

## **Emprego da distribuição espacial de *Conyza* spp. na cultura da soja usando interpoladores geoestatísticos**

### **Use of the *Conyza* spp space distribution. in soybean crop using geostatistical interpolators**

DOI: 10.34188/bjaerv6n1-001

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**

A identificação, localização e análise do nível de infestação das espécies de plantas daninhas que infestam as lavouras de soja, permitem estabelecer métodos de controle mais adequados, proporcionando maior eficiência, menor custo e impactos socioambientais. Dentre as plantas daninhas que causam preocupações ao sojicultor no RS, encontram-se as plantas do gênero *Conyza* (Buva), em razão de seu elevado grau de resistência ao herbicida glifosato, que é empregado no manejo de plantas daninhas na cultura da soja. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi estimar a distribuição espacial de buva. As amostragens foram realizadas no município de São Gabriel, RS,

Brasil, na entressafra da cultura da cultura da soja, em 4,98 ha. O perímetro das áreas foi demarcado com GPS de posicionamento por ponto absoluto, com interface para computador de mão. Para a confecção da grade de amostragem foi utilizado o programa computacional CR- Campeiro. A densidade populacional foi realizada com a contagem de plantas de buva encontradas no interior do quadro amostral, com dimensões de 0,50 x 0,50 m, respectivamente, em cada um dos pontos amostrais demarcados. 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 a espécie foi agregado e moderado, 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 buva.

**Palavras-chave:** Agricultura de precisão, Buva, Mapas de emergência.

## ABSTRACT

The identification, location, and analysis of the level of infestation of the weed species that infest soybean crops allow the establishment of more adequate control methods, providing greater efficiency, lower cost, and social and environmental impacts. Among the weeds of concern to soybean growers in RS are plants of the genus *Conyza* (Buva), due to their high degree of resistance to the herbicide glyphosate, which is used in weed management in soybean crops. In this sense, the objective of this work was to estimate the spatial distribution of horseweed. Samplings were carried out in the municipality of São Gabriel, RS, Brazil, in the off-season of the soybean crop, in 4.98 ha. The perimeter of the areas was demarcated with an absolute point positioning GPS, with an interface for a handheld computer. For the construction of the sampling grid, the computer program CR-Campeiro was used. The population density was performed by counting the horseweed plants found inside the sampling frame, with dimensions of 0.50 x 0.50 m, respectively, in each of the demarcated sampling points. 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 moderate, the sample 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 horseweed.

**Keywords:** Precision agriculture, Buva, Emergency maps.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é cultivada em quase todos os estados brasileiros e corresponde ao cultivo agrícola que mais cresceu nas últimas três décadas. A área cultivada com soja corresponde a 49% da área plantada com grãos do país e o aumento da produtividade é condicionado aos avanços tecnológicos, eficiência dos produtores e ao manejo adotado na cultura (CONAB, 2014). Entretanto a soja apresenta perdas de produtividade por diversos fatores, dentre eles, a interferência de plantas daninhas (CÂMARA, 1991; SALVADOR, 2006; SEDYAMA, 2009).

A *Conyza* ssp. é uma espécie da família Asteraceae, que se dissemina com muita facilidade, por intermédio unicamente de sementes, que são muito pequenas e leves, denominadas de aquênios, facilmente veiculadas pelas correntes de ar. Trata-se de uma planta anual, com fluxos de emergência

em diferentes períodos durante todo o ano. A germinação ocorre com maior intensidade no final do outono/inverno, encerrando o ciclo na primavera/verão (KISSMANN; GROTH, 1999).

Estudos voltados à distribuição espacial de plantas daninhas, permitiram o mapeamento e a definição de estratégias de manejo, como por exemplo, a aplicação de herbicidas com aplicação localizada (CARDINA et al.; 1995; SHIRATSUCHI, 2001). Além de aspectos ambientais, o mapeamento da distribuição espacial possibilita também o manejo mecânico-cultural de forma localizada. As variações espaço-temporais podem ser analisadas através de técnicas e interpoladores Geoestatísticos que permitem a geração de mapas e delimitar áreas de manejo diferenciadas (FARIAS et al., 2002). 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 de plantas invasoras e infestantes.

A tomada de decisão de controle de plantas daninhas baseia-se em avaliações visuais da necessidade de controle (VOLL et al., 2003), porém, sua subjetividade impede uma precisa recomendação de controle de plantas daninhas. Reconhecer sua caracterização espacial é o primeiro passo para determinar zonas de manejo e dessa forma reduzir a aplicação de herbicidas (BALASTREIRE; BAILO, 2001). A geoestatística está sendo utilizada para a determinação de variações espaciais de plantas, pragas e solo, fundamentando-se no princípio de que a diferença no valor de uma determinada variável em dois pontos é dependente da distância entre eles (VARELLA; SENA, 2008). Nesse sentido, esse trabalho objetivou analisar a distribuição espacial de buva em áreas de cultivo de soja.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos anos de 2012 e 2013 em área cultivada com soja, sob o sistema de semeadura direta. Durante o verão, é feito o cultivo de grãos, e durante o inverno, é destinada ao pastoreio. A área do experimento encontra-se no município de São Gabriel, RS, apresenta altitude de 92 m, latitude de 30°19'03,92" S e longitude de 54°17'53,40"O. O perímetro das áreas foi demarcado com auxílio de um GPS de posicionamento por ponto absoluto, marca Garmin, modelo GPS 10, com interface para computador de mão (Pocket PC). Utilizou-se o programa CR-CAMPEIRO (GIOTTO, 2006), tecnologia móvel, para dividir as áreas experimentais em grades regulares de amostragens e para demarcação dos pontos amostrais utilizou-se o auxílio de estacas fixadas em cada ponto, devidamente identificadas, totalizando 97 pontos amostrais equidistantes 10

x 10 m. As avaliações foram realizadas nos dias 01/06/13 até o dia 30/06/13, totalizando 3 amostragens. Em cada ponto amostral foi realizado a contagem de plantas de buva no interior do quadro amostral com dimensões de 0,50 x 0,50 m (comprimento x largura).

A análise da variabilidade espacial das plantas foi realizada através de semivariograma, que demonstram o comportamento das semivariâncias em função da distância, podendo definir o modelo da variabilidade espacial das plantas de *Conyza* spp. O programa computacional ArcGis® 9.3 (ESRI, 2004) utiliza a metodologia dos mínimos quadrados para os ajustes dos modelos e como critérios para a seleção do modelo usa o coeficiente de determinação e a soma de quadrados de resíduos. O semivariogramas propiciaram a obtenção de seus parâmetros (efeito pepita, patamar e alcance). Tais parâmetros estimados nos semivariogramas, foram empregados diretamente na interpolação por Krigagem Ordinária no programa computacional ArcGis 9.3, para a geração dos mapas de densidade populacional de buva. Para a análise da dependência espacial foi utilizada a classificação de Cambardella et al. (1999), que considera de forte dependência espacial o semivariograma que têm o valor do efeito pepita < 25% do patamar, moderada quando entre 25 e 75% e de fraca quando > 75%. Os mapas populacionais foram gerados a partir da contagem em seus respectivos pontos amostrais. Foram confeccionados mapas do número total de plantas de buva, estes foram originados com o número de classes variando de acordo com a densidade populacional, com intervalo fixo entre classes (quatro plantas por classe), com exceção da primeira classe, que identifica os pontos onde não há necessidade de aplicação de herbicidas. 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):

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

Onde: N(h) é o número de pares de valores amostrados Z(xi), Z(xi + 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).

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

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

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

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 ArcGis (ESRI,2004). Este software utiliza a metodologia dos mínimos quadrados para os ajustes dos modelos e como critérios de seleção do modelo utiliza o coeficiente de determinação e soma dos quadrados de resíduos. 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

Os dados amostrados em 4,98 ha nos 97 pontos de amostragem, foram submetidos à análise variográfica (Tabela 1), resultou em forte dependência espacial para amostragens do dia 25/05 e 22/06-, com o modelo de semivariograma que melhor se ajustou foi o exponencial, do dia 08/06-, modelo exponencial o modelo que melhor se ajustou foi o exponencial. 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 semi variográfica, e discrepâncias acentuadas entre valores reais e interpolados na validação cruzada (AMARAL, 2013).

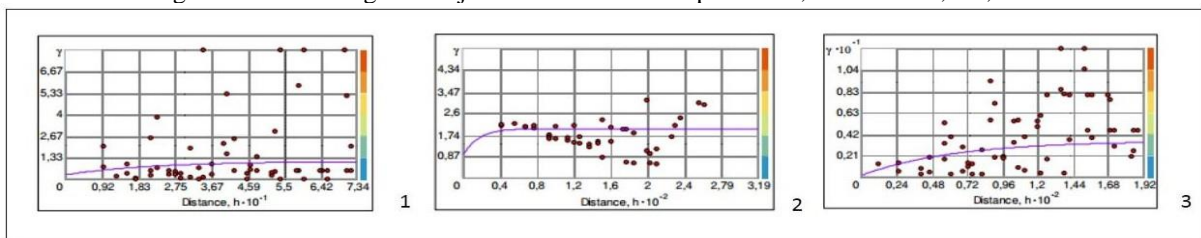
Tabela 1: Parâmetros dos semivariogramas relativos ao fluxo de emergência de *Conyza* spp. na cultura da soja em três diferentes épocas em São Gabriel-RS, 2013.

Data	Espécie	Efeito pepita (Co)	Alcance	Patamar	Dependência espacial	Modelo
25/05/2013	<i>Conyza</i> spp.	0,25	66,85	0,85	Forte	Exponencial
08/06/2013	<i>Conyza</i> spp	0,85	48,48	1,77	Moderado	Exponencial
22/06/2013	<i>Conyza</i> spp	0,11	189,94	3,38	Forte	Exponencial

Co: efeito pepita; (C+Co): patamar; C/(C+Co): dependência espacial; IDE: classe de dependência espacial.

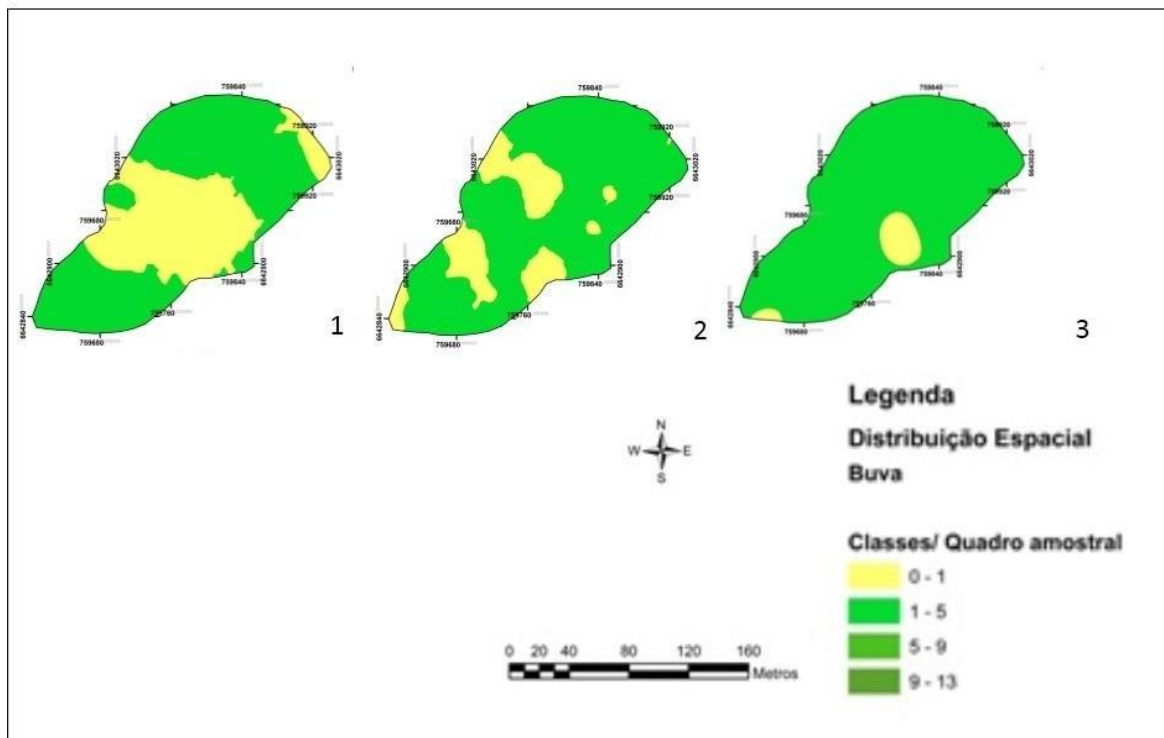
As amostragens dos dias 25/05, 08/06 e 22/06 (Tabela 1), obteve-se grau de dependência espacial forte. Os modelos que melhor se ajustaram nas amostragens, respectivamente, foram o esférico, exponencial e gaussiano (Figura 2.1), (Figura 2. 2), (Figura 2.3). Foi possível determinar zonas de alta, média 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 1). Através do ajuste do semivariograma foi verificado que o modelo exponencial foi o mais adequado para a 1ª, 2ª avaliações e 3ª avaliações o que melhor se ajustou para a variável em estudo. Por essa razão, foi possível gerar e modelar os mapas de densidade populacional, no Software Arcgis 9.3. Em cada avaliação foi gerado um mapa de isolinhas, que possuem parâmetros dos modelos de semivariogramas utilizados para cada avaliação.

Figura 1. Semivariogramas ajustados ao modelo exponencial, São Gabriel, RS, 2013.



A interpolação foi realizada por krigagem ordinária, a partir dos dados de contagem para cada amostragem. Com os mapas divididos por classe de densidade, foi possível observar as áreas com maior e menor infestação. Na 1ª amostragem a densidade de *Conyza* spp. variou de 0 a 5 plantas por quadro amostral. Na 2ª variou de 0 a 5 plantas por quadro amostral, demonstrando um acréscimo em abrangência dentro da área de estudo, os índices populacionais permaneceram semelhante para a 3ª amostragem, onde a variação foi de 0 a 5 plantas por quadro de amostral de *Conyza* spp., com maior cobertura da área de estudo e tendo uma menor área contendo 0 plantas por quadro amostral (Figura 2).

Figura 2. Mapas da distribuição espacial de *Conyza* spp. resultantes da krigagem ordinária, São Gabriel, RS.



A utilização da Geoestatística nos permite conhecer a distribuição espaço-temporal de plantas daninhas, auxiliando na tomada decisão e contribuindo para uso racional de agrotóxicos aplicando somente nas áreas onde a incidência de plantas daninhas, seguindo a as bases do manejo integrado de plantas daninhas (MIPD). Desse modo, ocorre a redução de custos ao produtor rural e consequentemente uma redução na quantidade de agrotóxicos lançados ao meio ambiente.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos semivariogramas permite aferir a variabilidade espacial da densidade populacional de *Conyza* spp., a grade amostral utilizada foi apropriada para caracterizar a distribuição espacial. Os mapas demonstram o comportamento agregado da *Conyza* spp.

## REFERÊNCIAS

BALASTREIRE, L.A.; BAIIO, F.H.R. Avaliação de uma metodologia pratica para o mapeamento de plantas daninhas.

**Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.5, n.2, p.349-352, 2001.

CÂMARA, G.M.S. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento e na maturação de cultivares de soja (Glycine max (L) Merrill)**. Viçosa MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991, 266f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

CAMBARDELLA, C.A.; KARLEN, D.L. Spatial analysis of soil fertility parameters. **Precision Agriculture**, v.1, n. 1, p. 5-14, 1999.

CARDINA, J.; SPARROW, D. H.; MCCOY, E. L. Analysis of spatial distribution of common lambsquarters (*Chenopodium album*) in no-till soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v.43, n.2, p.258-268, 1995.

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](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.

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

ESRI.Redlands: **Environmental Systems Research Institute**. ArcGIS, 2004.

FARIAS, P. R. S. et. al. Geoestatistical analysis of the spatial distribution of *Rotylenchulus reniformis* on cotton cultivated in crop rotation. **Russian Journal of Nematology**, Moscow, v. 10, p. 1-9, 2002.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Bernardo do Campo: Basf, 1999. p. 152- 156.

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

MELLO, J.M. **Geoestatística aplicada ao inventário florestal**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004. 110p. (Tese de Doutorado).

SALVADOR, F.L. **Manejo e interferência das plantas daninhas em soja: uma revisão**. Revista da FZVA, v.13, n.2, p.58-75, 2006.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenaz, 2009, 314p.

SHIRATSUCHI, L.S. **Mapeamento da variabilidade espacial das plantas daninhas com a utilização de ferramentas da agricultura de precisão**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2001. 96p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo, 2001.



VARELLA, C. A. A; SENA, D. G. **Estudo do Interpolador IDW para utilização em Agricultura de Precisão**, Princípios em Agricultura de Precisão, 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. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1, p.1-54.

VOLL, E. et al. Amostragem do banco de sementes da flora emergente de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.2, p.211-218, 2003.