

## USO DE SEMIVARIOGRAMAS PARA DETERMINAR A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS TEORES DE MAGNÉSIO EM TRÊS LOCAIS DE AMOSTRAGEM DA LAVOURA CAFEIEIRA

Patrícia Costa Silva<sup>1</sup>, Elias Nascentes Borges<sup>2</sup>, Regina Maria Quintão Lana<sup>3</sup>, Reinaldo Adriano Costa<sup>4</sup>, Cílon César Fagiani<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), [patypcs@yahoo.com.br](mailto:patypcs@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Dr. em Agronomia, Prof. Titular do Instituto de Ciências Agrárias da UFU, [elias@ufu.br](mailto:elias@ufu.br)

<sup>3</sup> Dra. em Agronomia, Prof<sup>a</sup>. Titular do Instituto de Ciências Agrárias da UFU, [rmqlana@ufu.br](mailto:rmqlana@ufu.br)

<sup>4</sup> Mestrando em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas a pela Universidade Federal de Uberlândia, [costa\\_ra@yahoo.com.br](mailto:costa_ra@yahoo.com.br)

<sup>5</sup> Mestre em Agronomia Microbiologia Agrícola UFU-Uberlândia.

**RESUMO:** O conhecimento da variabilidade da fertilidade do solo em áreas cultivadas pode trazer importantes subsídios para a racionalização de uso dos corretivos e fertilizantes do solo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o grau de dependência espacial do nutriente magnésio através da variabilidade espacial em diferentes locais e sistemas de manejo. A área da pesquisa localizou-se na Fazenda do Glória/ UFU- Uberlândia – MG. Foram demarcadas quatro malhas de 1120 m<sup>2</sup> contendo em cada 60 pontos equidistantes de 3 x 4,5 georeferenciados para amostragem do solo, em sistema de sequeiro e fertirrigado, com controle de plantas infestantes por herbicida e por grade niveladora. Foram retiradas 480 amostras de solo em duas épocas, alternando-se nas regiões: saia do cafeeiro, meio da rua e rodado do pneu (linha de tráfego de máquinas), nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm para determinação dos teores de magnésio conforme a metodologia da Embrapa (1997). Para estudar a variabilidade espacial usou-se a geoestatística com o programa GS<sup>+</sup>7 for Windows. No geral, os modelos matemáticos mais adaptados para descrever o comportamento dos semivariogramas de atributos do solo foram o Exponencial - EXP e o Esférico - ESF. O modelo EXP comprova a existência de semelhança entre pontos vizinhos, o que deve ser considerada na realização das estimativas de valores não amostrados. Já o modelo ESF indica haver dependência espacial, ou seja, as amostras para esses atributos estão correlacionadas entre si.

**Palavras-chave:** cafeicultura, sistemas de manejo, variabilidade.

## USE OF SEMIVARIOGRAMAS TO DETERMINE THE SPACE DISTRIBUTION OF MAGNESIUM TEXTS IN THREE PLACES OF SAMPLING OF THE COFFEE FARMING

**ABSTRACT:** Insights on the variability of soil fertility in cultivated areas can contribute significantly to a rationalized use of fertilizers and soil amendments. Therefore, the objective of this work was to study the as determining the degree of spatial dependence of this attribute through the spatial variability in different places and systems of handling, as well. The area of the research was situated in the Farm of the Glória UFU- Uberlândia - MG. It was demarcated four meshes of 1120 m<sup>2</sup> contends in each 60 geo-regarded equidistant points of 3 x 4,5 for sampling of the ground, in system of dry land and fertirrigate, with control of infest plants by herbicide and by level grating. 480 ground samples had been removed, alternating itself in the regions: skirt of the coffee plant, half of the street and line of traffic of machines, in the depths: 0-20 cm and 20-40 cm for determination of values of magnesium according to Embrapa methodology (1997). For the spatial variability used geostatistics with program “GS<sup>+</sup>7 for Windows”. Overall, the mathematical models more adapted to describe the behavior of the semivariograms of attributes of the soil were the Exponential - EXP and the Spherical – ESF ones. The EXP model proves the existence of similarity between neighboring points that must be considered in carrying out estimates of values not showed and the ESF model indicates that there is a spatial dependence, the samples for these attributes are correlated between itself.

**Key words:** coffee grown, systems of handling, variability.

## INTRODUÇÃO

Os solos sob Cerrado, em sua maioria, apresentam propriedades que limitam o crescimento das raízes das plantas e exigem práticas de manejo adequadas. Trata-se de solos de baixa capacidade de troca de cátions (CTC), com acidez elevada e com baixo teor de nutrientes, especialmente de P. São, assim, solos com alto grau de intemperização e lixiviação, ocorrendo problemas de acidez e deficiência de nutrientes em todo perfil (Lopes, 1983; Sousa & Lobato, 2004).

O reconhecimento dos limites espaciais com os equipamentos de registro da produção e controle da aplicação dos insumos agrícolas a taxas variáveis tem despertado o interesse de estudos em propriedades rurais (Montesano et al. 2006). Numa paisagem natural, o solo apresenta variabilidade espacial e temporal de seus atributos, resultante da interação de processos que comandam os fatores responsáveis por sua formação. Além disso, o solo cultivado revela fontes adicionais de heterogeneidade originadas exclusivamente pelo efeito antrópico da agricultura (Carvalho et al., 2003).

Existe certa heterogeneidade dos atributos químicos e físicos de um solo, mesmo em uma área considerada uniforme, segundo suas características visíveis de campo, tais como: topografia, cor do solo e vegetação. Para que a amostragem do solo represente, com exatidão, a sua fertilidade, é necessário o conhecimento dessa variabilidade, pois só assim as recomendações de calagem e adubação não estariam comprometidas (Santos & Vasconcellos, 1987; Silveira et al., 2000). Segundo Carvalho et al. (2003), a variabilidade espacial nos atributos do solo pode ser influenciada pelos seus fatores intrínsecos (fatores de formação, que são o material de origem, relevo, clima, organismos e tempo) e pelos fatores extrínsecos, normalmente relacionados com as práticas de manejo. Usualmente, uma forte dependência espacial nos atributos do solo é atribuída aos fatores intrínsecos.

Segundo Ovalles e Rey (1994), o estudo da variabilidade espacial das propriedades químicas e físicas dos solos é particularmente importante em áreas onde o solo está submetido a diferentes manejos, pois a análise geoestatística pode indicar alternativas de manejo não só para reduzir os efeitos da variabilidade do solo na produção das culturas, mas também para aumentar a possibilidade de se estimarem respostas dos atributos do solo em função de determinadas práticas de manejo. O manejo pode alterar os atributos químicos, físicos, mineralógicos e biológicos, com impacto principalmente nas camadas superficiais do solo (Marques Júnior et al., 2000).

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na Fazenda Experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia – MG. As variedades de café cultivadas na área são Catuaí e Acaiaí com 5 anos de idade, plantadas no espaçamento de 3,5 x 0,7 m, com uma planta por cova. Na área experimental foram marcadas quatro malhas de 1120m<sup>2</sup> cada, as quais receberam os seguintes sistemas de manejo: Malha 1 - Controle de plantas daninhas com herbicida sistêmico e adubações semanais ministradas através da água de irrigação por gotejamento; Malha 2 - Controle de plantas daninhas com grade niveladora e adubações ministrada manualmente na forma granulada sem irrigação (sequeiro); Malha 3 - Controle de plantas daninhas com grade niveladora e adubações semanais ministradas através da água de irrigação por gotejamento Malha 4 - Controle de plantas daninhas com herbicida sistêmico e adubações ministrada manualmente na forma granulada sem irrigação(sequeiro). Nos meses de Março/2006 e Agosto/2006 foram retiradas 480 amostras para cada época nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, alternadas nas regiões meio da rua, projeção da copa (saia do cafeeiro) e rodado do trator (linha de tráfego de máquinas), para o estudo da variabilidade espacial do nutriente magnésio conforme metodologia da Embrapa (1997). Para estudar a variabilidade espacial empregou-se a geoestatística com o programa GS<sup>+</sup>7 for Windows.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a amostragem efetuada no mês de março, percebe-se, através da Tabela 1 e Figuras 1 a 4, que o modelo de semivariograma que predominou foi o Exponencial - EXP. No manejo das plantas espontâneas com herbicida, em ambas as profundidades analisadas, esse modelo (EXP) demonstrou a ocorrência de uma autocorrelação entre as amostras até a distância de 84,15 e 9,54 m, para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm, respectivamente.

Com utilização de grade nesta mesma época de amostragem, verifica-se que, na profundidade de 0-20 cm, o modelo que melhor se ajustou foi o Esférico - ESF, o qual indicou haver dependência espacial, ou seja, as amostras para esse atributo estão correlacionadas entre si até uma distância de 27,08 m. Em subsuperfície (20-40 cm), observa-se dependência espacial que pode ser descrita pelo modelo EXP, com alcance de 18,81 m.

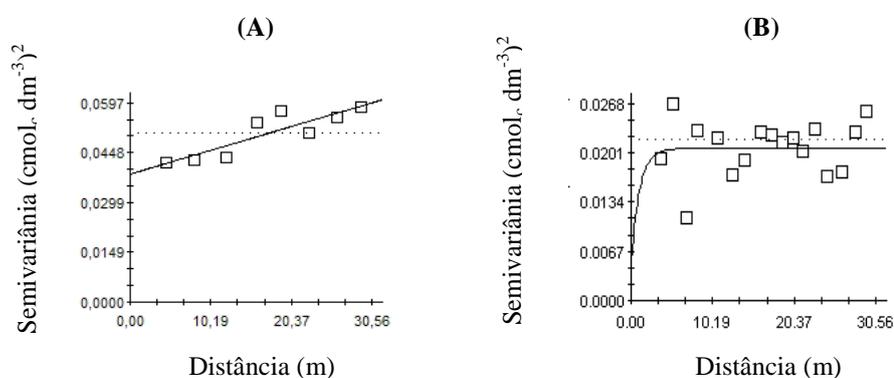
Estudando a dinâmica do Mg<sup>+2</sup> trocável no mês de agosto, observa-se, pela Tabela 1, que as semivariâncias experimentais apresentaram dependência entre os pontos estudados. O modelo que se ajustou no manejo com herbicida foi o ESF, com alcances de 6,63 e 7,18 m para as profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm.

Para o manejo das plantas espontâneas com grade, observa-se dependência espacial entre os pontos amostrados. Neste caso, o modelo de semivariograma que melhor se ajustou foi o EXP, com alcances de 33,03 m, em superfície, e 9,54 m, em subsuperfície. Isto indica que as amostragens realizadas a distâncias menores que o alcance estão correlacionadas, permitindo deste modo que se faça interpolações para espaçamentos menores do que os amostrados.

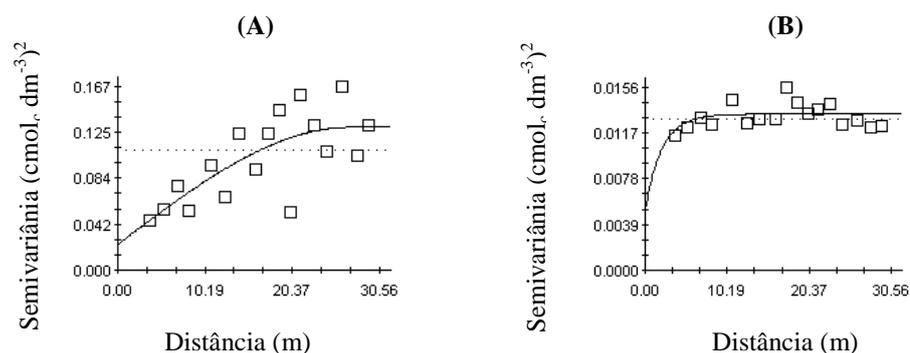
**Tabela 1**– Modelos de semivariogramas ajustados aos valores experimentais do nutriente Magnésio, em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , em diferentes manejos, profundidades e épocas de avaliação.

Manejo	Prof.	Modelo	$C_o$	$C+ C_o$	a
<b>Março de 2006</b>					
Herbicida	0-20 cm	LSP	0,038389	0,058769	29,19
	20-40 cm	EXP	0,005188	0,020676	9,54
Grade	0-20cm	ESF	0,023402	0,129800	27,08
	20-40 cm	EXP	0,005187	0,013280	18,81
<b>Agosto de 2006</b>					
Herbicida	0-20cm	ESF	0,007854	0,031737	6,63
	20-40 cm	ESF	0,002467	0,015238	7,18
Grade	0-20cm	EXP	0,007615	0,029257	33,03
	20-40 cm	EXP	0,001746	0,009430	9,54

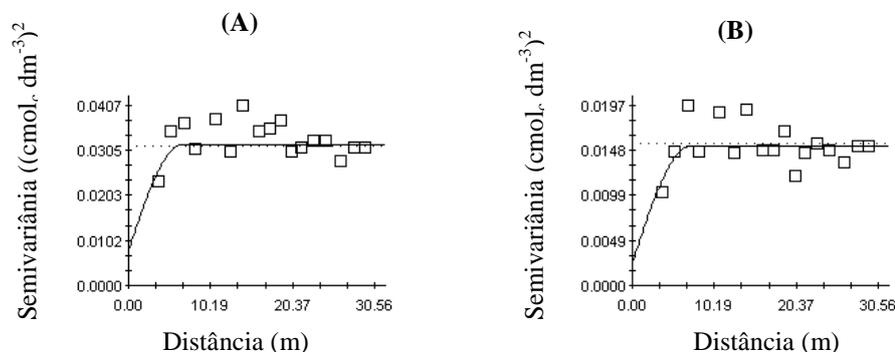
$C_o$  – efeito pepita ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ );  $C_o + C$  – patamar ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); a – alcance (m); EXP- Exponencial; ESF- Esférico



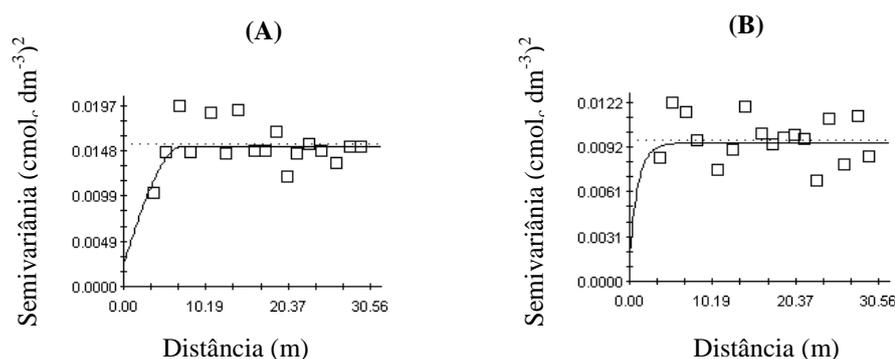
**Figura 1**– Distribuição espacial do  $\text{Mg}^{+2}$  ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), para o sistema de manejo com aplicação de herbicida, nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em março de 2006.



**Figura 2**– Distribuição espacial do  $Mg^{+2}$  ( $cmol_c dm^{-3}$ ), para o sistema de manejo com aplicação de grade, nas profundidades 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em março de 2006.



**Figura 3**– Distribuição espacial do  $Mg^{+2}$  ( $cmol_c dm^{-3}$ ), para o sistema de manejo com aplicação de herbicidas na profundidades de 0-20cm (A) e de 20-40 cm (B), em agosto de 2006.



**Figura 4** – Distribuição espacial do  $Mg^{+2}$  ( $cmol_c dm^{-3}$ ), para o sistema de manejo com aplicação de grade, nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em agosto de 2006.

## CONCLUSÕES

No geral, os modelos matemáticos mais adaptados para descrever o comportamento dos semivariogramas de atributos do solo foram o Exponencial - EXP e o Esférico - ESF. O modelo EXP comprova a existência de semelhança entre pontos vizinhos. Já o modelo ESF indica haver dependência espacial, ou seja, as amostras para esses atributos estão correlacionadas entre si.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, M. P.; TAKEDA E.Y. & FREDDI, O.S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 695-703, 2003.

LOPES, A.S. **Solos sob Cerrado: Características, propriedades e manejo**. Piracicaba, Potafos, 1983. 162p.

MARQUES JÚNIOR et al. Variabilidade espacial de propriedades químicas e físicas de latossolos em áreas de cerrado sob cultivo de café, em Patrocínio, MG. In: BALASTREIRE, L.A. **O estado-da-arte da agricultura de precisão no Brasil** Capítulo III - Mapeamento da Produtividade e de Atributos de Solos e de Plantas. Piracicaba: ESALQ, 2000. p.105-112.

MONTEZANO, Z. F.; CORAZZA, E. J.; MURAOKA, T. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homogeneamente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 839-847, 2006.

OVALLES, F.; REY, J. Variabilidad interna de unidades de fertilidad en suelos de la depresión del Lago de Valencia. **Agronomía Tropical**, Madrid, v.44, n.1, p.41-65, 1994.

SANTOS, H.L. & VASCONCELLOS, C.A. Determinação do número de amostras de solo para análise química em diferentes condições de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 11, p. 97- 100, 1987.

SILVEIRA, P. M.; ZIMMERMANN, F. J. P.; SILVA, S. C. & CUNHA, A. A. Amostragem e variabilidade espacial de características químicas de um Latossolo submetido a diferentes sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 2057-2064, 2000.

SOUSA, D. M. G. & LOBATO, E., eds. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília, Embrapa, 2004. 416p.