

Variabilidade espacial de atributos indicadores de agregação do solo sob uso de pastagens e com remanescente de mata atlântica⁽¹⁾.

Gabriela Camargos Lima⁽²⁾; Marx Leandro Naves Silva⁽³⁾; Marcelo Silva de Oliveira⁽⁴⁾; Nilton Curi⁽⁵⁾; Mayesse Aparecida da Silva⁽²⁾; Anna Hoffmann Oliveira⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPEMIG (CAG-APQ-01423-11), CNPq (471522/2012) e CAPES.

⁽²⁾ Eng. Flor., Doutoranda em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciência do Solo (DCS); C.P. 3037, CEP 37200-000, Lavras, (MG), gabslima@yahoo.com, mayesse@gmail.com; ⁽³⁾ Eng. Agro., Prof. Associado IV; UFLA/DCS, Bolsista do CNPq, marx@dcs.ufla.br; ⁽⁴⁾ Eng. Agri., Prof. Associado IV, UFLA/DEX, marcelo.oliveira@dex.ufla.br; ⁽⁵⁾ Eng. Agro., Prof. Titular; UFLA/DCS, Bolsista do CNPq, niltcuri@dcs.ufla.br; ⁽⁷⁾ Eng. Flor., Doutora em Ciência do Solo, UFLA/DCS, anna_ufla@gmail.com.

RESUMO: O solo é um dos recursos naturais de maior importância e sua heterogeneidade reflete na variabilidade de seus atributos químicos e físicos. Sua heterogeneidade é decorrente do processo de formação natural e do uso e manejo realizado pelo homem. O objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade espacial da matéria orgânica (MO), diâmetro médio geométrico (DMG_{cp}) e índice de floculação (IF), atributos indicadores de agregação do solo e elaborar mapas de distribuição espacial destes na sub-bacia das Posses, Extrema. Para isso, foram coletadas amostras em 150 pontos nas profundidades 0-0,20 As variáveis: MO, DMG e IF apresentaram estrutura de dependência espacial, o que permitiu o seu mapeamento a partir de técnicas geoestatísticas. Os teores de matéria orgânica foram maiores em área sob mata nativa. O DMG_{cp} e o IF avaliados foram ajustados em conformidade entre si, indicando boa agregação do solo.

Palavras-Chave: geoestatística, atributos do solo, conservação do solo e da água.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país rico em recursos naturais, distribuídos em seus diversos biomas. A Mata Atlântica é atualmente considerada seu bioma mais importante devido a seu estado crítico – nela se concentra cerca de 70% da população brasileira e o percentual de remanescentes bem conservados é de apenas 7,26% (MMA, 2007).

Apesar da devastação acentuada, a Mata Atlântica ainda é responsável por garantir o abastecimento de água de mais de 120 milhões de brasileiros. Seus rios e córregos constituem importantes bacias e sub-bacias hidrográficas responsáveis por regular o fluxo de importantes mananciais hídricos do Brasil (MMA, 2007).

A Mata Atlântica, bem como os demais biomas, em suas condições naturais de equilíbrio, de forma contínua, proporciona uma série de benefícios ao homem. Estes incluem a regulação climática, ciclagem de nutrientes e a manutenção das condições dos recursos ambientais naturais, em

especial a biodiversidade e a variabilidade genética, das quais o homem retira elementos essenciais para a melhoria da produção animal e vegetal.

Na sub-bacia das Posses, localizada no município de Extrema, sul do estado de Minas Gerais, a ocupação antrópica em área de preservação permanente vem comprometendo os remanescentes de Mata Atlântica na região, danificando o solo, a água e as florestas.

Atualmente, a ocupação antrópica na sub-bacia é bem visível. A presente área é ocupada em quase sua totalidade (70%) por gramíneas do tipo braquiária, sendo alguns pontos caracterizados como pastagem degradada (Lima, 2010). A sub-bacia das Posses encontra-se inserida no Bioma da Mata Atlântica, fazendo parte do Sistema Cantareira, o maior sistema produtor de água do mundo. A disponibilidade de água na região pode ser afetada pela condição degradada dos atributos solo, cobertura vegetal e topografia da região.

Uma técnica que auxilia a avaliação e compreensão dos recursos naturais é a geoestatística que permite descrever a continuidade espacial, característica essencial de muitos fenômenos naturais. A geoestatística oferece um conjunto de ferramentas estatísticas que incorporam no processamento dos dados as coordenadas espaciais das observações (Isaaks & Srivastava, 1989).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade espacial da matéria orgânica (MO), diâmetro médio geométrico (DMG_{cp}) e índice de floculação (IF), atributos indicadores de agregação do solo e elaborar mapas de distribuição espacial destes na sub-bacia das Posses, Extrema (MG).

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo possui 1.196,70 ha e compreende a Sub-bacia Hidrográfica das Posses, Bacia Hidrográfica do Rio Jaguari, localizada no município de Extrema, no sul do Estado de Minas Gerais. Encontra-se dentro do bioma da Mata Atlântica.

Situa-se entre as coordenadas UTM 374.500 e

371.500 de longitude E e entre 7.468.200 e 7.474.800 de latitude S (Datum SAD 69, Zona 23S) e entre as altitudes de 1.144 e 1.739 m (bacia de cabeceira). O clima na sub-bacia é do tipo Cwb, de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 18°C, tendo nos meses mais quente e mais frio temperaturas médias de 25,6°C e 13,1°C, respectivamente, com ocorrência de geadas anuais, e precipitação média anual de 1.477 mm (Lima 2010).

As classes de solo predominantes na sub-bacia são: Cambissolo Háptico, ocupando 351,95 ha (29% da área), o Cambissolo Húmico, 108,85 ha (10%), o Argissolo Vermelho-Amarelo 478,61 ha (40%), o Neossolo Flúvico 108,85 ha (10%) e o Neossolo Litólico 135,98 ha (11%). As fases de relevo predominantes são ondulado e forte ondulado. Atualmente o principal uso do solo é pastagem (Lima, 2010), sendo que grande parte encontra-se mal manejada. Há também reflorestamento de eucalipto, culturas anuais, mata nativa e áreas destinadas à preservação permanente (APP), conforme o projeto produtor de águas (**Figura 1**).

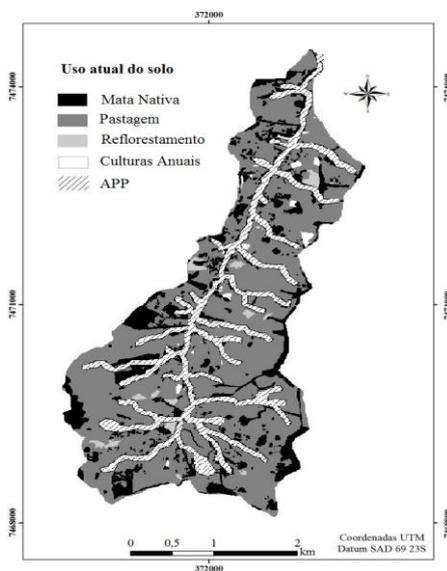


Figura 1 – Mapa de uso atual da Sub-bacia das Posses, Extrema, MG.

Anteriormente à coleta das amostras, foi gerada uma malha regular de amostragem do solo contendo 150 pontos, espaçados em até 350 m. Para o processo de marcação dos pontos foi utilizado o sistema de posicionamento global (GPS). O solo foi coletado em cada ponto de amostragem na profundidade de 0 - 0,20 m.

A análise laboratorial dos atributos do solo foi realizada de acordo com o manual proposto pela

EMBRAPA (1997). Sendo os seguintes atributos do solo analisados: matéria orgânica (MO), diâmetro médio geométrico com pré-umedecimento (DMGcp) e índice de floculação (IF).

O estudo da variabilidade espacial foi realizado em ambiente GeoR (R Development Core Team, 2006) com base na análise de semivariogramas em relação às pressuposições da hipótese intrínseca, que diz que a relação de dependência espacial é a mesma em qualquer posição de “h” dentro de um determinado alcance da continuidade espacial.

O semivariograma foi estimado pela equação:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{\sum_{i=1}^{n(h)} [z(xi) - z(xi+h)]^2}{2n(h)}$$

em que:

n(h) - número de pares experimentais de dados separados por uma distância h

z(xi) - valor determinado em cada ponto amostrado

z(xi+h) - valor medido num ponto mais distância h

Após o ajuste de um modelo matemático realizado visualmente (“à sentimento”) foram definidos os seguintes parâmetros: efeito pepita (C_0), valor de γ quando h é zero; alcance (a), valor de h quando a semivariância (γ) se estabiliza próximo a um valor constante sendo considerado o limite da dependência espacial da grandeza medida; (C_1), variância estrutural; e patamar ($C_0 + C_1$), valor da semivariância (γ) quando se obtém um valor constante próximo à variância dos dados (é o máximo da semivariância). Após a seleção do semivariograma da variável em estudo e havendo dependência espacial, podem-se interpolar valores em qualquer posição na área estudada, sem tendência e com variância mínima. De posse dos dados necessários para originar a krigagem, foram construídos os mapas utilizando-se também o GeoR (R Development Core Team, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O alcance da autocorrelação espacial, ou seja, a distância máxima nas quais os atributos estão espacialmente correlacionados (Vieira et al., 1983) foi comparada para os diferentes atributos avaliados. Observa-se que o atributo que apresentou maior alcance (6.444 m) foi índice de floculação (IF) (**Figura 2**).

Os atributos avaliados ajustaram-se ao modelo exponencial, em concordância com Oliveira et al. (1999) e Carvalho et al. (2003), os quais estudando a variabilidade espacial de atributos do solo

obtiveram resultados semelhantes (**Figura 2**).

Para os atributos avaliados houve dependência espacial, como mostram os semivariogramas, sendo possível, dessa maneira, realizarem a interpolação de valores em qualquer posição no campo em estudo, elaborando-se os mapas através do processo da krigagem ordinária (Vieira, 2000). A krigagem é uma técnica de estimação de locais não amostrados, usando propriedades estruturais do semivariograma confeccionados a partir de locais amostrados.

A agregação do solo é influenciada, principalmente pela matéria orgânica e por atributos físicos do solo bem como o manejo e uso do mesmo. A variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos do solo possui relação direta com a manutenção da conservação dos mesmos (Vieira et al., 2011). Gontijo et al. (2012) verificaram variação no teor de matéria orgânica do solo ocasionada por ação antrópica, indicando dependência espacial deste atributo.

Os mapas gerados por krigagem ordinária indicaram no geral, boa agregação do solo em relação ao índice de floclulação e diâmetro médio geométrico, sendo verificada baixa agregação em algumas áreas sob pastagem (**Figura 2**). Foram verificados também, maiores teores de matéria orgânica (**Figura 2**) em áreas sob mata nativa (**Figura 1**). A ferramenta da geoestatística possibilita, dessa maneira, o estudo e predição de um manejo do solo e água adequados indicando a localização das áreas prioritárias de recuperação, ou seja, aquela as quais possuem maiores impedimentos físicos quanto a agregação do solo podendo ocasionar perdas de solo por erosão hídrica e diminuir a infiltração de água no solo, diminuindo assim a recarga do lençol freático. A sub-bacia das Posses está localizada em área com remanescentes de Mata Atlântica e está inserida no Sistema Cantareira, sendo de importância capital a avaliação dos atributos do solo para conservar e proteger e recuperar o ecossistema.

CONCLUSÕES

As variáveis estudadas apresentaram variabilidade espacial de acordo com a posição em que se encontram na paisagem. Esta estrutura de dependência espacial possibilitou o mapeamento através de ferramentas da geoestatística. O diâmetro médio geométrico avaliado o índice de floclulação ajustaram-se em conformidade entre si na maior parte da sub-bacia, indicando boa

agregação do solo. Os teores de matéria orgânica foram maiores em áreas sob mata nativa.

REFERÊNCIAS

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M. et al. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. *Soil Sc. Soc. Am. J.*, 58:1501-1511, 1994.

CARVALHO, M.P.; TAKEDA, E.Y.; FREDDI, O.S. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitorio Brasil (SP). *R. Bras. Ci. Solo*, 27:695-703, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/EMBRAPA/CNPS, 1997. 212 p.

GONTIJO, I.; NICOLE, L. R.; PARTELLI, F. L. et al. Variabilidade e correlação espacial de micronutrientes e matéria orgânica do solo com a produtividade da pimenta-do-reino. *R. Bras. Ci. Solo*, 36:1093-1102, 2012.

ISAACS, E. H. & SRIVASTAVA, R. M. An introduction to applied geostatistics. New York, Oxford University Press, 1989. 51p.

LIMA, G. C. Avaliação de atributos indicadores da qualidade do solo em relação à recarga de água na sub-bacia das Posses, Extrema (MG), - Universidade Federal de Lavras, 2010. 99p. (Tese de Mestrado).

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Levantamento da cobertura vegetal nativa do bioma mata atlântica. Rio de Janeiro - RJ, 2007, 84 p.

OLIVEIRA, J.J.; CHAVES, L.H.G.; QUEIROZ, J.E. et al. Variabilidade espacial de propriedades químicas em um solo salino-sódico. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:783-789, 1999.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2006. ISBN 3-900051-07-0.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade especial do solo. In: NOVAIS, P. F.; ALVARES, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. V.1. p. 1-54.

VIEIRA, S.R.; HATFIELD, J.L.; NIELSEN, D.R. et al. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties, v.51, p.1-75, 1983.

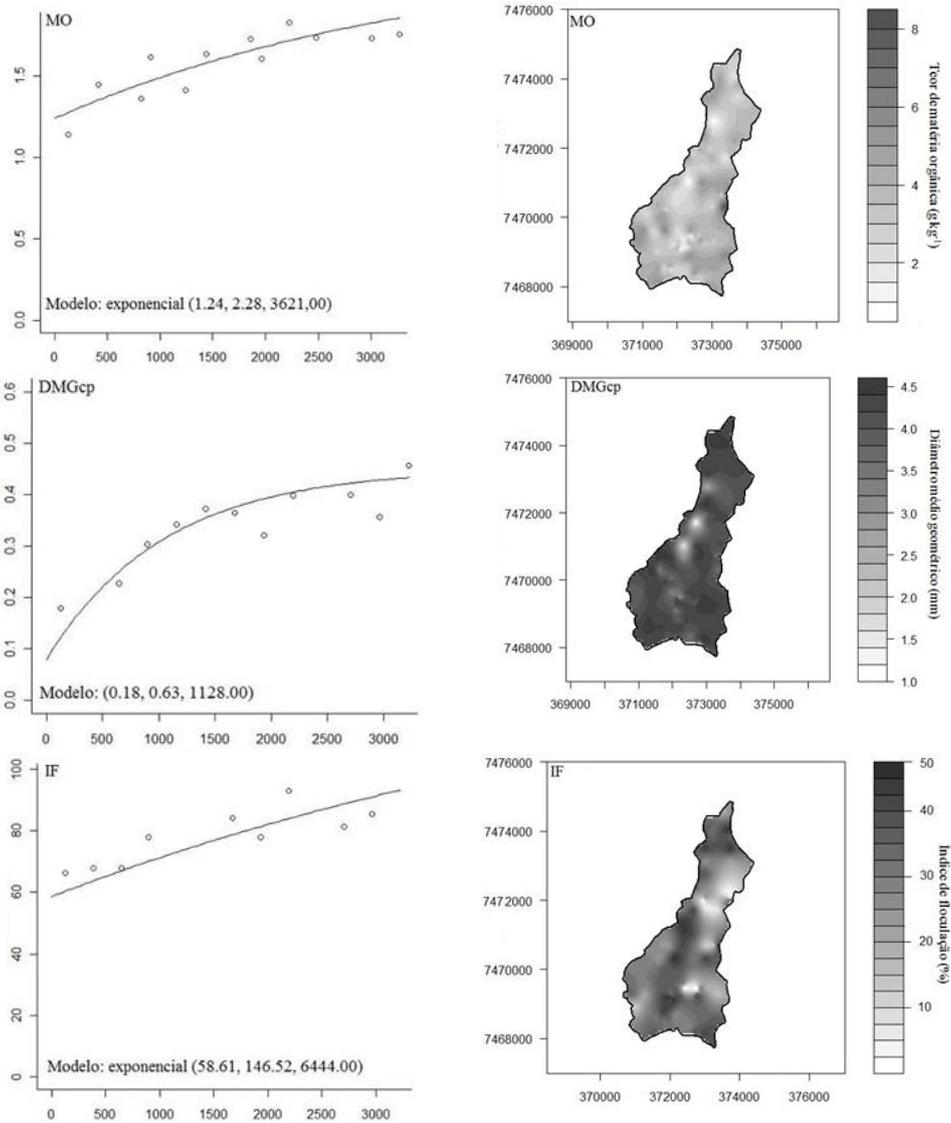


Figura 2 – Semivariogramas e mapas de distribuição espacial para os atributos do solo (MO, DMGcp e IF) avaliados na sub-bacia das Posses, Extrema (MG).