto, depende exclusivamente da distância h . Após o cálculo das semivariâncias, foram ajustados semivariogramas Esférico (2), Exponencial (3) e Gaussiano (4) (MELLO, 2004).

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right]; \quad 0 < h < a \quad (2)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left[1 - \exp \left(-3 \frac{h}{a} \right) \right]; \quad a < h < d \quad (3)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left[1 - \exp \left(-3 \frac{h}{a} \right)^2 \right]; \quad a < h < d \quad (4)$$

A análise da dependência espacial foi realizada de acordo com a classificação proposta por Zimback (2001), na qual analisa o índice de dependência espacial (IDE) utilizando a relação $C_1/(C_0+C_1)$ e os intervalos que considera: dependência espacial fraca ($IDE < 25\%$); moderada ($25\% \leq IDE < 75\%$) e forte ($IDE \geq 75\%$), indicando que quanto maior o valor do GD de um modelo, maior a dependência espacial, e maior estrutura de continuidade espacial. O IDE é dado por:

$$IDE = \left(\frac{C}{C_1 + C_0} \right) * 100 \quad (5)$$

Em que: IDE é o índice de dependência espacial; C é a variância estrutural e $C_1 + C_0$ é o patamar.

Para a análise geoestatística, procedeu-se, a verificação da existência de dependência espacial por meio de semivariogramas, sendo testados os modelos linear, exponencial, gaussiano e esférico. Os dados referentes às quatro avaliações foram submetidos à análise geoestatística, a partir dos quais foram ajustados modelos para interpolação das variáveis, e em etapa subsequente foram confeccionados os mapas populacionais gerados por krigagem ordinária utilizando o programa computacional GS+ (ROBERTSON, 1998). Este software utiliza a metodologia dos mínimos quadrados para os ajustes dos modelos e como critérios de seleção do modelo foram utilizados a soma dos quadrados de resíduos e o GD, bem como as condições da validação cruzada para aceitação da superfície interpolada conforme Amaral (2010). A metodologia geoestatística apresenta diversas técnicas de estimativas disponíveis e a mais usual é a krigagem ordinária (LANDIM, 2006). Os mapas populacionais foram gerados a partir da densidade total de lagarta da soja e foram divididos por número de classes, variando de acordo com a quantidade de insetos em cada avaliação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise exploratória dos dados, a geoestatística foi utilizada para estudar a variabilidade espacial, bem como de caracterizar a distribuição espacial. A estatística descritiva para as variáveis obtidas na amostragem estão relacionadas na Tabela 1, onde foi observado que a maioria das variáveis apresentaram alto coeficiente de variação (cv%), desvio padrão (S) e variância (S²), bem como coeficientes de curtose positivos (curtose leptocúrtica), o que indica grande variabilidade ao longo tempo e do espaço, implicando também em dificuldades de ajustes nos semivariogramas (AMARAL, 2010).

Outro indicador é a diferença entre média, moda e mediana, que sugere distribuição de frequências das contagens de insetos afastada da distribuição normal.

Tabela 1: Estatística descritiva do número de indivíduos das espécies de *A. gemmatalis* e *C. includens* em lavoura de soja, Santa Maria, RS.

Amostragem	Média	Mediana	Moda	VMx	VMn	S ²	S	A	C	CV (%)
21/01	0,74	1	0	4	0	0,90	0,95	1,64	3,23	128
01/02	10,5	8	2	37	0	83,2	9,12	1,29	1,47	87
11/02	19,0	15	3	66	0	309	17	0,97	0,18	92,6
23/02	22,28	25	32	52	0	264	16	0,16	-1,3	72,9
03/03	10,02	8	8	25	0	60,2	7,76	0,49	-0,8	129
15/03	0,51	0	0	4	0	0,90	0,95	2,02	4,18	182

VMx: valor máximo; VMn: valor mínimo; S²: variância dos dados; S: desvio padrão; A: assimetria; C: curtose; CV: coeficiente de variação (%).

Os dados amostrados em 4,45 ha nos 35 pontos de amostragem, foram submetidos à análise variográfica (Tabela 2), o que resultou em forte dependência espacial para amostragens do dia 01/02, com o modelo esférico. Já para os dias 11/02 e 15/03, o modelo que melhor se ajustou foi o gaussiano. A alta variância dos dados apresentada pelas variáveis tende a dificultar o ajuste dos semivariogramas, o que pode resultar em alta soma dos quadrados dos resíduos na análise semivariográfica, e discrepâncias acentuadas entre valores reais e interpolados na validação cruzada (AMARAL, 2013). Outra questão a ser observada é a ausência de normalidade nos dados, mesmo não sendo uma exigência para a geoestatística.

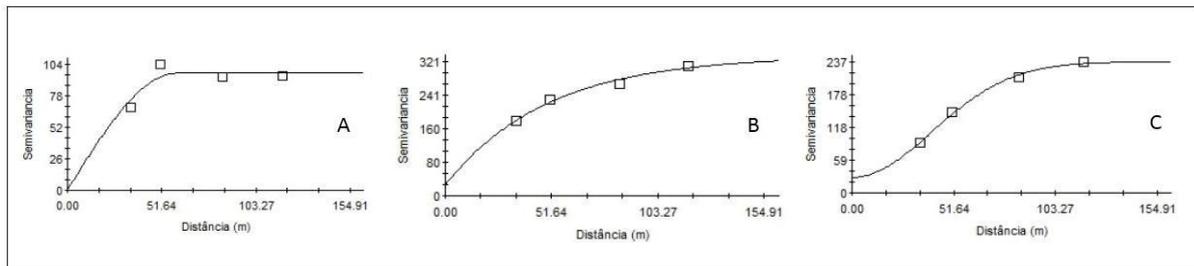
As amostragens do dia 21/01, 23/02 e 03/03 não apresentaram dependência espacial (Tabela 2). Isso se deve a baixa incidência de insetos na primeira amostragem no dia 21/01, sendo que o início do pico populacional das lagartas é um fator determinante, pois contribui para a não existência de dependência espacial nestas amostragens, em função da forma como se dispersam na lavoura. Para a confecção dos mapas de monitoramento dos dias 21/01, 23/02 e 03/03 utilizou-se o interpolador inverso do quadrado das distancias (IDW), (Figura 2 A, D e E).

Tabela 2: Parâmetros variográficos do número de indivíduos das espécies *A. gemmatalis* e *C. includens*, Santa Maria, RS.

Amostragem	Modelo	C0	C+0	A	R2	SQR	C/(C+Co)	DE
21/01	EPP	---	---	---	---	---	---	---
01/02	Esférico	0,10	96,2	59,7	0,809	163	0,99	Forte
11/02	Exponencial	25,7	334,5	49,6	0,982	174	0,92	Forte
23/02	EPP	---	---	---	---	---	---	---
03/03	EPP	---	---	---	---	---	---	---
15/03	Gaussiano	28,0	237,0	57,3	0,996	51,2	0,89	Forte

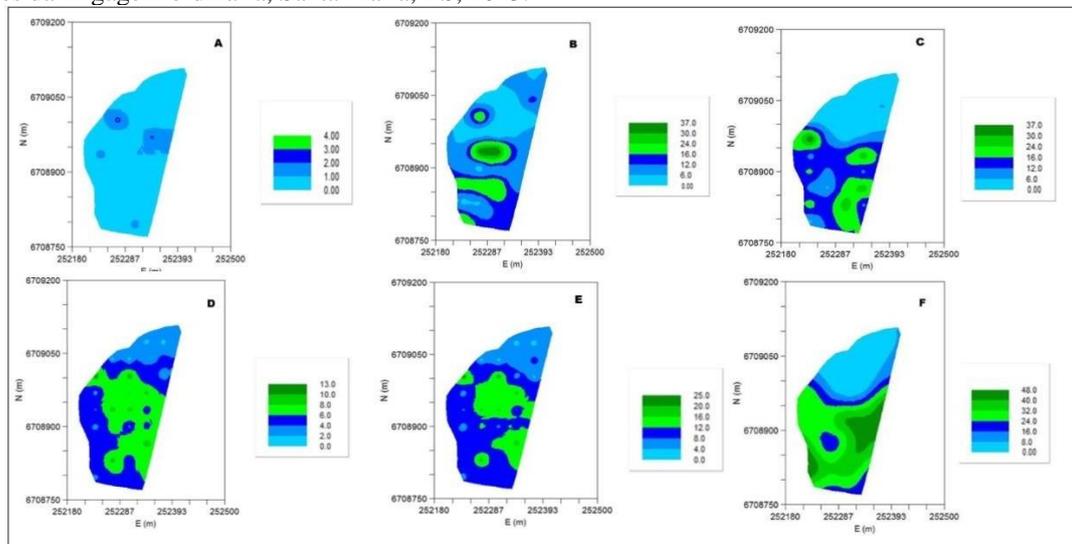
Co: efeito pepita; (C+Co): patamar; A: alcance (m); R2: coeficiente de determinação; SQR: soma dos quadrados dos resíduos; C/(C+Co): Índice de dependência espacial; IDE: classe de dependência espacial; EPP- Efeito Pepita Puro.

Figura 1: Semivariogramas ajustados pelo modelo esférico (A), modelo exponencial (B) e modelo gaussiano (C).



As amostragens dos dias 01/02, 11/02 e 15/03 (Tabela 2), obteve-se grau de dependência espacial forte. Os modelos que melhor se ajustaram nas amostragens, respectivamente, foram o esférico, exponencial e gaussiano (Figura 1 A; 1 B e 1 C). Foi possível determinar zonas de alta, média e baixa incidência de insetos na área amostral (Figura 2). Cada zona exigirá intervenções específicas para o controle das pragas. Os resultados gerados com a utilização da geoestatística permitem inferir que é recomendável utilizar essa ferramenta para estimar a distribuição espacial de *A. gemmatalis* e *C. includens*, bem como, verificar se o espaçamento utilizado está de forma adequada entre os pontos interpolados na malha amostral (Tabela 2).

Figura 2: Mapas de distribuição espacial de lagartas das espécies de *A. gemmatalis* mais a espécie *C. includens*, resultantes da krigagem ordinária, Santa Maria, RS, 2013.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição de *A. gemmatalis* e *C. includens* ocorreu de forma agregada na área do experimento. A grade amostral utilizada foi adequada, sendo que esses poderão ser utilizados nas próximas avaliações. Os resultados obtidos com a utilização da geoestatística nos permite inferir que é admissível usar essa ferramenta para estimar a distribuição espacial de espécies de lagartas desfolhadoras em lavouras de soja.

A geoestatística permitiu conhecer a distribuição espaço-temporal do complexo de lagartas, auxiliando na tomada decisão e contribuindo para uso racional de agrotóxicos aplicando somente nas áreas onde a densidade populacional atingiu o nível de controle proposto pelo manejo integrado de pragas. Desse modo, ocorre a redução de custos ao produtor rural e consequentemente uma redução na quantidade de agrotóxicos lançados ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. P. et al. Análise da distribuição espacial de biomassa e carbono arbóreo acima do solo em Floresta Ombrófila Mista. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v. 6, Edição especial, p. 103-114, 2010.

AMARAL, L. P. et al. Influência da floresta alterada na distribuição espacial de três espécies da Floresta Ombrófila Mista avaliada pela Geoestatística. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 491-501, 2013

ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. São Leopoldo: Unisinos, 2002.

BOARETO, M. A. C.; BRANDÃO, A. L. S. **Amostragem de insetos**, UNESB, 2000. Disponível em:
<<http://www.uesb.br/entomologia/amostrag.html>>. Acessado em: 08 ago. 2014.

BREWSTER C.; LEWIS E.; DIMOCK, B.; HERBERT, A. **Precision Farming Tools: geospatial Insect Management**, Virginia Tech-USA. Disponível em:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FEwNPr6D6MJ:bsesrv214.bse.vt.edu/Grisso/Ext/PF_Spatial_Tool_Insects.doc+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acessado em: 08 ago. 2014.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. **9º levantamento de avaliação da safra de grãos 2013/2014**. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_05_08_10_11_00_boletim_graos_mai_o_2014.pdf>. Acessado em: 17 jun. 2014.

DALL'AGNOL, A.; LAZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Desenvolvimento, Mercado e Rentabilidade da Soja Brasileira**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 20 p. (EmbrapaSoja: Circular Técnica 74).

DOS SANTOS; ARAÚJO, R. G. de; NERIS, J. P. F.; SOUSA, J. S. DE; SILVA, B. K. S. DA; SILVA, V.S.; FREITAS, T.P.M. de Spatial and temporal analysis of fire focuses in the city of Anapu, Pará. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 487-496 jan./mar. 2021.

GIOTTO, E.; CARDOSO, C.D.V.; SEBEM, E. **Agricultura de Precisão com o Sistema CR Campeiro 7 - Volume I** / organizadores: Enio Giotto, Claire Delfini Viana Cardoso, Elódio Sebem. – Santa Maria - RS, UFSM – Laboratório de Geomática, 2013. 90p.

HOFFMANN-CAMPO, C. B.; MOSCARDI, F.; FERREIRA, B. S. C.; OLIVEIRA, L. J.; GOMES, D. R. S.; PANIZZI, A. R.; CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; OLIVEIRA, E. B. **Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 70 p. (EmbrapaSoja: Circular Técnica 30).

HUIJBREGTS, C.J. Regionalized variables and quantitative analysis of spatial data. In: Davis, J.C. & McCullagh, M.J. (ed) **Display and analysis of spatial data**. New York, John Wiley. p.38-53. 1975.

LANDIM P. M. B 2006. Sobre Geoestatística e mapa. **Terra e Didática**, 2 (1): 19-33. Disponível em <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>>. Acessado em: 15 nov. 2014.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Assessoria de Gestão Estratégica. **Brasil: Projeções do Agronegócio 2010/2011 a 2020/2021**. Brasília: MAPA, 2011. 58 p.

MELLO, J. M. **Geoestatística aplicada ao inventário florestal**. 110 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais, Silvicultura e Manejo Florestal) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2004.

ROBERTSON, G. P. **GS+: geostatistics for the environmental sciences - GS+ user’s guide**. Plainwell: Gamma Desing Software, 1998. 152p.

SALVIANO, A.A.C. **Variabilidade de atributos do solo e de Crotalaria juncea em solo degradado do município de Piracicaba-SP**. 1996. 91p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO O.; BARBIN D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba, Ed. Agronômica Ceres, 1976. 419p.

USDA. **USDA Forecasts Record-High Corn and Soybean Production in 2014 Cotton Production also Up from 2013**. Disponível em: <http://www.nass.usda.gov/Newsroom/2014/08_12_2014.asp>. Acessado em: 28 nov. 2014.

VARELLA, C. A. A; SENA, D. G. **Estudo do Interpolador IDW para utilização em Agricultura de Precisão**. Princípios em Agricultura de Precisão, Departamneto de Solos, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro, 2008. 26p.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. & SCHAEFER, G.R., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1- 54.

VIVAN, L. M.; DEGRANDE, P. E. Pragas da soja. In: **Fundação MT - Boletim de pesquisa de soja**. nº 15, p. 239- 297, 2011.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001, 112f. Tese (Livre-Docência em Levantamento de Solos e Fotopedologia), Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo, 2001.