

Variabilidade espacial de Ca+Mg, pH e Al de três classes de solo de uma topossequência de Cerrado⁽¹⁾

**Analu Guarnieri⁽²⁾; Rubens Ribeiro da Silva⁽³⁾; Antonio Clementino dos Santos⁽³⁾;
João Vidal de Negreiros Neto⁽⁴⁾; Luiz Alberto Kuyumjian⁽²⁾; Gilson Araújo de Freitas⁽⁴⁾**

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFT/Câmpus de Gurupi; ⁽²⁾ Mestrando(a) em Produção Vegetal; Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi-TO, analuguarnieri@gmail.com; lak_159@hotmail.com ⁽³⁾ Professor Adjunto; Universidade Federal do Tocantins; Campus de Gurupi-TO e de Araguaína-TO; rrs2002@uft.edu.br; clementino@uft.edu.br; ⁽⁴⁾ Doutorando em Produção Vegetal; Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi-TO; joao_vidal@uol.com.br; araujoagro@hotmail.com

RESUMO: As topossequências têm sido utilizadas para compreender a pedogênese e o comportamento atual dos solos, sobretudo por estabelecer relações entre atributos do solo e relevo. Quando a topossequência de vegetação nativa é convertida para a cultivada, pode haver perda de nutrientes ao longo do declive, em decorrência de práticas agrícolas inadequadas. Assim, foram coletadas amostras deformadas de solo para análise química e abertas trincheiras para avaliações visuais e determinação das classes de solo na topossequência. As análises estatísticas foram feitas no programa Gs+. A baixa solubilidade e mobilidade de Ca e Mg proporcionam aumento na variabilidade dos teores desses cátions em profundidade. A dependência espacial é muito alta para os atributos Ca+Mg, pH e Al, em topossequência composta por três classes de solo.

Termos de indexação: geoestatística, krigagem, dependência espacial

INTRODUÇÃO

A região do cerrado apresenta grande relevância dentro da atual produção agropecuária brasileira. A fitofisionomia dessas superfícies corresponde às diferentes formações de cerrado (savânicas e campestres), sendo a sazonalidade do clima o fator determinante da sua distribuição, com período chuvoso na maior parte da região entre outubro e março (Gomes et al., 2004). A estrutura da paisagem, ou a organização espacial de diferentes unidades de paisagens, têm um impacto acentuado na erosão solo.

O estudo das formas de relevo que influenciam o escoamento da água em diferentes trajetórias sobre o terreno é fundamental para o entendimento e quantificação da erosão e da variabilidade das principais propriedades dos solos (Souza et al., 2003). As características dos solos variam ao longo da paisagem e afetam o comportamento físico-hídrico dos solos.

O estudo da topossequência dos solos permite uma visão global e integrada dos diversos componentes da paisagem. As topossequências

têm sido utilizadas para compreender a pedogênese e o comportamento atual dos solos, sobretudo por estabelecer relações entre atributos do solo e relevo. Quando a topossequência de vegetação nativa é convertida para a cultivada, é comum a ocorrência de perda de nutrientes ao longo do declive, em decorrência de práticas agrícolas inadequadas (Faria et al., 2010).

Os teores de elementos no solo refletem, em maior ou menor grau, os teores no material de origem, com exceção dos casos com deposição por uma fonte antrópica, podendo ser utilizado em estudos sistemáticos e pedogenéticos (Oliveira & Costa, 2004).

A observação das variações na fertilidade do solo em topossequência, por meio da geoestatística, tem contribuído para o entendimento da influência do relevo na distribuição dos atributos do solo e, em consequência, a definição e recomendação de zonas de manejo (Silva et al., 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade espacial dos atributos químicos dos solos de Cerrado em topossequência caracterizada por diferentes usos, na camada de 0-60 cm de profundidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na estação experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Câmpus Universitário de Gurupi-TO, em campo, na região Sul do Estado do Tocantins, altitude de 280 metros e malha amostral nas coordenadas 11°44'50,51" S e 49°03'01,68" O.

As amostras foram coletadas de acordo com o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al., 2005). As classes de solo estudadas foram: Plintossolo Pétrico litoplântico, Latossolo Vermelho eutrófico, Neossolo Flúvico psamítico e Gleissolo Melânico Tb eutrófico. As amostras de solo foram coletadas por meio do anel volumétrico (Kopecky), nas profundidades 0-0,05, 0,10-0,15, 0,15-0,30 e 0,30-0,60 m, e feitas análise de pH (em água), Ca e Mg ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), e Al ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), segundo Embrapa (1997).



Análise estatística

A análise estatística e geoestatística, bem como a interpolação por krigagem ordinária e a elaboração dos mapas foram realizados utilizando-se o *software* GS+, versão 5.1.1 (Robertson, 1998).

A análise da dependência espacial foi feita por meio do ajuste dos dados do semivariograma e do avaliador de dependência espacial (ADE):

$$ADE = [C/(C + C_0)] * 100$$

onde: ADE é o avaliador de dependência espacial, proposta por Dalchiavon e Carvalho (2012); C, variância estrutural; C₀, efeito pepita; e C + C₀, patamar. As classes são: dependência muito baixa (MB), quando ADE for menor que 20%; baixa (BA), ADE ≥ 20% e < 40%; média (ME), ADE ≥ 40% e < 60%; alta (AL), ADE ≥ 60% e < 80%; e muito alta (MA) quando ADE ≥ 80% e < 100%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados aos valores dos atributos químicos do solo da área experimental estão na **Tabela 1**. O modelo Gaussiano foi o que melhor se ajustou ao estudo de todas as variáveis analisadas de atributos químicos do solo da topossequência e das profundidades.

Os atributos apresentaram dependência espacial muito alta. O alcance indica até onde os pontos amostrais estão correlacionados entre si. Ele apresentou variação de 50,00 m para pH na profundidade 0,10-0,15 m até 377,76 m para Ca+Mg na profundidade 0,10-0,15 m. As distâncias entre os pontos amostrais no campo foi de 114 a 120 m. Assim, 66,7% dos alcances ficaram nesse intervalo.

A **Figura 1** mostra os gradientes de Ca+Mg na profundidade de 0-0,05 m com uma tendência de valores na distribuição até a profundidade de 0,30-0,60 m, indicando relativa mobilidade desses elementos no perfil do solo, embora os valores em superfície tenham sido superiores. Entretanto, tal mobilidade não respeitou a declividade. Valores mais elevados em superfície também foram encontrados por Faria et al (2010), com diminuição nas camadas inferiores. Essa reduzida movimentação não foi constatada por Freiria et al. (2008). Tais autores destacaram que a presença de ligantes orgânicos complexados com cátions facilita a movimentação dos compostos.

Valores médios dos teores de Al nos perfis estudados não apresentaram grande variabilidade (**Figura 2**). Entretanto, os valores máximos encontrados seguiram tendência semelhante nas profundidades de 0,10 até 0,60 m. Caovilla et al. (2010) mostrou a inexistência de lixiviação de Alumínio, em Latossolo Vermelho distroférico, submetido a aplicação de lâminas de água

residuária de suinocultura. O Alumínio participa ativamente no complexo de troca, mantendo-se bem distribuído nas diversas camadas do solo.

Os valores de pH foram críticos em zonas consideráveis e nas camadas estudadas (**Figura 3**). Segundo Costa & Oliveira (2001) a faixa de pH ideal dos solos para a agricultura esta entre 5,5 e 6,5. Neste intervalo os nutrientes estão mais disponíveis para a planta. Em todas as profundidades estudadas os valores foram inferiores a esse intervalo, exceto na profundidade 0,30-0,60 m.

CONCLUSÕES

A baixa solubilidade e mobilidade de Ca e Mg proporcionam aumento na variabilidade dos teores desses cátions em profundidade.

A dependência espacial é muito alta para os atributos Ca+Mg, pH e Al, em topossequência composta por três classes de solo.

REFERÊNCIA

- CAOVILLA, F. A.; SAMPAIO, S. C.; SMANHOTTO, A.; NÓBREGA, L. H. P.; QUEIROZ, M. M. F.; GOMES, B. M. Características químicas de solo cultivado com soja e irrigado com água residuária de suinocultura. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v. 4, n. 7, p. 692-697, 2010.
- COSTA, J.M.; OLIVEIRA, E.F. Fertilidade do solo e nutrição de plantas. 2. ed. Campo Mourão: COAMO/COODETEC, 93p. 2001.
- DALCHIAVON, F. C.; Carvalho, M. P. *Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja*. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 2, p. 541-552, abr. 2012.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 1997. 212p.
- FARIA, A. F. G.; SANTOS, A. C.; SANTOS, T. M.; BATISTELLA FILHO, F. Influência do manejo do solo nas propriedades químicas e físicas em topossequência na bacia do rio Araguaia, estado do Tocantins. R. Bras. Ci. Solo, v. 34, p. 527-524, 2010.
- FREIRIA, A. C.; MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; YAGI, R. Alterações em atributos químicos do solo pela aplicação de calcário na superfície ou incorporado. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 30, p. 285-291, 2008.
- GOMES J. B. V.; CURI, N.; SCHULZE, D. G.; MARQUES, J. J. G. S. M.; KER, J. C.; MOTTA, P. E. F. Mineralogia morfológica e análise microscópica de solos do bioma Cerrado. R. Bras. Ci. Solo, v. 28, p. 679-694, 2004.

SANTOS, A.C. Fertilidade do solo e redistribuição de 137Cs em função da cobertura vegetal, relevo, e classes texturais, em uma microbacia hidrográfica do Estado da Paraíba. 2004. 67 f. Tese. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, U. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 92p. 2005.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; XAVIER, A. C.; TEIXEIRA, M. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-amarelo húmico cultivado com café. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, p. 15-22, 2010.

SOUZA, C. K. et al. Influência do relevo e erosão na variabilidade espacial de um latossolo em Jaboticabal (SP) ⁽¹⁾. R. Bras. Ci. Solo, v. 27, p. 1067-1074, 2003.

OLIVEIRA, T. S.; COSTA, L. M. Metais pesados em solos de uma toplotosequência do Triângulo Mineiro, Estado de Minas Gerais. Revista Brasileira Ciência do Solo, Viçosa, v.28, p.785-796, 2004.

ROBERTSON, G. P. GS+: Geostatistics for the environmental sciences – GS+ User's Guide. Plainwell: Gamma Design Software, 1998. 152p.

Tabela 2. Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados aos valores dos atributos químicos dos solos da topossequência.

Variáveis	Modelo	Co ¹	Co+C ²	ADE ³	Classe	A ⁴	R ^{2*}	SQR ⁵
0-0,05 m								
Ca+Mg	Gaussiano	1,0 ⁻²	4,94	99,80	MA	162,12	0,56	7,02
Al	Gaussiano	1,0 ⁻³	0,10	99,00	MA	105,00	0,66	8,78 ⁻³
pH	Gaussiano	1,0 ⁻²	0,20	95,00	MA	100,00	0,95	0,03
0,10-0,15 m								
Ca+Mg	Gaussiano	1,0 ⁻²	1,99	99,50	MA	377,76	0,98	8,75 ⁻³
Al	Gaussiano	1,0 ⁻⁴	0,06	99,83	MA	109,00	0,99	2,09 ⁻³
pH	Gaussiano	2,0 ⁻²	0,25	92,00	MA	50,00	0,83	0,03
0,15-0,30 m								
Ca+Mg	Gaussiano	1,0 ⁻³	0,66	99,85	MA	155,20	0,46	0,22
Al	Gaussiano	1,0 ⁻³	0,02	95,00	MA	94,00	0,98	2,25 ⁻⁴
pH	Gaussiano	3,5 ⁻²	0,22	84,09	MA	80,00	0,82	0,01
0,30-0,60 m								
Ca+Mg	Gaussiano	1,0 ⁻³	0,01	90,00	MA	81,00	0,99	3,30 ⁻⁵
Al	Gaussiano	1,0 ⁻³	0,04	97,50	MA	145,00	0,99	3,54 ⁻⁴
pH	Gaussiano	3,6 ⁻²	0,31	88,39	MA	65,00	0,21	2,40 ⁻²

⁽¹⁾Co: efeito pepita; ⁽²⁾Co+C: patamar; ⁽³⁾ADE: avaliador de dependência espacial (%); ⁽⁴⁾A: alcance (m); ⁽⁵⁾SQR: soma dos quadrados dos resíduos; (*)R²: coeficiente de determinação espacial; Ca+Mg e Al em cmol_c dm⁻³, pH.

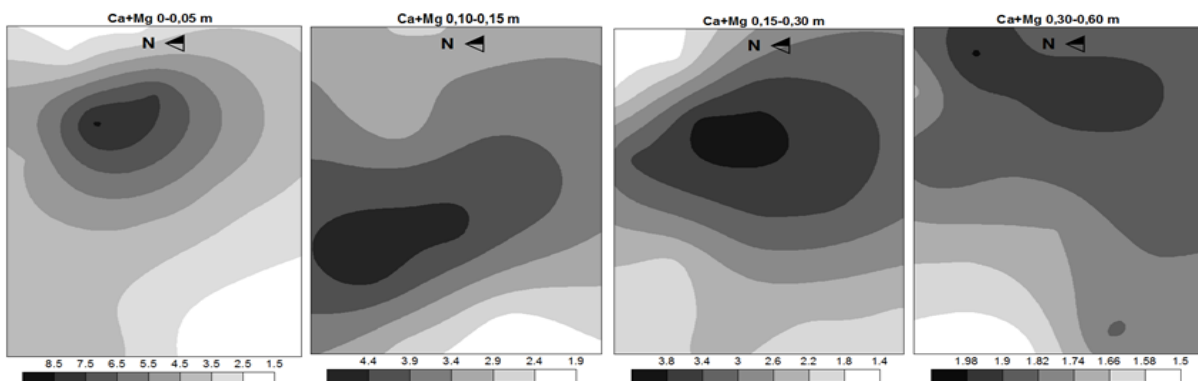


Figura 1. Mapas de contorno da distribuição espacial de Ca+Mg nas profundidades de 0-0,05, 0,10-0,15, 0,15-0,30 e 0,30-0,60 m.

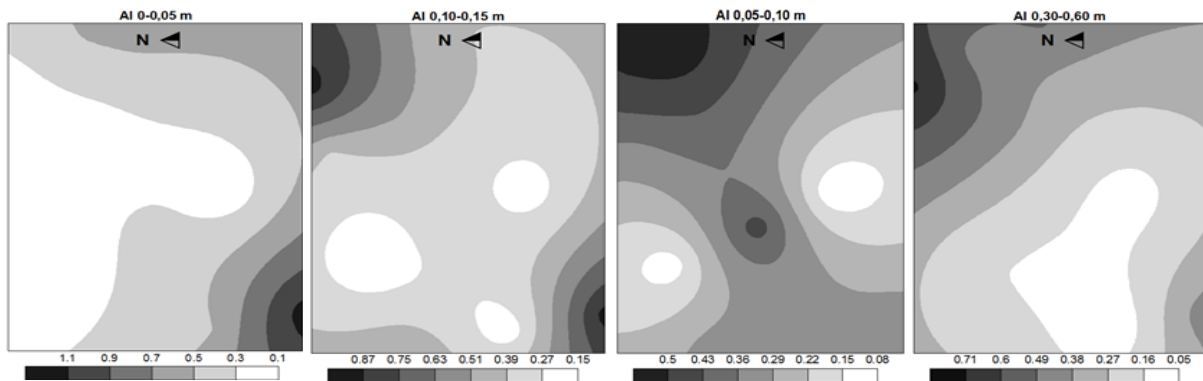


Figura 2. Mapas de contorno da distribuição espacial de Al nas profundidades de 0-0,05, 0,10-0,15, 0,15-0,30 e 0,30-0,60 m.

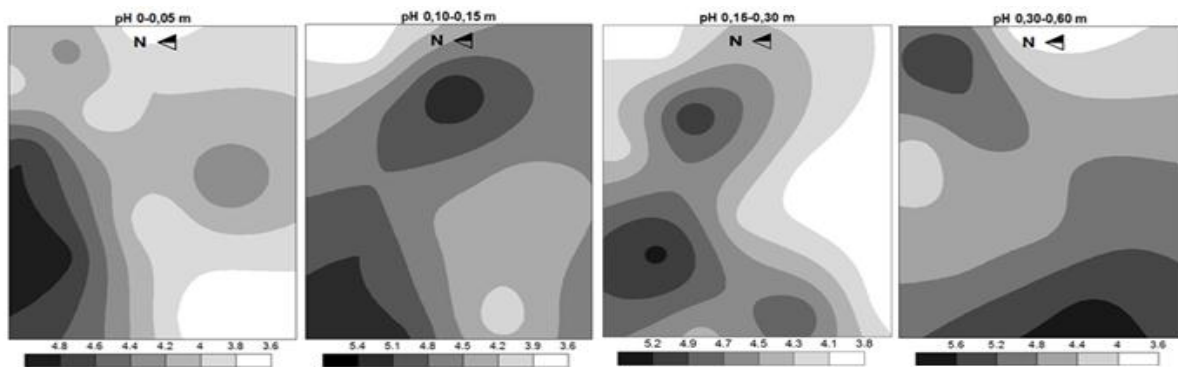


Figura 3. Mapas de contorno da distribuição espacial de pH nas profundidades de 0-0,05, 0,10-0,15, 0,15-0,30 e 0,30-0,60 m.