

# GRADES AMOSTRAIS PARA FINS DE MAPEAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREA DE CERRADO

Alvaro V. Resende<sup>1</sup>, Luciano S. Shiratsuchi<sup>1</sup>, Mariana C. Sena<sup>2</sup>, Luise L. Krahl<sup>2</sup>,  
João V. F. Oliveira<sup>3</sup>, Ronan F. Corrêa<sup>3</sup>, Tiago Oro<sup>3</sup>

Parte integrante do Projeto: Rede de conhecimento em agricultura de precisão para as condições do Cerrado e dos Campos Gerais, financiado pela Embrapa.

<sup>1</sup>Embrapa Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina - DF, CEP 73310-970, alvaro@cpac.embrapa.br.

<sup>2</sup>Acadêmica de Agronomia, UnB, Brasília - DF.

<sup>3</sup>Acadêmico de Agronomia, UPIS, Brasília - DF.

## INTRODUÇÃO

A possibilidade de aplicação de técnicas de agricultura de precisão no manejo da fertilidade do solo no Cerrado desperta o interesse de agricultores, consultores e empresas prestadoras de serviços georreferenciados. As áreas cultivadas apresentam grande extensão, o que pode ser um entrave à adoção eficiente de estratégias de manejo localizado da adubação, uma vez que o monitoramento em larga escala se contrapõe ao detalhamento necessário para diagnósticos e intervenções confiáveis.

Na pesquisa em agricultura de precisão, esforços têm sido direcionados para caracterizar a variabilidade espacial de atributos do solo, visando estabelecer procedimentos amostrais que garantam a representatividade das amostras georreferenciadas. Estudos empregando geoestatística têm indicado a necessidade de grades amostrais densas, comumente mais de uma amostra composta por hectare, para que se possa identificar a variabilidade das áreas e caracterizar sua estrutura espacial (Coelho, 2003; Machado et al., 2004). Isso significa coleta e avaliação de grande número de amostras, implicando em elevados custos. Via de regra, a quantidade de amostras que seria satisfatória tecnicamente costuma ser inviável nas condições de lavouras comerciais na região do Cerrado. Na prática tem-se utilizado grades amostrais variáveis, muitas vezes, com quadrículas de dimensões exageradas que não permitem obter dependência espacial dos dados, comprometendo a qualidade das informações sobre as condições de fertilidade da área.

O presente trabalho trata de um estudo de caso em que se analisou a dependência espacial e a variabilidade de atributos do solo, a partir de amostras obtidas de grades amostrais com diferentes dimensões de quadrícula, numa área de produção comercial de grãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo, de 97,5 hectares, cultivada com milho e soja em plantio direto (Planaltina de Goiás-GO).

Em 2004, foi feita uma amostragem georreferenciada em grade regular constituída de 390 quadrículas de 50 x 50 m, na profundidade de 0-10 cm, coletando-se cinco subamostras ao redor do ponto central da quadrícula e identificando-as separadamente (total de 1.950 subamostras). A partir desse conjunto de subamostras foram obtidas amostras compostas, de forma a simular amostragens em grades de quadrículas com área de 0,25; 1,0; 2,25; 4,0; 6,25 ou 9,0 ha.

Análises de rotina de fertilidade do solo, conforme metodologias descritas em Silva (1999).

Dados de pH, P, K, Ca, Mg, CTC, saturação por bases (V) e matéria orgânica, correspondentes à cada grade amostral, foram submetidos à análise de variografia objetivando avaliar a dependência espacial e ajustar modelos aos dados (Vieira, 2000; Ortiz Valencia et al., 2004).

Para Ca, Mg, K e matéria orgânica, atributos que apresentaram dependência espacial em grades com quadrículas de até 4,0 hectares, foram gerados mapas interpolados por krigagem. A partir dos mapas, obtiveram-se valores estimados de atributos do solo correspondentes às coordenadas dos 390 pontos da grade amostral de referência (0,25 ha). Os valores oriundos dos diferentes mapas foram correlacionados, a fim de se avaliar o grau de correspondência entre mapeamentos derivados de amostragens em grades com distintos tamanhos de malha.

Foi encontrada dependência espacial para todos os atributos nas amostragens com quadrículas de até 2,25 ha, excetuando-se o P, que só apresentou dependência quando a amostragem foi feita na grade mais densa. Matéria orgânica, K, Ca e Mg apresentaram dependência espacial também para a amostragem em quadrículas de 4,0 ha. Em termos práticos, os resultados obtidos permitem inferir que amostragens em grades regulares com malha de área superior a 4,0 ha parecem pouco efetivas quanto à representatividade ou acurácia dos mapas gerados para fins de diagnóstico e manejo localizado da fertilidade do solo.

Os mapas de teores de Ca, Mg, K e matéria orgânica, interpolados a partir das amostragens em quadrículas de 0,25; 1,0; 2,25; e 4 ha, são apresentados nas figuras 1, 2, 3 e 4. Embora tenha-se obtido dependência espacial para as quatro grades amostrais, observa-se que o aspecto visual dos mapas de cada atributo do solo sofreu considerável modificação na medida em que foram utilizadas quadrículas de dimensões crescentes. Como consequência, a conformação de subáreas que poderiam ser delimitadas visando ao manejo diferenciado da adubação mostrou-se muito afetada pelo esquema de amostragem utilizado.

Essas constatações reforçam a idéia de que mapas oriundos de amostragens de solo em grades regulares podem apresentar mais distorções devido ao local de coleta das amostras e ao tamanho das quadrículas do que propriamente devido ao método de interpolação (Luchiar Jr. et al., 2004). Assim, possivelmente, a identificação de zonas de manejo dentro das áreas de cultivo (Molin, 2002; Santos et al., 2003; Luchiar Jr. et al., 2004) seja uma estratégia mais viável técnica e economicamente para a implementação de manejo localizado da adubação em escala comercial no Cerrado.

Apesar da pequena semelhança visual (Figuras 1 a 4), foram observadas boas correlações entre mapas de cada atributo nas diferentes grades amostrais (Tabela 1). Contudo, é preciso considerar o fato de a simulação das amostragens em quadrículas de tamanho crescente ter sido feita a partir do mesmo conjunto de subamostras. Caso as comparações fossem feitas a partir de amostragens independentes no campo, provavelmente a similaridade entre mapas de grades amostrais distintas seria menor.

Tabela 1. Coeficientes de correlação (r) entre valores de atributos do solo estimados a partir de mapas derivados de grades amostrais com quadrículas de diferentes dimensões.

Atributo do solo / área da quadrícula	Área da quadrícula		
	1,0 ha	2,25 ha	4,0 ha
Cálcio 0,25 ha	0,55*	0,64*	0,36*
Cálcio 1,00 ha	-	0,70*	0,56*
Cálcio 2,25 ha	-	-	0,65*
Magnésio 0,25 ha	0,55*	0,87*	-0,20*
Magnésio 1,00 ha	-	0,64*	-0,11*
Magnésio 2,25 ha	-	-	-0,29*
Potássio 0,25 ha	0,68*	0,69*	0,66*
Potássio 1,00 ha	-	0,91*	0,83*
Potássio 2,25 ha	-	-	0,87*
Mat. orgânica 0,25 ha	0,57*	0,76*	0,60*
Mat. orgânica 1,00 ha	-	0,70*	0,52*
Mat. orgânica 2,25 ha	-	-	0,73*

\*Correlação significativa a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

Encontrou-se dependência espacial para todos os atributos do solo nas amostragens com quadrículas de até 2,25 ha, excetuando-se o P, que só apresentou dependência espacial quando a amostragem foi feita na grade mais densa (0,25 ha). Matéria orgânica, Ca, Mg e K apresentaram dependência espacial também para a amostragem em quadrículas de 4,0 ha.

A variabilidade espacial dos teores de matéria orgânica, Ca, Mg e K foi influenciada pelo tamanho das quadrículas da grade amostral. Apesar da obtenção de correlações significativas, observou-se falta de similaridade visual entre mapas gerados a partir de grades amostrais distintas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, A.M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. Tópicos em Ciência do Solo, Viçosa, v.3, p.249-290, 2003.  
LUCHIARI JR. A.; SILVA, A. D.; BUSCHINELLI, C. C. A.; HERMES, L. C. CARVALHO, J. R. P.; SHANAHAN, J.; SCHEPERS, J. S. Agricultura de precisão e meio ambiente. In: MACHADO, P.L.O.A.; SILVA, C.A.; BERNARDI, A.C.C. (Eds.) Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. p.19-35.  
MACHADO, P.L.O.A.; SILVA, C.A.; BERNARDI, A.C.C. et al. Variabilidade de atributos de fertilidade e espacialização da recomendação de adubação e calagem para a soja. In: MACHADO, P.L.O.A.; SILVA, C.A.; BERNARDI, A.C.C. (Eds.) Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. p.115-129.

MOLIN, J.P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.22, n.1, p.83-92, 2002.  
ORTIZ VALENCIA, L.I.; MEIRELLES, M.S.P.; BETTINI, C. Geoestatística aplicada à agricultura de precisão. In: MACHADO, P.L.O.A.; BERNARDI, A.C.; SILVA, C.A. (Eds.). Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. p.37-56.

SANTOS, A.O.; PALLONE FILHO, W.J.; UNGARO, M.R.G.; LINO, A.C.L.; RADIN, B. Prospecção de zonas potenciais para manejo diferenciado em agricultura de precisão utilizando-se padrões de solo-planta-clima. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.7, n.3, p.463-468, 2003.  
SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.  
VIEIRA, S.R. Uso de geoestatística em estudos de variabilidade espacial de propriedades do solo. Tópicos em Ciência do Solo, Viçosa, v.1, p.1-54, 2000.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

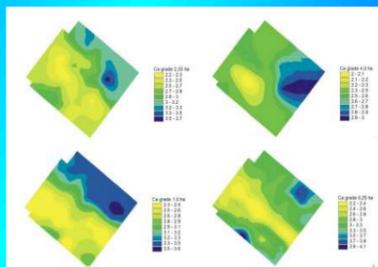


Figura 1. Mapas diagnósticos de teores de cálcio (cmolc dm<sup>-3</sup>) no solo, baseados em amostragens em grades regulares com malhas de 0,25; 1,0; 2,25 e 4,0 hectares.

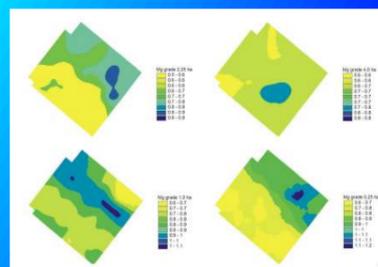


Figura 2. Mapas diagnósticos de teores de magnésio (cmolc dm<sup>-3</sup>) no solo, baseados em amostragens em grades regulares com malhas de 0,25; 1,0; 2,25 e 4,0 hectares.

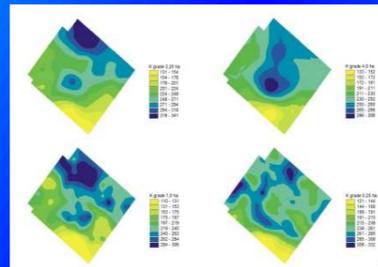


Figura 3. Mapas diagnósticos de teores de potássio (mg dm<sup>-3</sup>) no solo, baseados em amostragens em grades regulares com malhas de 0,25; 1,0; 2,25 e 4,0 hectares.

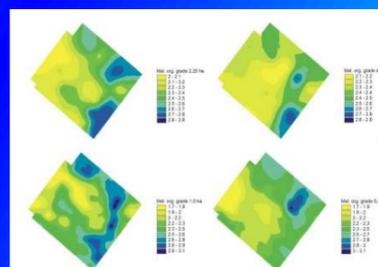


Figura 4. Mapas diagnósticos de teores de matéria orgânica (dag kg<sup>-1</sup>) no solo, baseados em amostragens em grades regulares com malhas de 0,25; 1,0; 2,25 e 4,0 hectares.