



3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão

Variabilidade espacial de um Latossolo Vermelho Amarelo sob cultivo intensivo. I. Distribuição espacial de atributos químicos

J. H. M. Viana¹, G. E. França², E. C. Mantovani³, E. I. Fernandes Filho³, C. E. G. R. Schaefer³

RESUMO: Este trabalho visou o estudo da distribuição espacial dos principais atributos químicos usados para avaliação de fertilidade em uma área experimental usada em trabalhos em Agricultura de Precisão. 647 amostras simples de solo foram coletadas em uma grade regular georreferenciada de 25 por 25 metros, de 0 a 20 cm de profundidade. Além destas, foram amostrados 5 pontos na área sob o pivô, e um próximo ao pivô, até 50 cm, coletando-se de 2 em 2 cm nos primeiros 10 cm, 5 em 5 cm de 10 a 40 cm, e uma amostra de 40 a 50 cm de profundidade. As análises químicas foram executadas na terra fina seca ao ar, sendo determinados o pH em água, alumínio trocável, cálcio, magnésio, fósforo, potássio, matéria orgânica e acidez trocável. Concluiu-se que a área em estudo apresenta uma fertilidade de média a alta em sua camada superficial, apresentando concentração da fertilidade nos primeiros centímetros da superfície. Foi observada grande variabilidade horizontal, mostrada pelos mapas interpolados e pelo coeficiente de variação dos dados. As características estudadas apresentaram dependência espacial em modelos mais complexos que os ajustados, e os resultados de validação cruzada indicam que o intepolador utilizado produziu resultados pouco confiáveis.

PALAVRAS-CHAVE: solos, fertilidade, geoestatística, amostragem em grade

ABSTRACT: This work studied the spatial distribution of the main chemical properties used for soil fertility analysis in an experimental area of Precision Agriculture research. 647 single samples were collected in a regular georeferenced grid of 25 x 25 meters, down to 20 cm. Further 5 sampling points were selected in the area, and one extra site close to it, down to 50 cm, sampled at 2 cm intervals down to the first 10 cm, at 5 cm intervals from 10 to 40 cm and a single sample from 40 to 50 cm. Chemical analyses were performed in the fine earth, measuring water pH, exchangeable Al, Ca, Mg, P, K, Organic matter and H + Al. The area presented a medium to high fertility status at the surface, showing a high concentration of nutrients in the first centimeters. Great horizontal variability was observed in the interpolated maps, and from the variation coefficients of the data. The studied properties showed more complex spatial dependence models than the fitted one for the interpolation, and the cross-validation indicates that the interpolator did not produce reliable results.

KEYWORDS: soil, fertility, geostatistics, grid sampling.

¹Doutorando, bolsista CNPq, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos, Av.P. H. Rolfs, s/n CEP 36.570-000 Viçosa – MG jherbertmviana@yahoo.com.br

²Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG

³Professor, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Solos

Trabalho com recursos da FAPEMIG, do CNPq e dos Projeto PRODETAB - 030 - 01/99 e SEP - 12.1999.021(Agricultura de Precisão)



3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão

INTRODUÇÃO: A variabilidade espacial de atributos químicos do solo pode ser uma das razões para as variações observadas de produtividade em áreas agrícolas. O melhor conhecimento desta variabilidade possibilita a melhoria no manejo de insumos, reduzindo custos de produção e os riscos ambientais. A possibilidade de manejo em sítio específico, viabilizada a partir dos recursos tecnológicos denominados conjuntamente de “Agricultura de Precisão”, necessita, para sua implementação, do conhecimento detalhado desta variabilidade e de sua relação com a produtividade (Coelho, 2003). Este conhecimento detalhado e sua quantificação, no entanto, ainda se encontram em estágio incipiente, sendo esta informação indispensável para a correta avaliação dos fatores que afetam a produtividade. No Brasil os trabalhos ainda são pontuais, e dadas as peculiaridades dos solos tropicais, sua extensão e sua diversidade, os conhecimentos ainda são incipientes. O presente trabalho visa o estudo da distribuição espacial dos principais atributos químicos usados para avaliação de fertilidade em uma área experimental usada em trabalhos em Agricultura de Precisão. Visa também fornecer subsídios para as interpretações de resultados do cruzamento destas informações com os dados de produtividade gerados a partir de mapas de colheita.

MATERIAL E MÉTODOS: Neste trabalho foi estudado um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (EMBRAPA, 1999), derivado de cobertura coluvial relacionada a rochas pelíticas aluminosas do Grupo Bambuí. O local de estudo é uma área experimental de 38 ha, localizada na EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, latitude sul 19° 28', longitude oeste 44° 15' e altitude de 780 m, sob pivô central. Esta área tem sido utilizada em um sistema de produção irrigado de milho sob plantio direto. Soja e feijão também são plantados na área, sendo o último nos períodos de inverno, sob irrigação. Amostras de solo foram coletadas em uma grade regular georreferenciada de 25 por 25 metros na área sob o pivô. Foram colhidas amostras simples de 0 a 20 cm de profundidade em cada um dos nós da grade, totalizando 647 pontos amostrados, em maio de 2001. Além destas, foram amostrados 5 pontos na área sob o pivô, e um próximo ao pivô, em um cerrado nativo, tomado como referência. As amostras foram coletadas até a profundidade de 50 cm, de 2 em 2 cm nos primeiros 10 cm, 5 em 5 cm de 10 a 40 cm, e uma única amostra de 40 a 50 cm. Estas amostras foram coletadas em agosto de 2002. As análises químicas destas amostras foram feitas em triplicata, sendo as 3 repetições de cada ponto coletadas em um raio de 5 metros. As análises químicas foram executadas na terra fina seca ao ar, segundo EMBRAPA (1997), sendo determinados o pH em água (relação solo solução 1:2), alumínio trocável, cálcio, magnésio, fósforo, potássio, matéria orgânica e acidez trocável. As análises estatísticas e geoestatísticas foram efetuadas no programa Geovisual (Yamamoto, 2002), sendo os resultados apresentados nas formas de histogramas de frequência, tabela e mapas gerados pela interpolação dos dados por meio de krigagem ordinária.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados das propriedades químicas da área em estudo, para 647 amostras, se encontram na Tabela 1. Comparando-se estes resultados aos valores recomendados na 5ª aproximação (Boletim de recomendação de adubação e calagem para o Estado de Minas Gerais), verificou-se que para a quase todos os requisitos 75% ou mais dos pontos se encontrava nas faixas de médio a bom indicando que, em princípio, não haveriam maiores limitações à produção por fatores puramente químicos. Para cálcio e potássio, os valores se



3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão

encontram adequados desde o quartil inferior. Para fósforo e magnésio, o quartil inferior está na faixa baixa, embora as médias estejam nas faixas alta (P) e média (Mg). A matéria orgânica e o pH estão na faixa média. Ao se analisar os pontos coletados em detalhe (Figura 1) no entanto, observa-se a concentração evidente nas camadas superficiais, acima de 10 – 15 cm. Esta concentração, fruto da adubação e manejo ao longo dos anos de plantio, restringe o volume de solo com fertilidade mais elevada a ser explorado pelas raízes, e pode ter sido incrementada nos últimos anos em função da utilização do sistema de plantio direto nesta área. O efeito de concentração é mais evidente no caso do fósforo, além da grande variabilidade entre perfis, pela menor mobilidade deste elemento no solo altamente intemperizado. O cálcio e o magnésio apresentam uma concentração maior em superfície, mas os teores em profundidade são maiores que os do perfil sob vegetação de cerrado, o que é atribuído a alguma migração de colóides no perfil ou à atividade biológica, incorporando de material do horizonte A no topo do B_w, por meio de transporte em canais produzidos pela macrofauna, ou espaços deixados por raízes, ambos comumente observados no campo. O potássio apresenta este mesmo comportamento em menor proporção. O alumínio e a acidez trocável apresentam incremento a partir dos 15 cm, acompanhando o decréscimo do pH, mas até a profundidade medida não atingem os níveis do solo de referência sob cerrado. O pH elevado em superfície (nos 2 primeiros centímetros), observado no perfil do cerrado, é atribuído tanto ao efeito combinado de resíduos de queima periódica da área (cinzas) quanto à possível deposição sazonal de poeiras provenientes de atividades relacionadas à mineração de calcário, comum na região. A matéria orgânica apresenta relativamente menor variação nos pontos, com redução na superfície em relação ao solo sob cerrado. A análise geostatística indicou comportamentos distintos entre os atributos avaliados (Figura 2). Os elementos apresentaram semivariogramas estruturados, mas a avaliação cruzada indicou que os modelos ajustados não produziram uma adequada representação dos dados, conforme indicado pelos coeficientes de correlação, exceto para potássio, H + Al e matéria orgânica. Isto pode ser devido a padrões de distribuição mais complexos, não-homogeneidade da área ou não estacionaridade dos dados. Esta baixa qualidade pode ser devida também ao tamanho da grade amostral, que não permitiu detectar o comportamento do semivariograma na porção inicial do gráfico, abaixo dos 25 metros. Este comportamento é esperado em nutrientes como o fósforo, pouco móvel e fortemente influenciado pela posição da linha de plantio. Potássio e matéria orgânica não apresentam definição do patamar, o que significa que provavelmente o alcance não foi atingido. Isto pode ser notado na observação dos mapas, onde a tendência à acumulação de matéria orgânica na parte superior do pivô, e de potássio na parte inferior em faixa contínua é evidente. Processos laterais de transporte podem ter agido neste caso para o potássio. A análise dos mapas gerados (Figura 3) mostrou que, à exceção de potássio e matéria orgânica, os demais elementos apresentaram uma distribuição não homogênea na área, o que é atribuível ao efeito dos sistemas de manejo, como a localização de adubação e calagem, além de outras causas de variabilidade, como o terraceamento e erosão local. Os elevados coeficientes de variação para as amostras da grade (tabela 1) também sugerem efeitos do manejo na variabilidade, uma vez que este solo, em função de seu elevado grau de intemperismo, apresenta naturalmente baixos teores de nutrientes não possui minerais primários de fácil intemperismo.

CONCLUSÕES: 1 – A área em estudo apresenta uma fertilidade de média a alta, pelos padrões de avaliação de fertilidade vigentes, em sua camada superficial, em função do manejo intensivo de adubação e calagem. 2 – A concentração da fertilidade nos primeiros centímetros



3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão

da superfície é seguida por queda dos valores abaixo de 15 cm de profundidade. Cálcio e magnésio apresentam queda mais gradual e se mantêm acima dos valores do solo de referência sob cerrado.

3 – A área apresenta grande variabilidade horizontal, mostrada pelos mapas interpolados e pelo coeficiente de variação dos dados. Esta variabilidade está associada ao manejo aplicado, em função dos baixos teores originais apresentados pelo solo de referência. As características estudadas apresentam dependência espacial em modelos mais complexos que os ajustados, e os resultados de validação cruzada indicam que o interpolador utilizado produziu resultados pouco confiáveis.

REFERÊNCIAS

- COELHO, A.M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial temporal dos solos e das culturas. In: Tópicos em Ciência do Solo, volume 3. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa. 2003. p. 249.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5º Aproximação. A.C. Ribeiro, P.T.G. Guimarães, V.H.Alvarez V., editores. Viçosa, 1999.
- EMBRAPA-CNPS - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro. 2ª ed. EMBRAPA-CNPS. 1997. 212 p.
- EMBRAPA Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. EMBRAPA Produção de Informação, Brasília; EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro. 1999. 412 p.
- YAMAMOTO, J. K. Guia do usuário. Sistema Geovisual 2.0. 2002. 69 p.

Tabela 1 – Propriedades químicas da área em estudo, para 647 amostras.

Característica	Valor medido						Valor de referência ⁽¹⁾				
	média	Desvio padrão	C.V.	mediana	Quartil superior	Quartil inferior	Muito baixo	Baixo	médio	Bom	Muito bom
pH ⁽²⁾	5,596	0,351	0,063	5,538	5,745	5,324	<4,5	4,5 – 5,4	5,5 – 6,0	6,1 – 7,0	>7,0
Cálcio (cmol./dm ³)	3,597	1,007	0,280	3,587	4,239	2,947	<0,40	0,41 – 1,20	1,21 – 2,40	2,41 – 4,00	>4,00
Magnésio (cmol./dm ³)	0,668	0,299	0,447	0,615	0,812	0,447	<0,15	0,16 – 0,45	0,46 – 0,90	0,91 – 1,50	>1,50
Fósforo ⁽³⁾ (mg/dm ³)	9,668	5,486	0,568	7,873	12,157	5,113	<2,7	2,8 – 5,4	5,5 – 8,0	8,1 – 12,0	>12,0
Potássio (cmol./dm ³)	0,359	0,210	0,583	0,342	0,475	0,179	<0,040	0,041 – 0,104	0,105 – 0,179	0,179 – 0,308	>0,308
Al ³⁺ ⁽⁴⁾ (cmol./dm ³)	0,131	0,197	1,495	0,045	0,145	-	<0,20	0,21 – 0,50	0,51 – 1,0	1,01 – 2,00	>2,00
H + Al ⁽⁴⁾ (cmol./dm ³)	4,453	1,403	0,315	4,232	5,099	3,272	<1,00	1,01 – 2,50	2,51 – 5,00	5,01 – 9,0	>9,0
M. O. (dag/kg)	3,288	0,633	0,192	3,165	3,574	2,841	<0,70	0,71 – 2,00	2,01 – 4,0	4,01 – 7,00	>7,00

⁽¹⁾Conforme Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1999). ⁽²⁾Bom, alto e muito alto em lugar de médio, bom e muito bom. ⁽³⁾Teor de argila 60 – 100%. ⁽⁴⁾Alto e muito alto em lugar de bom e muito bom.



3º Simpósio Internacional de Agricultura de Precisão

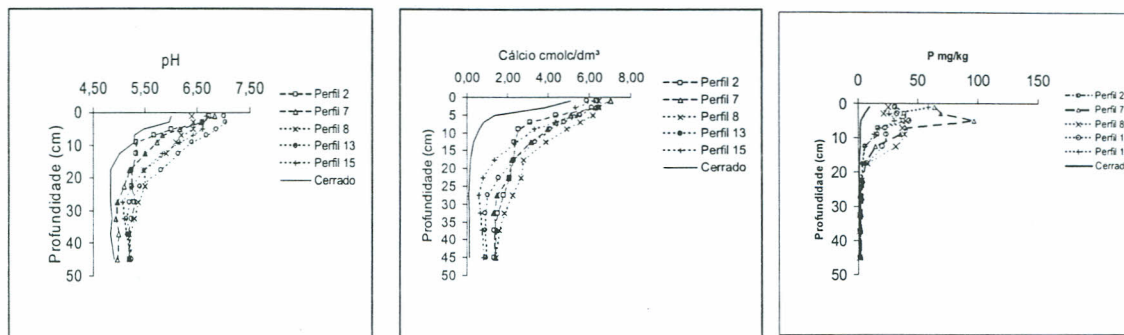


Figura 1 – Gráfico de distribuição vertical dos valores de pH, CA e P.

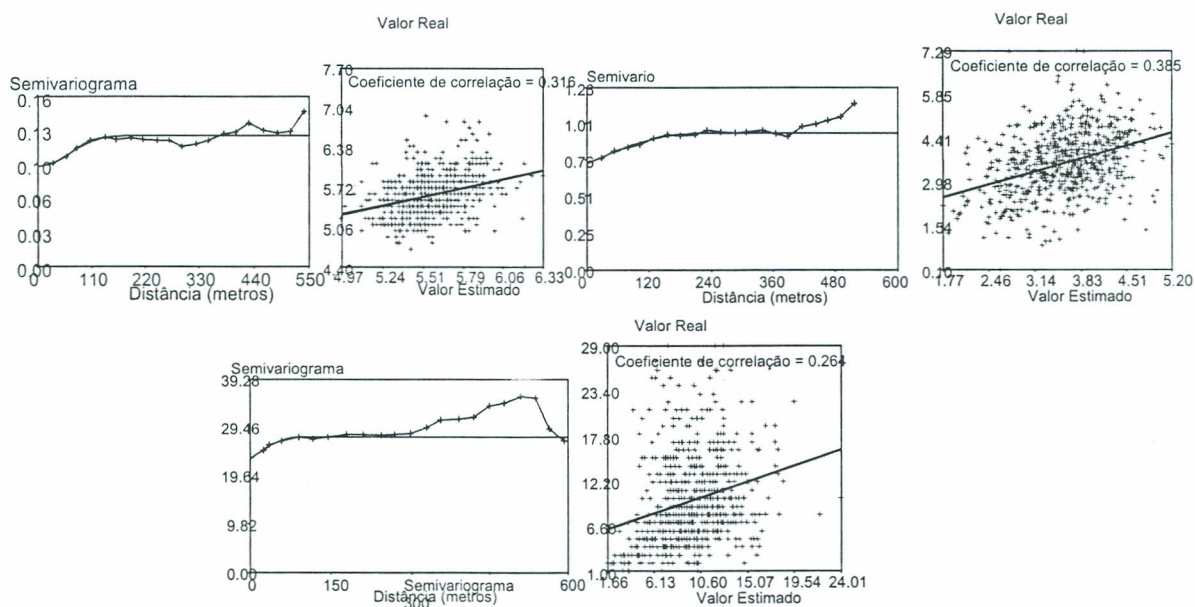


Figura 2 – Gráficos do semivariograma omnidirecional e da validação cruzada de pH (modelo gaussiano), Ca e P (modelo esférico).