



Variabilidade espacial da areia, silte e argila de um Latossolo Vermelho sob cultivo mínimo⁽¹⁾.

Janaina de Miranda Silverio⁽²⁾; Lucas de Souza Ferreira⁽³⁾; Fabricio Tomaz Ramos⁽²⁾; João Carlos de Souza Maia⁽⁴⁾; Rivanildo Dallacort⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho custeado pela Fundação de Apoio à Cultura da Soja (FACS) em parceria com a Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso (APROSOJA);

⁽²⁾ Pós-graduando em Agricultura Tropical - UFMT, Cuiabá-MT, fabricio.tomaz@hotmail.com; janairamirandas@hotmail.com;

⁽³⁾ Pós-graduando em Ambiente e Sistema de Produção Agrícola - UNEMAT, Tangará da Serra-MT, lucas-jna@hotmail.com;

⁽⁴⁾ Professor, pesquisador, UFMT, Cuiabá-MT, jotace@terra.com.br;

⁽⁵⁾ Professor, pesquisador, UNEMAT, Tangará da Serra-MT, rivanildo@unemat.br.

RESUMO: O estudo da granulometria do solo, sobretudo, as partículas primárias areia, silte e argila são importantes para definir a textura de um solo com base no triângulo textural, que admite limites de variação daquelas partículas para uma mesma classificação textural. Para classificar um solo, estuda-se o perfil do solo, capaz de representar os “pedons” ao redor. Devido a inviabilidade operacional de cavar várias trincheiras na paisagem, a determinação da variabilidade espacial das partículas primárias podem ajudar na separação de um solo de outro, conhecendo a textura relativa ao “pédon” escolhido como representativo. Além disso, conhecer a variabilidade espacial das partículas primárias ajuda em definir estratégias de manejo do solo. Assim, no presente estudo teve por objetivo avaliar a variabilidade espacial areia, argila e silte do solo de um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico tipo manejado sob cultivo mínimo. O trabalho foi realizado na Fazenda Espigão localizada no município de Diamantino, MT nas latitudes de 14°07'40" S, longitude de 56°58'39" W e altitude de 539 metros. Foram coletadas 117 amostras deformadas de solo em uma malha irregular estratificada na camada de 0-0,20 m, os dados foram analisados pela estatística descritiva e análise geoestatística. Verificou-se dependência espacial forte para argila, e moderada para areia e silte com alcance de 56,700; 190,006 e 337,600 m, respectivamente. Os teores de argila e silte ajustaram ao modelo do semivariograma exponencial, e areia ao gaussiano. Assim, ficou evidente que para um solo de uma mesma classe textural as frações granulométricas primárias podem variar no espaço.

Termos de indexação: atributos físicos do solo, partículas primárias, manejo do solo, cultivo mínimo.

INTRODUÇÃO

A variabilidade espacial das frações granulométrica, sobretudo das partículas primárias areia, silte e

argila de um solo são decorrentes do seu processo de formação, isto é, dos processos pedogenéticos envolvidos.

Conhecer a proporção dessas frações é de grande importância na identificação e classificação do solo devido sua alta estabilidade (Eguchi et al. 2002), a qual é definida com base no triângulo textural. Nesse sentido, a sua determinação pode auxiliar na definição de estratégias de manejo racional do solo, sobretudo da fertilidade do solo, uma vez que a sua proporção no solo pode definir a capacidade de retenção de nutrientes sendo um fator limitante para o desenvolvimento adequado das culturas (Zocoloto et al., 2011).

Além disso, a textura do solo é fundamental para planejamento da irrigação do solo, pois de modo geral, solos argilosos possuem faixa mais ampla de umidade quando comparado aos solos arenosos (Kitamira et al., 2007). De acordo com Vieira (1988) outras características do solo também são influenciadas pela textura, como infiltração, permeabilidade as raízes e aeração. No entanto, estudar a variabilidade da textura de um solo utilizando técnicas tradicionais, isto é cavando várias trincheiras na paisagem é inviável.

Deste modo as técnicas de geoestatística é uma alternativa que permite esse tipo de estudo de forma mais prática e rápida. Assim, objetivou-se no presente trabalho avaliar a variabilidade espacial da argila, areia e silte de um Latossolo Vermelho Distrófico típico, manejado sob cultivo mínimo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

O trabalho foi realizado na Fazenda Espigão localizada no município de Diamantino do Estado de Mato Grosso nas latitudes de 14°07'40" S, longitude de 56°58'39" W e altitude de 539 metros. O solo da unidade experimental foi classificado LATOSSOLO VERMLHO Distrófico típico, A



moderado, textura muito argilosa, fase floresta tropical subcaducifólia, relevo plano (Santos, 2013). A área da pesquisa foi de 9,99 ha e os pontos amostrais foram georreferenciados por meio do sistema de posicionamento por satélites "Glonass", utilizando o equipamento modelo Topcon Hiper Lite® com a coletora FC200, com erro máximo de 5 mm, em esquema de amostragem do tipo irregular estratificada, isto é, com uma direção definida, totalizando 117 observações.

Procedimentos de amostragem

As amostragens do tipo indeformadas foram coletadas na camada de solo de 0-0,20 m com auxílio de um trado holandês de 0-0,10 m, assim, a média da camada intermediária, ou seja, de 0-0,10 e 0,10-0,20 m representou a camada 0-0,20 m. A determinação dos teores de areia, silte e argila foram pelo método da pipeta, com agitação lenta por 16 horas para acelerar a dispersão física das partículas (Embrapa, 2011).

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à estatística descritiva (mínima, média, máxima, desvio-padrão e coeficiente de variação) através do software ASSISTAT versão 7.5 beta (Silva e Azevedo, 2009). Em seguida, os dados foram analisados quanto à dependência espacial. O ajuste do semivariograma foi realizado utilizando-se os parâmetros de efeito pepita (C_0), o alcance (A_0) e o patamar ($C_0 + C$). Os critérios para ajuste e seleção do melhor modelo foram: a) menor soma de quadrados de resíduos (SQR) e, b) maior coeficiente de determinação (R^2). A decisão final do modelo que representou o melhor ajuste foi realizada pela validação cruzada, utilizando o *Gamma Design Software* (GS*) (Robertson, 2008).

O grau de dependência espacial dos semivariogramas foi avaliado conforme sugestões de Cambardella et al. (1994). Além disso, os dados de areia, argila e silte foram correlacionados entre si pelo teste de Pearson (r) ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste t de Student.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de assimetria e curtose evidenciam que os dados seguem uma distribuição normal, conforme confirmado pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk ao nível de 5% ($P > 0,05$) de erro, exceto para silte (**Tabela 1**). Nota-se ainda, que os coeficientes de variação (CV) evidenciam homogeneidade dos dados ($< 35\%$), segundo os critérios proposto por Warrick e Nielsen (1980).

A média dos dados que solo apresenta-se uma classe textural muito argiloso (Santos et al., 2013). Segundo Santos et al. (2008) solos de textura argilosa apresenta maior acumulo de água no solo e menor disponibilidade de nutriente em geral devido ao tamponamento químico.

O modelo exponencial do semivariograma ajustou-se aos teores de da fração argila e silte e gaussiano para areia total se caracterizando por apresentar forte e moderada dependência espacial, respectivamente, de acordo com a classificação proposta por Cambardella et al. (1994). O alcance encontrado nesse estudo foi de 56,700; 190,006 e 237,600 m para argila, areia total e silte, respectivamente. É importante ressaltar que essas informações são apenas norteadoras para determinação de futuras malhas amostrais, sendo importante conhecer o alcance para solos específicos.

Os semivariogramas ajustados foram validados pela validação cruzada, no qual pode verificar coeficiente determinação (r^2) baixo, entretanto, o teste F da regressão (P teste F) foi altamente significativo, indicando que o processo de krigagem pode ser realizado de forma confiável. Valores de r^2 da validação cruzada também foi verificada por Bottega et al. (2013), Segundo esses autores pode estar relacionado com erros a grande dispersão dos dados em torno da reta de igualdade (coeficiente linear = 0 e angular = 1).

No mapa de distribuição espacial, nota-se que os maiores teores de argila e silte ocorre na região norte do mapa, já os menores valores na região sul (**Figura 1 A e C**, respectivamente). Comportamento contrário foi verificado para os teores de areia total, isto é, maior concentração na região sul e menor da região norte do mapa (**Figura 1B**). Isso pode indicar uma possível correlação entre essas partículas, ou seja, a medida que argila e silte aumenta a areia total diminui. Corroborando com a matriz de correlação apresentada na **Tabela 3**, em concordância com o verificado por Zocoloto et al. (2011).

Tabela 3. Matriz de correlação entre os mapas de variabilidade espacial de argila, areia total e silte, Fazenda Espigão, Diamantino, MT.

| Variáveis | AG | AT | SIL |
|-----------|---------|---------|-------|
| AG | 1,000 | | |
| AT | -0,809* | 1,000 | |
| SIL | 0,471* | -0,717* | 1,000 |

* e ** significativo ao nível de 5% ($0,01 < p < 0,05$) e 1% ($p > 0,01$) de erro, respectivamente, ns não significativo ($p \geq 0,05\%$), AG – argila, AT – areia total e SIL – silte

Essas informações são importantes para planejamento sustentável do solo, como por



exemplo aplicação de taxa variada, pois a quantidade de nutriente a ser aplicado no solo é determinado pela sua textura. Silva et al. (2010), verificou em um Latossolo que é possível estimar o teor de fósforo no solo por meio dos teores de argila presente no solo e assim realizar a sua aplicação de forma eficiente. Além disso, Kitamura et al. (2007) relataram que aplicação racional de água no solo é proporcional a sua capacidade de retenção de água que é determinada pela sua textura. Contudo, o estudo da variabilidade espacial é importante para o planejamento agrícola e para as tomadas de decisões.

CONCLUSÕES

Os teores de argila apresentaram dependência espacial forte e moderada para areia e silte com alcance de 56,700; 190,006 e 337,600 m, respectivamente. Os teores de argila e silte ajustaram ao modelo do semivariograma exponencial e areia ao gaussiano. Assim, ficou evidente que para um solo de uma mesma classe textural as frações granulométricas primárias podem variar no espaço e auxiliar no manejo correto do solo.

AGRADECIMENTOS

Ao Fundo de Apoio Cultura da Soja (FACs), pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor. Os agradecimentos são extensivos ao Laboratório de Física do Solo da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso (FAMEVZ), por ceder o espaço físico para realização da pesquisa e a Fazenda Espigão pela concessão da área experimental.

REFERÊNCIAS

BOTTEGA, E. L.; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C. et al. Variabilidade espacial de atributos do solo em sistema de semeadura direta com rotação de culturas no cerrado brasileiro. *Revista Ciência Agronômica*, 44:1-9, 2013.

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

EGUCHI, E. S.; SILVA, E. L.; OLIVEIRA, M. S. Variabilidade espacial da textura e da densidade de partículas em um solo aluvial no município de Lavras, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 6:242-246, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Solos. Manual de

métodos de análise de solo. 2. ed. revista. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 225p.

ROBERTSON, G. P. GS+: GeoStatistics for the environmental sciences. Gamma Design Software, Plainwell, Michigan USA, 2008. 71p.

SANTOS, F. C.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. et al. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:2015-2025, 2008.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. et al. Sistema Brasileira de classificação do solo. 3.ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353p.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal componets analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance In: World Congresso n computers in agriculture, 7. Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; SILVA, A. F. Variabilidade espacial do fósforo e das frações granulométricas de um Latossolo Vermelho Amarelo. *Revista Ciência Agronômica*, 41:1-8, 2010.

VIEIRA, L.S.; SANTOS, P.C.T.C. & VIEIRA, M.N.S. Solos: propriedade, classificação e manejo. Brasília, MEC/ABEAS, 1988.154p. (Programa Agricultura nos Trópicos, v.2)

WARRICK, A. W. & NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (ed). *Applications of soil physics*. New York, Academic Press, 1980. 350p.

ZUCOLOTO, M.; LIMA, J. S. S.; COELHO, R. I. et al. Variabilidade espacial das frações granulométricas e da produção de bananeira 'Prata Anã'. *Idesia*, 29:47-52, 2011.

Tabela 1. Estatística descritiva da argila, areia total e silte do solo, Fazenda Espigão em Diamantino, MT

| Atributos | Máxima | Média | Mínima | DP | CV (%) | Cs | Ck | p-valor |
|-------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| AG, g kg ⁻¹ | 642,187 | 598,744 | 545,501 | 16,951 | 2,831 | - 0,42 | 0,02 | 0,238 (w) |
| AT, g kg ⁻¹ | 397,574 | 360,721 | 316,342 | 17,893 | 4,960 | 0,05 | - 0,63 | 0,558 (w) |
| SIL, g kg ⁻¹ | 76,694 | 40,534 | 22,951 | 10,461 | 25,807 | 1,14 | 1,77 | 0,000 |

AR – argila, AT – areia total e SIL – silte, DP – desvio padrão, CV (%) – coeficiente de variação, Cs - Assimetria (Cs > 0 tem-se a distribuição assimétrica à direita, se Cs < 0 a distribuição é assimétrica à esquerda; e se Cs = 0 a distribuição é simétrica), Ck - Curtose (Ck = 0 a distribuição é mesocúrtica, se Ck < 0 é platocúrtica e se Ck > 0 é leptocúrtica) e p-valor - teste de normalidade de Shapiro-Wilk ao nível de 5% (P > 0,05) de erro.

Tabela 2. Modelos e parâmetros estimados pelos semivariogramas experimentais da argila, areia total e silte do solo, Fazenda Espigão em Diamantino, MT.

| Atributos | Modelos | R ² | C ₀ | C ₀ +C | A (m) | E (%) | Validação cruzada | |
|-------------------------|-------------|----------------|----------------|-------------------|---------|--------|-------------------|-----------|
| | | | | | | | r ² | P Teste F |
| AG, g kg ⁻¹ | Exponencial | 0,413 | 6,300 | 212,400 | 56,700 | 2,966 | 0,415 | < 0,0001 |
| AT, g kg ⁻¹ | Gaussiano | 0,921 | 180,100 | 264,400 | 190,006 | 68,116 | 0,505 | < 0,0001 |
| SIL, g kg ⁻¹ | Exponencial | 0,956 | 53,200 | 106,500 | 237,600 | 49,953 | 0,100 | 0,0007 |

AR – argila, AT – areia total, SIL – silte, R² - coeficiente de determinação, C₀ – efeito pepita, C₀+C – patamar, A – Alcance e E (%) – coeficiente de efeito pepita (E% < 25; 25 < E% < 75 e E% > 75 indica forte, moderada e baixa dependência espacial, respectivamente), r² - coeficiente de determinação da validação cruzada e P Teste F - probabilidade de Fcalculado > Ftabelado ao nível de 5% de erro pelo teste F.

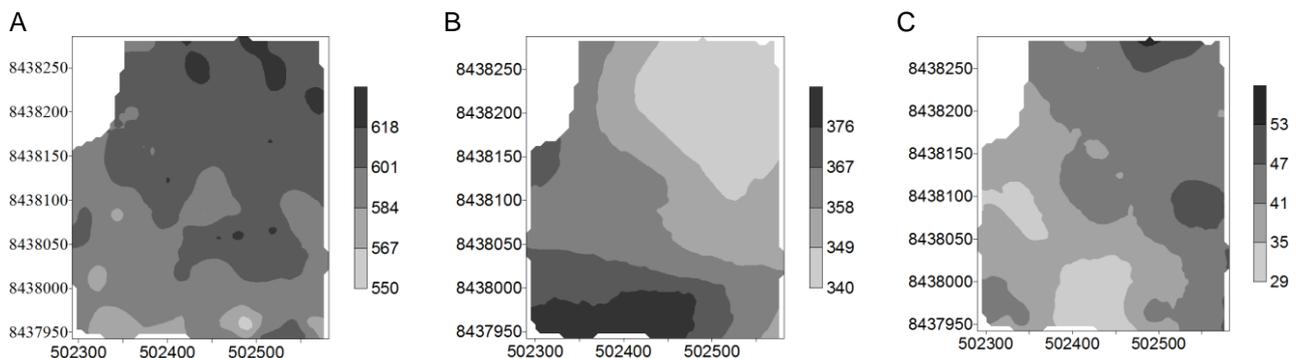


Figura 3. Mapa de variabilidade espacial da argila (A), areia total (B) e SIL (C) Fazenda Espigão em Diamantino, MT.