

COMPONENTES DETERMINÍSTICOS E TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS NA ELABORAÇÃO DE SEMIVARIOGRAMAS PARA VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO DE RÚCULA E UMIDADE DO SOLO

ANTONIO CARLOS ANDRADE GONÇALVES¹, ANDERSON TAKASHI HARA², JHONATAN MONTEIRO DE OLIVEIRA², ROBERTO REZENDE³, HERALDO TAKAO HASHIGUTI²

1. Professor associado, UEM, Maringá-PR, goncalves.aca@gmail.com.

2. Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, UEM, Maringá, PR. haratakashi@hotmail.com.

3. Professor associado, UEM, Maringá-PR, rrezende@uem.br.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
13 a 17 de setembro de 2015. São Pedro - SP, Brasil

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da existência de componentes determinísticos, da transformação de dados das variáveis, umidade do solo, produção e número de folhas de rúcula, na construção de semivariogramas. O experimento foi conduzido em ambiente protegido em área experimental da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá, PR. Foram realizadas análises geoestatísticas das variáveis: produção e número de folhas de rúcula e umidade do solo da unidade experimental. Os resultados evidenciam que todas as variáveis avaliadas apresentaram continuidade espacial. A remoção do componente determinístico e a transformação logarítmica dos dados não modificaram a estrutura espacial das variáveis, quando as mesmas apresentaram simetria da distribuição dos dados originais.
PALAVRAS-CHAVE: Estrutura espacial, rúcula, umidade do solo.

DETERMINISTIC COMPONENTS AND DATA TRANSFORMATION EFFECTS ON SEMIVARIOGRAM ANALYSIS FOR SOIL MOISTURE AND CROP VARIABLES

ABSTRACT: The aim of this study is to evaluate the effect of the existence of deterministic components, processing of variable data, soil moisture, production and number of rocket leaves, the variogram construction. The experiment was conducted in protected environment located in the Irrigation Technical Center (CTI) of the State University of Maringá (UEM), in Maringá, PR. It was held geostatistical analysis of the variables production and number of rocket leaves and soil moisture experimental unit. The results show that all variables presented spatial continuity. Removal of the deterministic component and the logaritização data did not change the spatial structure of variables when they presented symmetry in the distribution of data.

KEY-WORDS: Arugula, spatial structure, soil moisture

INTRODUÇÃO: A conveniência dos métodos clássicos da estatística fez com que os estudos da variabilidade das variáveis físicas dos solos não despertassem interesses ao longo da primeira metade do século XX (Gonçalves et al., 2001). No entanto, as análises estatísticas “tradicionais”, baseadas na independência das observações, têm sido substituídas por análises espaciais, as quais consideram as correlações entre observações vizinhas (Hamlett et al., 1986). Essas análises são baseadas na teoria das variáveis regionalizadas, formalizada por Matheron (1963), base da geoestatística, possibilitando investigar a dependência espacial (José et al., 2013). A realização de uma análise exploratória dos dados de variáveis regionalizadas, antes de se proceder à análise geoestatística, tem sido salientada por alguns autores e negligenciada por um grande número de outros (Gonçalves et al., 2001), o que pode levar à construção de semivariogramas para processos que não atendam, pelo menos, a hipótese intrínseca, o que pode resultar em conclusões errôneas.

A remoção do componente determinístico do conjunto de dados por meio da utilização de uma regressão polinomial é um procedimento adotado nas análises geoestatísticas, conforme observado nos trabalhos de Dalchiavon (2012), Silva et al. (2012), Bettú & Ferreira (2005) e Gonçalves et al. (2001). A transformação logarítmica é outra ferramenta empregada nos trabalhos com geoestatística, pelo fato que a transformação dos dados pode facilitar a aplicação das técnicas geoestatística devido à redução na assimetria dos dados após a sua transformação (Alvarenga et al., 2011).

O presente trabalho apresenta o seguinte objetivo: avaliar o efeito da presença ou ausência de componentes determinísticos, da transformação dos dados por meio da transformação logarítmica e do efeito proporcional sobre os semivariogramas construídos para umidade do solo e para variáveis da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no ambiente protegido localizado no Centro Técnico de Irrigação (CTI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá, PR, 23°25' S e 51°57' O e 542 m de altitude média. A unidade experimental foi constituída por um canteiro com dimensões de 2 metros de comprimento, 0,4 metros de largura e 0,1 metros de altura. O solo da unidade experimental pertence à classe NITOSSOLO Vermelho Distroférrico (EMBRAPA, 2006). Sobre a unidade experimental foi instalado o sistema de irrigação de gotejamento com duas linhas laterais separadas entre si por uma distância de 0,2 metros. A semeadura da cultura da rúcula foi realizada manualmente no dia 24 de maio de 2013 nos canteiros, utilizando espaçamento de 0,2 metros entre linhas e 0,05 m entre plantas na linha de semeadura, compondo três linhas de semeadura na unidade experimental. No momento da colheita, foram descartadas as duas linhas de bordadura, utilizando apenas a linha central de plantio da unidade experimental. Cada planta de rúcula foi colhida e acondicionada em sacos plásticos, sendo referenciada a posição de colheita de cada planta, compondo um total de 31 plantas ao longo de 1,55 metros de distância, partindo do início da linha lateral em direção ao fim da linha lateral. No laboratório, para cada planta de rúcula referenciada, foi medida massa total (MFT), a massa fresca comercial (MFC) e o número de folhas (NF). Na medida de massa fresca comercial e número de folhas foram desconsideradas as folhas senescentes. A contagem do número de folhas das plantas de rúcula foi considerada as folhas que apresentaram um comprimento de limbo superior a 0,01 metros.

Foi avaliada a variabilidade espacial da umidade do solo na unidade experimental, coletando 31 amostras referenciadas ao longo da área central da unidade experimental. A coleta de dados da variável umidade do solo foi realizada após a colheita das plantas de rúcula. Primeiramente, foi feita a irrigação da unidade experimental, por meio da aplicação de uma lâmina de 29,4 mm. Foi realizada a coleta das amostras deformadas de solo para a determinação da umidade do solo, cerca de 18 horas após a irrigação. A umidade do solo (U_h), em base massa, foi determinada em cada uma das amostras. No presente trabalho, foram realizadas as análises estatísticas e geoestatísticas com os dados experimentais originais, dados experimentais transformados por meio da função logarítmica (t_1) e dados experimentais residuais (t_2). Os dados experimentais logaritmizados foram obtidos por meio da transformação dos valores em escala logarítmica, determinando-se o valor do logaritmo decimal de cada valor multiplicado por 10, por uma conveniência de escala. Para obtenção dos dados experimentais residuais foi realizada, primeiramente, uma análise de regressão polinomial de segundo grau, estabelecendo uma relação das variáveis originais em função da posição de coleta das amostras. Esse processo tem como propósito a identificação de um possível componente determinístico existente

nos valores das variáveis originais, validando a significância dos coeficientes do modelo adotado, no nível de significância de 5%. Posteriormente, para as variáveis que apresentaram componente determinístico estatisticamente significativo, procedeu-se à sua remoção, o que permitiu a obtenção dos valores residuais. Os semivariogramas construídos utilizando os dados originais, os valores transformados e os residuais, foram escalonados pela variância de cada conjunto de valores, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Considerando as variáveis trabalhadas, com exceção da variável Uh, as demais variáveis apresentaram componente determinístico podendo ser descritos por um modelo polinomial de segundo grau.

Tabela 1. Estatística descritiva para Uh, MFT e MFC considerando os dados originais, os valores transformados na escala logarítmica (t1), e os valores residuais (t2).

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Shapiro Wilk.

Variável	Assimetria	Curtose	Shapiro Wilk	Média	Mediana	CV
Uh	-0,63	0,22	0,97	0,27	0,27	9,32
MFT	1,01	1,27	0,93	26,90	25,85	22,76
MFC	1,11	1,31	0,91*	24,69	23,17	22,31
NF	2,77	9,61	0,71*	8,10	7,83	17,74
Uht1	-0,88	0,75	0,95	0,43	0,44	9,84
MFTt1	0,34	0,38	0,98	2,42	2,41	3,90
MFCt1	0,47	0,61	0,97	2,38	2,36	3,84
NFt1	2,05	6,04	0,81*	1,90	1,89	3,45
MFTt2	0,80	0,33	0,95	30,68	29,41	17,89
MFCt2	0,92	0,76	0,94	27,95	26,59	17,38
NFt2	1,01	2,42	0,94	8,56	8,37	13,09

Como pode ser observado na tabela 1, considerando as variáveis originais, somente as variáveis MFC e NF não apresentaram distribuição normal, sendo corroborados pelos elevados valores do coeficiente de assimetria. A transformação dos dados na escala logarítmica atenuou os valores de coeficiente de assimetria para as variáveis MFT e MFC, e elevou para a variável Uh. A transformação logarítmica permitiu que a variável MFT apresentasse distribuição normal, como também proporcionou uma redução do CV para todas as variáveis, com exceção da variável Uh. A remoção do componente determinístico da variável NF foi o que acarretou maior redução do coeficiente de assimetria, garantindo uma distribuição normal dos dados. Na figura 1 são apresentados os semivariogramas escalonados das variáveis Uh, Uht1, MFT, MFTt1, MFTt2, MFC, MFCt1, MFCt2, NF, NFt1, NFt2. Pode ser observado na figura 1 a que a transformação logarítmica da variável U não promoveu alterações na descrição da estrutura espacial como pode ser visto na análise variográfica, sendo as mesmas observações, e a remoção do componente determinístico podem ser assumidas para as variáveis MFT e MFC (figuras 1b e 1c). Ao analisar a figura 1c fica evidente que a falta de normalidade dos dados de MFC não acarretou em mudanças abruptas na descrição da continuidade espacial descrito pelo semivariograma em comparação com as variáveis MFCt1 e MFCt2. Esse fato se deve ao baixo valor do coeficiente de assimetria, não invalidando a existência da estacionaridade intrínseca. De acordo com a figura 1d, nota-se que a estrutura espacial NF foi modificada após a remoção do componente determinístico, no entanto, a transformação logarítmica dos dados não promoveu alterações no semivariograma. Esse resultado é corroborado pelos valores de coeficiente de assimetria, no qual a remoção do componente determinístico garantiu uma distribuição mais simétrica dos dados de maneira a assumir uma distribuição normal.

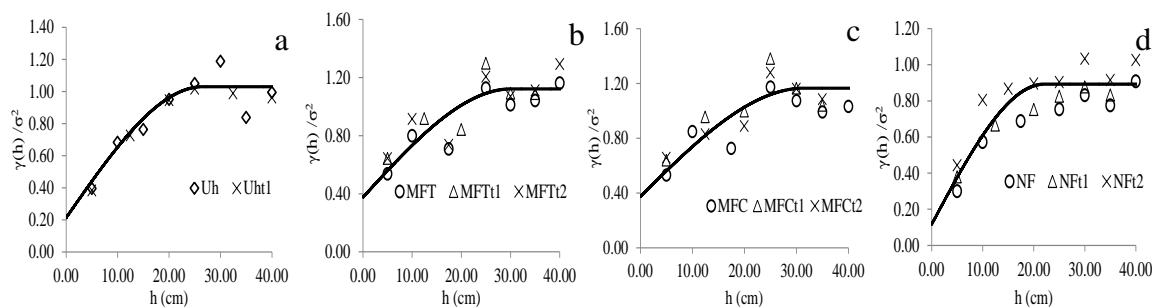


Figura 1 –Semivariogramas experimentais escalonados das variáveis Uh, Ut1 (a); MFT, MFTt1, MFTt2(b); MFC, MFCt1, MFCt2 (c) e NF, NFt1, NFt2 (d).

CONCLUSÃO: Embora seja extremamente importante a avaliação das distribuições dos dados originais, em termos da sua simetria e do atendimento a um nível mínimo de estacionaridade do processo, para se proceder à análise variográfica, verifica-se que generalizações não são possíveis. No presente trabalho, a remoção do componente determinístico e a transformação logarítmica dos dados não modificou de maneira expressiva a estrutura espacial das variáveis.

REFERENCIAS

- ALVARENGA, C. C.; MELLO, C. R. de.; MELLO, J. M. de.; VIOLA, M. R. Continuidade espacial da condutividade hidráulica saturada na bacia hidrográfica do Alto Rio Grande, MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.1757-1757, 2011.
- BETTÚ, D. F.; FERREIRA, F. J. F. Modelos da superfície potenciométrica do sistema aquífero Caiuá no noroeste do Estado do Paraná: comparação entre krigagem ordinária e krigagem com tendência externa do modelo numérico do terreno. *Águas Subterrâneas*, v. 19, n.2, p. 55-66, 2005.
- DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P.; ANDREOTTI, M. MONTANARI, R. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um latossolo vermelho distroférico sob sistema plantio direto. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, n.3, p. 453-461, 2012.
- GONÇALVES, A. C. A.; FOLEGATTI, M. V.; Da MATA, J. D. V. Análises exploratória e geoestatística da variabilidade de propriedades físicas de um Argissolo Vermelho. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.5, p. 1149-1157, 2001.
- HAMLETT, J. M. et al. Resistant and exploratory techniques for use in semivariogram analyses. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, v. 50, p. 868-875, 1986.
- ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. Na introduciton to applied geoestatistics. New York: Oxford University Press, 1989.
- JOSÉ, J. V.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A. C. A.; SOUZA, R. S.; MARQUES, P. A. A.; ROGÉRIO, F. Spatial data analysis of available water capacity in two classes of soil. *Jornal of Food, Agriculture & Environment*, v.11, n.2, p. 959-962, 2013.
- MATHERON, G. Principles of Geoestatistics. *Economic Geology*, v. 58, p. 1246-1266, 1963.
- SILVA, I. M.; PANDORFI, H. ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C.; CALDAS, A. M.; JACOB, A. L. Análise espacial das condições térmicas do ambiente pré-ordenha de bovinos leiteiros sob regimies de climatização. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.16, n.8, p.903-909, 2012.