

FATORES NA AMOSTRAGEM POR GRADE QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DAS INTERPOLAÇÕES ESPACIAIS DE ATRIBUTOS DA FERTILIDADE DO SOLO

RONALDO P. de OLIVEIRA¹ E VINICIUS de M. BENITES²

¹ Engº Eletrônico, Doutor em Agricultura de Precisão, Embrapa Solos, Rio de Janeiro – RJ. ronaldo@cnpq.embrapa.br

² Engº Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Solos, Rio de Janeiro – RJ. vincius@cnpq.embrapa.br

Apresentado no
Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2010
27 a 29 de setembro de 2010 - Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: A eficácia na caracterização da variabilidade do solo como ferramenta de suporte aos processos decisórios da agricultura de precisão (AP) depende da acurácia no mapeamento dos atributos e da eficiência dos métodos de coleta de dados que minimizem a necessidade de amostragens intensivas e caras. Fatores determinantes da qualidade do mapeamento das variações envolvem o número de amostras, a distância entre os pontos de amostragem, a distribuição das amostras segundo a natureza da variável a ser espacializada e o objetivo do mapeamento, além da escolha do método de interpolação. Em geral o que se observa é a negligência destes quesitos em operações de campo e a pouca difusão de conceitos básicos da geoestatística. Este trabalho foi realizado no município de Castelândia – GO, visando discutir a eficácia da prática de amostragem por grade, cara e laboriosa, na caracterização de propriedades de solo com variações em escalas de 1m a 1 km. O objetivo deste estudo é o de caracterizar a variabilidade espacial da fertilidade do solo, avaliando o resultado de interpolações e potenciais distorções de valores nas condições de fronteira entre talhões sob diferentes rotações de culturas e adubação.

PALAVRAS-CHAVE: grade de amostragem de solo, variabilidade espacial, geoestatística.

GRID SAMPLING FACTORS AFFECTING THE QUALITY OF SPACIAL INTERPOLATIONS FOR SOIL FERTILITY ATTRIBUTES

ABSTRACT: Effectiveness on the characterization of soil spatial variability supporting precision agriculture (PA) decision processes depends on accurate mapping of soil properties and efficient data gathering methods that can reduce the need for expensive and intensive sampling. Limiting factors most affecting soil property mapping are the number of soil samples, the distance between sampling locations, the sampling distribution matching both the nature of variation to be mapped and mapping objective, and the choice of interpolation procedures. Considering that these conditions are potentially discarded in fieldwork and many methodological concepts are not broadly known, this work was done in Castelândia – GO, aiming to discuss the effectiveness of the expensive and laborious practice for grid sampling concerning soil properties on a scale of about 1 m to 1 km. The objective is to evaluate the effect of data variability for interpolation procedures, besides to point out extrapolation artifacts at the borders of fields under different crop rotations and management.

KEYWORDS: grid soil sampling, spatial variability, geostatistics.

INTRODUÇÃO: A caracterização da variabilidade espacial do solo é uma etapa no processo de adoção da AP que requisita o desenvolvimento de métodos de coleta de dados que minimizem a necessidade de amostragens intensivas, invasivas e caras. Entretanto, a variabilidade das propriedades físico-químicas do solo difere na estrutura da sua distribuição espacial, na intensidade de sua variação e na máxima distância de autocorrelação associada ao seu coeficiente de variação espacial. Visando facilitar o entendimento e a interpretação preliminar destas variações, McBRATNEY e PRINGLE (1999) tabularam médias e proporções entre parâmetros variográficos que servem tanto para orientar fluxos decisórios nos processos de adoção das AP, quanto para dar suporte ao planejamento eficiente e eficaz da amostragem do solo. McBRATNEY e PRINGLE (1999) introduzem uma tabela com exemplos do espaçamento amostral necessário para uma interpolação precisa dos principais parâmetros de solos e sugerem que para um efetivo manejo por taxas variadas, na resolução de 20 m, grades amostrais refinadas em intervalos de até 20 ou 30 m podem ser necessárias dependendo da variável de interesse. Trabalhos subsequentes (MALLARINO e WITTRY, 2004; GRIFFIN et al., 2004) reforçam a necessidade de alta resolução de dados para caracterizar variações de curta distância tipicamente associada a certas propriedades. Desta forma, a questão: “O quanto é necessário refinar uma grade de amostragem antes de se obter recomendações consistentes em termos de adubação?” pode ser associada ao alto custo das práticas comerciais de amostragem por grade para fins de uma análise custo/benefício relativa ao quanto se pode extrair de informação relevante para o manejo por sítio específico mediante grades regulares com distância de 5 ha. Neste sentido, o objetivo deste estudo é avaliar os efeitos das diferentes resoluções de amostragem na interpolação de propriedades da fertilidade do solo, além de distorções nas regiões de fronteiras entre talhões sob diferentes manejos.

MATERIAL E MÉTODOS: A área de estudo está localizada no município de Castelândia GO, em área comercial de produção de grãos em sistema de plantio direto. O solo predominante é um Latossolo Vermelho distroférrico desenvolvido sobre material basáltico da formação Serra geral e a altitude média é de 460 m. A área analisada abrange 80 ha, e é segmentada em 3 talhões agrícolas (Figura 1) com diferentes manejos de rotação de culturas e adubação durante as safras 2007/2008 e 2008/2009 (Tabela 1). As amostras de solos foram coletadas em agosto de 2009, durante o inverno após a colheita da safrinha. Foram coletadas amostras de 0 a 20 cm, com uso de um amostrador de rosca de uma polegada motorizado, em uma malha de uma amostra por hectare, sendo cada amostra formada por 10 subamostras tomadas em um raio de 20 metros do ponto georeferenciado. As amostras foram analisadas no laboratório de rotina de solo da Universidade de Rio Verde.

TABELA 1. Rotação de culturas e adubação nos diferentes talhões agrícolas na área de estudo.

Talhão	área (ha)	Safrã 2007/2008				Safrã 2008/2009			
		Verão		Safrinha		Verão		Safrinha	
		cultura	Adubação	cultura	Adubação.	cultura	Adubação.	cultura	Adubação.
5	26	Soja	50 kg P ₂ O ₅	Sorgo	12 Kg N	soja	22 kg P ₂ O ₅	Milheto	0
		Valiosa RR		BRS304	38 kg P ₂ O ₅ 17 Kg K ₂ O	MGBRS 750RR	92 kg K ₂ O	ADR 500	
6	33	Soja	40 kg P ₂ O ₅	Sorgo	12 Kg N	Milho	80 kg N	Pasto	0
		Valiosa RR		1G220	38 kg P ₂ O ₅ 17 Kg K ₂ O	DKB 399Bt	30 kg P ₂ O ₅ 60 kg K ₂ O	B. brizantha cv Marandú	
7	21	Soja	40 kg P ₂ O ₅	Sorgo	12 Kg N	Soja	20 kg P ₂ O ₅	Sorgo	24 kg N
		Valiosa RR		AG1018	38 kg P ₂ O ₅ 17 Kg K ₂ O	Valiosa RR	50 kg K ₂ O	Catuy	30 Kg P ₂ O ₅ 30 Kg K ₂ O

Para fins da visualização, interpretação e caracterização da estrutura espacial da variação dos atributos considerados, os dados da grade de amostragem foram primeiramente transformados em suas projeções cartográficas e formatos de arquivos segundo protocolos em TAYLOR et al. (2007). O pacote geoestatístico Vesper (WHELAN et al., 2001) foi utilizado para análise dos parâmetros variográficos, ajuste de variogramas e interpolação por krigagem utilizando as malhas de 81 amostras, na área total dos três talhões, e a de 35 amostras, na área do talhão 6.

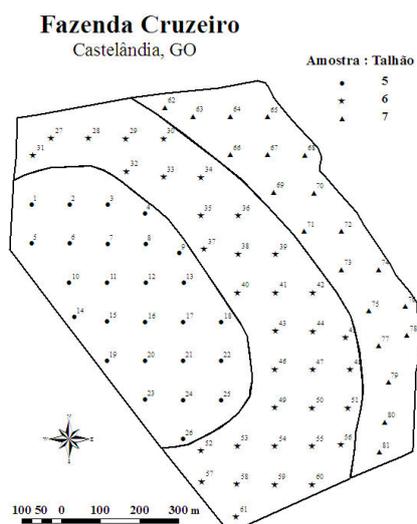


FIGURA 1. Mapa da área de estudo ilustrando os limites entre os diferentes talhões e a grade de amostragem com simbologia de pontos relativa aos talhões 5, 6 e 7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os variogramas obtidos para as propriedades consideradas neste estudo (Figuras 2 e 3) apresentaram os parâmetros e comportamentos das curvas coerentes com valores médios e proporções gráficas estabelecidos em McBRATNEY e PRINGLE (1999). Entretanto, aspectos regulares de não estacionariedade na autocorrelação das propriedades ficaram mais evidentes nas análises dos variogramas empíricos considerando as amostras de todos os talhões (81). Este fato pode estar relacionado com a mistura de amostras coletadas nos talhões com diferentes regimes de rotação de culturas e manejo da adubação. Em contrapartida, o resultado mais estruturado considerando apenas amostras do talhão 6 só pode ser obtido mediante um ajuste mais elaborado dos modelos teóricos de variograma. Fato que foi entendido como diretamente relacionado ao baixo número de amostras (35). Apesar de representar com propriedade a estrutura espacial de variação de cada propriedade, sendo forte para aspectos de textura e moderada a fraca para potássio e fósforo, os resultados das krigagens para as 81 amostras puderam evidenciar distorções usualmente causadas pela quebra de fronteiras de áreas adjacentes com diferentes manejos ou pela mistura de amostras sob diferentes condições do solo. Foi possível observar que as propriedades estruturais (areia e argila) apresentaram uma maior coerência de resultados entre as krigagens dos 3 talhões e só do talhão 6 (Figura 2). Esta maior correlação entre os mapas e a menor distorção nas condições de fronteira, pode ser justificada pelo fato das amostragens terem sido executadas no mesmo período sob similares condições do solo. Na Figura 3, maiores distorções evidenciadas nas fronteiras e uma menor correlação geral dos mapas interpolados justifica-se nas diferenças das condições físico-químicas promovidas pelo manejo diferenciado dos talhões (Tabela 1).

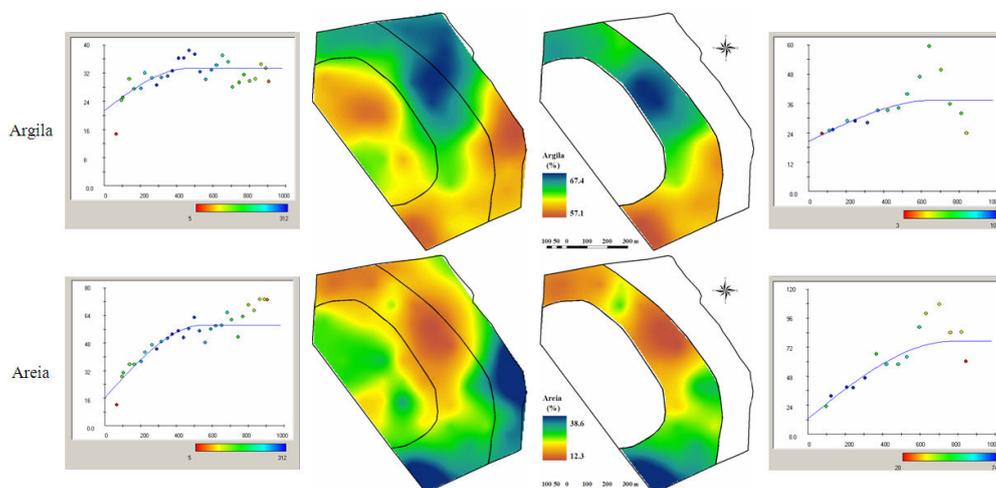


FIGURA 2. Parâmetros físicos do solo mostrando menores distorções nos limites dos talhões.

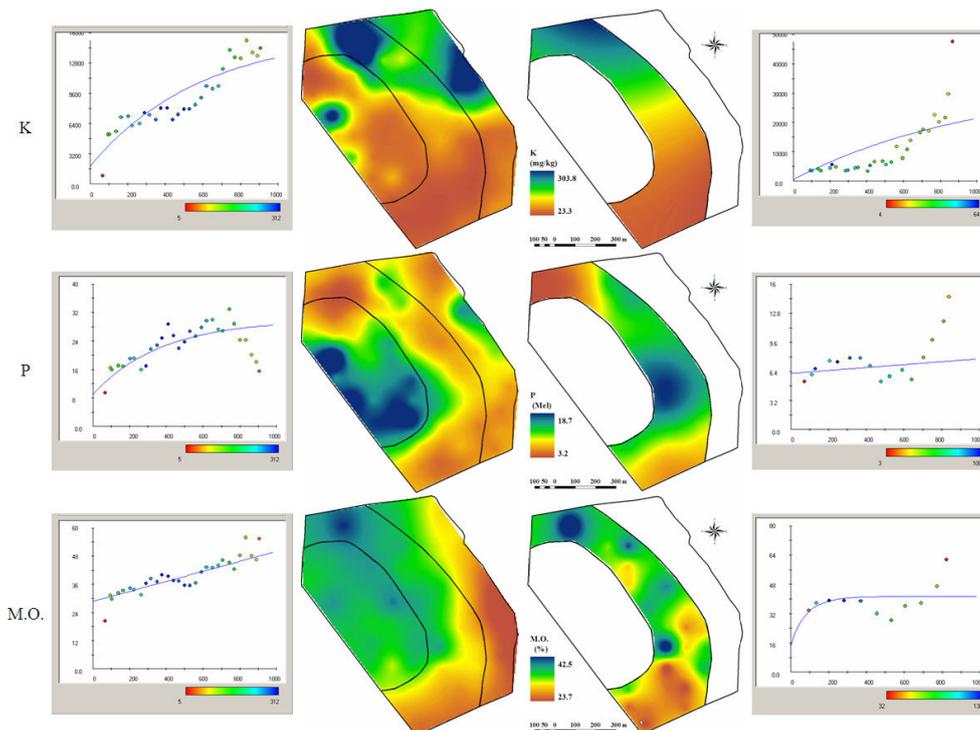


FIGURA 3. Parâmetros químicos diretamente influenciados pela ação antrópica mostrando maiores distorções nos limites dos talhões.

CONCLUSÕES: Novas técnicas de AP para o monitoramento intensivo da fertilidade do solo buscam subsidiar o mapeamento das propriedades com variação em alta escala (pequenas distâncias). Neste sentido, o uso da amostragem por grades regulares necessita de critérios mínimos para uma caracterização efetiva destas variabilidades. Na análise dos resultados para os diferentes esquemas de amostragem foi possível determinar a melhor caracterização do manejo diferenciado indicado pelos mapas interpolados com maior densidade de observações. A ocorrência de distorções nas interpolações por krigagem usualmente causadas pela mistura de amostras coletadas sob diferentes condições de manejo pode ser comprovada pela baixa correlação dos resultados para as propriedades de solo diretamente afetadas pela ação antrópica (Figura 3; potássio, fósforo e matéria orgânica). Uma menor distorção nas condições de fronteira entre os resultados obtidos para as propriedades estruturantes do solo (Figura 2; argila e areia) justifica-se no fato de todas as amostras terem sido coletadas no mesmo período, conseqüentemente sob mesmas condições de umidade do solo.

REFERÊNCIAS

- GRIFFIN, T.W.; LOWENBERG-DEBOER, J.; LAMBERT, D.M.; PEONE, J.; PAYNE, T.; DABERKOW, S.G. Adoption, profitability, and making better use of Precision Farming data. Staff Paper # 04-06. Department of Agricultural Economics, Purdue University, 22 p., 2004.
- MALLARINO, A.P. e WITTRY, D. Efficacy of grid and zone soil sampling approaches for site-specific assessment of phosphorus, potassium, pH, and organic matter. *Precision Agriculture*, v.5, p. 131-144, 2004.
- McBRATNEY, A.B. e PRINGLE, M.J. Estimating average and proportional variograms of soil properties and their potential use in Precision Agriculture. *Precision Agriculture* v.1, p. 125-152, 1999.
- TAYLOR, J.A., McBRATNEY, A.B.; WHELAN, B.M. (2007). Establishing management classes for broadacre grain production. *Agronomy Journal*, v.99, p.1366-1376
- WHELAN, B.M., McBRATNEY, A. B., MINASNY, B. Vesper - Spatial Prediction Software for Precision Agriculture. In: *Proceedings of the 3rd ECPA, Montpellier, France*, p. 139-144, 2001.