

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

VICTOR.H. CAVASSINI¹, RAFAEL S. MATOS², IGOR. Q. M. VALENTE¹, ANAMARI V. A. MOTOMIYA³, JORGE W. CORTEZ³

¹Eng. Agrícola, Mestrando em Eng. Agrícola, FCA/UFGD, Dourados-MS, FONE: (18) 99798-5160 E-MAIL:victorcavassini@hotmail.com

²Eng. Agrônomo, Mestrando em Eng. Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias, FCA/UFGD, Dourados-MS

³Eng. Agrônomo, Prof. Dr., Faculdade de Ciências Agrárias, FCA/UFGD, Dourados-MS

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar a variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho distroférrico de textura muito argilosa. Em uma área de 181,92 ha, cultivada com soja e milho, foi realizada uma amostragem de solo georreferenciada, com espaçamento de 223 m entre pontos. Em cada ponto, foram coletadas 12 sub-amostras em um raio de 20 m na profundidade de 0,00-0,20 m, totalizando 35 pontos amostrais. Foram determinados pH em água, argila, fósforo (P), matéria orgânica (MO), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg). Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva e geoestatística. Os teores médios dos atributos químicos do solo foram considerados adequados, com média acidez. Observou-se que os valores de CV dos atributos pH, Ca, MO e argila foram baixos ($CV < 15\%$), dos atributos Mg e K apresentaram valores com moderada variabilidade ($15\% < CV < 35\%$) e os valores de P apresentaram CV elevado ($CV < 35\%$). Os dados de P, MO, Ca e Mg ajustaram-se ao modelo exponencial de semivariograma enquanto os dados de pH, K e argila ajustaram-se ao modelo esférico. O grau de dependência espacial foi forte para todos os atributos, com exceção apenas do Ca que apresentou fraca dependência espacial. Sugere-se o manejo diferenciado da adubação fosfatada na área.

PALAVRAS-CHAVE: mapeamento, geoestatística, agricultura de precisão.

SPATIAL DISTRIBUTION OF SOIL CHEMICAL PROPERTIES

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the spatial variability of chemical attributes of an oxisol very clay soil. This was conducted in an area of 181.92 ha cultivated with soybeans and corn, the georeferenced soil samples were spaced in 223 m between each point points. In each point, 12 sub-samples were collected at a distance of 20 m in depth 0.00 to 0.20 m, totaling 35 sampling points. There were determined pH, clay, phosphorus (P), organic matter (OM), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg). The data collected were submitted to descriptive statistical and geostatistical analysis. The average levels of soil chemical attributes were considered adequate, with medium acidity. It was observed that the CV values of the attributes pH, Ca, MO and clay were low ($CV < 15\%$) of Mg and K values presented attributes with moderate variability ($15\% < CV < 35\%$) and the values of P showed high CV ($CV < 35\%$). The data R, MO, Ca and Mg set to the exponential model semivariogram while the pH data, K and clay is set to the spherical shape. The degree of spatial dependence was strong for all attributes, except for the Ca which showed weak spatial dependence. It is suggested the differentiated management of phosphate fertilizer in the area of study.

KEY-WORDS: geostatistics, kriging, mapping

INTRODUÇÃO: Assim como em outros setores da economia globalizada, a agricultura requer uma maior eficiência para manter-se competitiva, o que requer o melhor gerenciamento dos seus processos produtivos. Há uma necessidade de novas tecnologias que proporcionem maiores informações sobre os diferentes fatores que determinam o potencial produtivo das culturas, a fim de reduzir os custos de produção e aumentar a produtividade, elevando, com isso, a eficiência na atividade agrícola. A amostragem de solo é considerada a primeira etapa da agricultura de precisão, sendo importante para todas as outras etapas do processo, que envolvem estudos de características espaciais. Assim, se na primeira etapa ocorrer falha, todas as outras estarão

comprometidas. A amostragem busca representar a realidade do campo, porém de maneira que possa ser utilizada uma densidade amostral representativa e economicamente viável para o produtor. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho distroférico de textura muito argilosa, visando a aplicação de fertilizantes em taxa variável.

MATERIAL E MÉTODOS: A área experimental está situada no município de Dourados/MS, na região de Vila Macaúba, com altitude média de 350 m, relevo plano, com declividades variando de 0 a 2%. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico, com textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006). A área tem 181,92 ha e vem sendo cultivada com culturas anuais (soja, milho, trigo e aveia) desde o ano de 1980, quando foi transformada de pasto para lavoura. Antes de ser implantada a cultura do milho safrinha 2013, foi realizada a amostragem do solo, utilizando uma grade amostral de 5 ha, com o auxílio de uma sonda amostradora. Foram coletados 35 pontos amostrais, sendo que foram coletados em cada ponto 12 sub-amostras, dentro de um raio de 20 m, na profundidade de 0-20 cm gerando uma amostra composta do ponto georreferenciado. Foram determinados pH em água, argila, fósforo (P), matéria orgânica (MO), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg). Os dados foram analisados por procedimentos de estatística descritiva e geoestatística com o auxílio do programa computacional GS+ (ROBERTSON, 1998), onde as medidas estatísticas calculadas foram média, desvio padrão, variância, valores máximos e mínimos, coeficientes de assimetria e curtose, coeficiente de variação e distribuição de frequência dos dados. A análise de dependência espacial foi realizada através do ajuste dos dados ao modelo de semivariograma experimental, de acordo com a teoria das variáveis regionalizadas (TVR), determinando-se os parâmetros: efeito pepita, patamar, alcance, coeficiente de determinação e soma do quadrado do resíduo, a partir deste valores foi calculado o grau de dependência, conforme descrito por Guimarães (2004). Os parâmetros dos semivariogramas ajustados foram utilizados para estimar os valores em locais não amostrados (GOOVAERTS, 1997), utilizando-se o interpolador de krigagem. Os mapas dos nutrientes do foram gerados pelo método da krigagem ordinária em células de 15 m com o auxílio do programa FalkerMap®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os teores médios dos atributos químicos do solo estão apresentados na Tabela 1 e encontram-se satisfatórios e adequados conforme classificação proposta por Embrapa (2011). Wilding & Drees (1983) propuseram uma classificação do CV de diversas propriedades do solo onde segundo esta classificação, observa-se que os valores de CV dos atributos do solo pH, Ca^{2+} , matéria orgânica e Argila apresentaram baixa variabilidade ($CV < 15\%$), já os valores de CV dos atributos Mg^{2+} e K^+ , apresentaram valores moderadamente variáveis ($15\% < CV < 35\%$) e para os valores de P, os valores de CV são considerados elevados ($CV < 35\%$).

Tabela 1. Resultado de análise estatística descritiva de atributos do solo - 2013.

Atributo	Média	DP	CV	Variância	Mín.	Máx.	Ass.	Curt.
pH (H ₂ O)	5,98	0,23	3,81	0,052	5,70	6,60	0,82	0,20
Ca ²⁺ (cmolc/dm ³)	6,56	0,81	12,36	0,658	4,30	7,70	-0,96	1,01
Mg ²⁺ (cmolc/dm ³)	1,62	0,33	20,65	0,112	0,80	2,30	-0,16	-0,17
K ⁺ (cmolc/dm ³)	0,33	0,08	24,02	0,006	0,21	0,50	0,62	-0,67
P (mg/dm ³)	12,10	4,73	39,07	22,338	4,70	21,90	0,56	-0,78
M.O. (%)	2,73	0,32	11,60	0,101	2,00	3,40	-0,09	-0,028
Argila (%)	568,00	22,86	4,02	522,353	530,00	600,00	-0,31	-1,08

DP= Desvio Padrão; CV= Coeficiente de variação; Ass.= Coeficiente de assimetria; Curt= Coeficiente de Curtose.

Para a avaliação da variabilidade e dependência espacial dos atributos estudados foram estimados semivariogramas experimentais isotrópicos (Tabela 2). O maior alcance dependência espacial foi observado para pH e o menor alcance para o P. segundo Trangmar et al. (1985), o alcance define o raio máximo para o qual amostras vizinhas são usadas para interpolação por técnicas de krigagem, assim baixos valores de alcance podem influir na qualidade das estimativas, pois poucos pontos serão usados para a interpolação. Os semivariogramas foram ajustados aos dados usando o modelo melhor ajustado com menor soma do quadrado do resíduo (SQR), sendo que os dados foram ajustados ao modelo exponencial (Ca, Mg e P) e ao modelo esférico (pH, K, MO e argila). O grau de dependência espacial (GDE) pode ser avaliado pela relação entre efeito pepita (C_0) e patamar ($C_0 + C$), classificada como fraca - se o efeito pepita for menor ou igual a 25% do patamar; Moderada se o efeito pepita representar entre 25% e 75% do patamar; e forte se a relação entre efeito pepita e patamar estiver entre 75% e 100% (GUIMARÃES, 2004). Os atributos apresentaram forte dependência espacial, com exceção do Ca que apresentou dependência espacial fraca.

Tabela 2. Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados aos dados dos atributos do solo estudados.

Atributo	Modelo	C ₀	C ₀ + C	A ₀	R ²	SQR	GDE
pH (H ₂ O)	Esférico	0,00	0,12	2597	0,956	1,372.10 ⁻⁴	Forte
Ca ²⁺ (cmolc/dm ³)	Exponencial	0,14	0,16	660	0,766	1,696.10 ⁻³	Fraca
Mg ²⁺ (cmolc/dm ³)	Exponencial	0,00	1,38	970	0,932	0,0289	Forte
K ⁺ (cmolc/dm ³)	Esférico	0,00	0,006	609	0,958	5,485.10 ⁻⁸	Forte
P (mg/dm ³)	Exponencial	4,41	22,52	83	0,071	33,2000	Forte
M.O. (%)	Esférico	0,00	0,11	447	0,683	1,257.10 ⁻³	Forte
Argila (%)	Esférico	1,00	654,40	904	0,889	49114,0000	Forte

C₀=Efeito Pepita; C₀ + C= Patamar; A₀= Alcance; R²= Coeficiente de determinação; SQR= Soma do Quadrado do Resíduo; GDE= Classificação da dependência espacial.

Os parâmetros dos modelos de semivariogramas ajustados foram utilizados para estimar valores em locais não amostrados por meio do interpolador por krigagem ordinária, e em seguida com os valores estimados por krigagem foram gerados os mapas de distribuição espacial dos atributos analisados (Figuras 1 e 2). Embora, em média, os teores médios dos atributos químicos do solo se encontram satisfatórios, em alguns locais os valores de P encontram-se abaixo do ideal, indicando a necessidade de uma fertilização diferenciada na área.

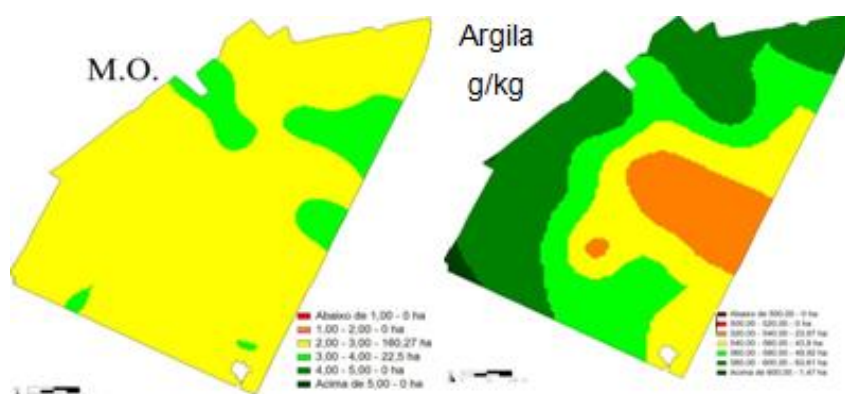
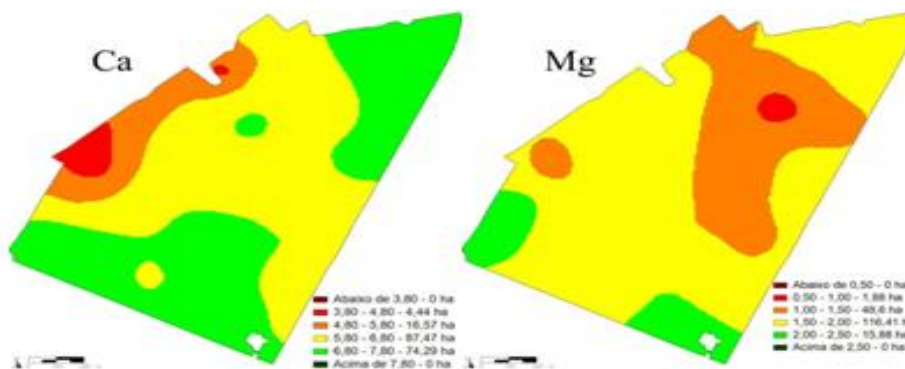


Figura 1. Mapas de distribuição espacial de matéria orgânica e argila obtidos pelo método da krigagem ordinária.



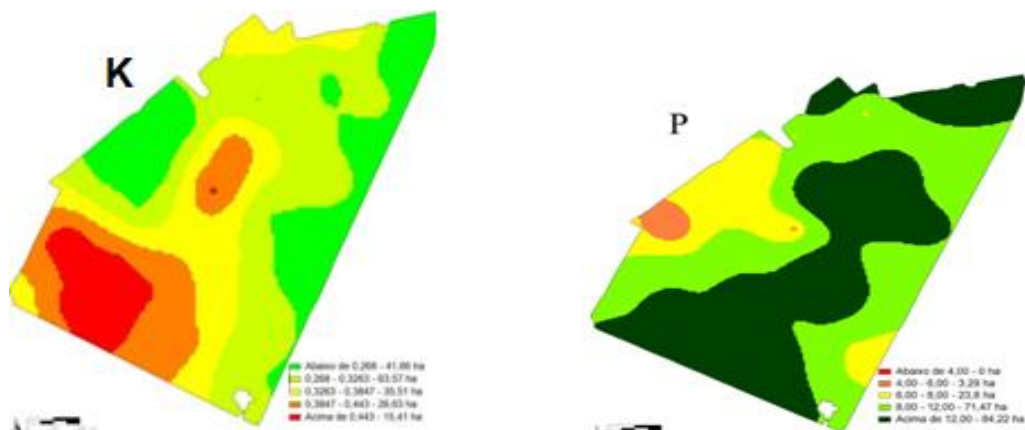


Figura 2. Mapas de distribuição espacial de Ca, Mg, K e P do solo obtidos pelo método da krigagem ordinária.

CONCLUSÕES: Em média, o solo apresenta uma boa fertilidade. Entretanto, há uma discrepância entre valores máximos e mínimos. A avaliação geoestatística indica que a dependência espacial é forte, para a maior parte dos atributos e, principalmente em relação ao fósforo, o manejo da adubação deve ser diferenciado, considerando sua distribuição espacial.

REFERÊNCIAS:

- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**. EMBRAPA Soja, Londrina: 2011. 261p
- GOOVAERTS, P. **Geostatistics for Natural Resources Evaluation**. New York: Oxford University Press, 1997, 483p.
- GUIMARÃES, E. C. **Geoestatística básica e aplicada**. Universidade Federal de Uberlândia, 2004. 78 p. vol. 1.
- ROBERTSON, G. P. **GS+ geostatistics for the environmental sciences: GS+ user's guide**. Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152p.
- WILDING, L. & DRESS, L.R. 1983. **Spatial variability and pedology**. In: Wilding, L., Smeck, N.E. & Hall, G.F. (eds). *Pedogenesis and soil taxonomy I. Concepts and interactions*. Amsterdam: Elsevier. p.83-116.