

Áreas homogêneas e teor de água disponível de um Latossolo Vermelho Amarelo**

José Francirlei de Oliveira^{1*}, Stanislas Mayi III¹, Robélio Leandro Marchão^{4*}, Edegar Joaquim Corazza^{2*}, Sandro Manuel Carmelino Hurtado^{4*}, Maria de Fátima Guimarães^{5*}

¹ Pós-graduando, Universidade Estadual de Londrina – UEL, Pr 445 Km 380, Londrina, PR, Brasil

² Pesquisador da Embrapa Cerrados, CP 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF, Brasil

³ Pesquisador da Embrapa Informação Tecnológica, CP 040315, CEP 70770-901, Brasília, DF, Brasil

⁴ Bolsista CNPq, Embrapa Cerrados, CP 08223, CEP 73310-970, Planaltina, DF, Brasil

⁵ Professor Associado C, Universidade Estadual de Londrina – UEL, CCA, CP 6001, CEP 86051-990, Londrina, PR, Brasil

*e-mail: jfoliveira79@yahoo.com.br; robelio.leandro@cpac.embrapa.br; edemar@sct.embrapa.br; sandroelbat@gmail.com; mfatima@uel.br

**Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor

Resumo: O entendimento da variabilidade do solo e a amostragem sistemática do horizonte diagnóstico podem ser úteis na definição de estratégias de manejo. Neste contexto, uma abordagem multivariada dos atributos do horizonte diagnóstico do solo pode ser mais eficiente do que a simples caracterização da variabilidade espacial na superfície. O objetivo deste trabalho foi determinar áreas homogêneas do talhão com base na caracterização do horizonte diagnóstico, utilizando técnicas de análise multivariada, promovendo uma abordagem quantitativa do teor de água disponível. Em uma área de Latossolo Vermelho Amarelo, foram coletadas 97 amostras da camada 0,80-1,00 m, dispostas em malha regular de 175 m. Com base na metodologia proposta, foi possível determinar três áreas homogêneas. Uma destas, caracterizada pelos maiores teores de argila, caulinita e carbono orgânico e menor densidade do solo, apresentou maior umidade gravimétrica em equilíbrio com todos os potenciais estudados; porém, essa maior umidade não resultou em maiores teores de água disponível, que foram menores que $0,15 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$. As outras duas áreas, caracterizadas pelo maior teor de areia fina, apresentaram teores de água disponível maiores que $0,15 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, considerado como satisfatório para o adequado desenvolvimento das plantas.

Palavras-chave: atributos físico-hídricos, análise multivariada, textura, zonas homogêneas.

Homogeneous areas and available water content of a Yellow-Red Latosol

Abstract: The understanding of the soil variability and the systematic sampling of soil can be useful in the definition of soil management strategies. In this context, a multivariate approach in the analysis of the soil diagnostic horizons can be more efficient than a simple characterization of the soil spatial variability. The objective of this work was to determine homogeneous zones in the area, based on the characterization of the diagnostic horizon, using multivariate analysis and promoting the quantitative measurement of the available water content. In an area of Yellow-Red Latosol, 97 samples were collected at 0.80-1.00 m of depth and arranged on a regular 175-m grid. Based on the proposed methodology, it was possible to determine three homogeneous zones. One of these areas, with highest clay fraction, kaolinite, and organic carbon and lower soil bulk density, had higher gravimetric water content with all the evaluated potentials; however, the higher soil moisture content did not result in higher available water content, which was lower than $0.15 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$. The other two areas, characterized by a finer fine sand fraction, had available water content higher than $0.15 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$, considered satisfactory for a good plant development.

Keywords: hydro-physical attributes, multivariate analysis, texture, homogeneous zones.



1. Introdução

Para o entendimento da variabilidade espacial podem ser utilizadas duas abordagens de estudo, sendo uma pela variabilidade espacial de um atributo do solo e a outra por meio de um conjunto de atributos. Normalmente, aquele que utiliza diversos atributos tende a ser mais eficiente e permite melhor caracterização da variabilidade espacial do solo (FIDALSKI; TORMENA; SCAPIM, 2007).

Neste sentido, técnicas de análises estatísticas multivariadas em associação com a geoestatística, facilitam a interpretação da variabilidade do solo (SILVA et al., 2010) e têm sido utilizadas como ferramentas para determinar a presença de áreas homogêneas (VITHARANA et al., 2008).

A amostragem sistemática do horizonte diagnóstico pode ser útil na caracterização do solo, definição de estratégias de manejo e estudos de balanço hídrico. O objetivo desse trabalho foi determinar áreas homogêneas do talhão com base na caracterização do horizonte diagnóstico, utilizando técnicas de análise multivariada, promovendo uma abordagem quantitativa do teor de água disponível.

2. Material e métodos

O estudo foi conduzido na Fazenda Lambary, município de Planaltina – GO em uma área de 310 ha (15°, 32' S de Latitude e 47°, 67' W de Longitude) com altitude média de 1000 m, cujo solo predominante é o Latossolo Vermelho Amarelo distrófico caulínítico de textura argilosa (SANTOS et al., 1999).

Foram coletadas, em malha regular de 175 m em 97 pontos, amostras indeformadas e deformadas da camada 0,80-1,00 m. As amostras indeformadas foram coletadas utilizando cilindros de 94,22 cm³, de forma alternada, ou seja, no primeiro ponto foi coletado apenas 1 cilindro e 3 cilindros no ponto seguinte e assim sucessivamente, totalizando 193 cilindros. Os teores de água em equilíbrio com os potenciais -0,001, -0,003, -0,006, -0,100, -1,000 e 1,500 MPa, foram determinados pelo método da centrífuga (FREITAS JUNIOR; SILVA, 1984), com 30 min de rotação. A densidade do solo e de partículas, o teor de carbono orgânico e os

teores de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ foram determinados conforme Claessen (1997).

Os teores de caulinita (Ct), gibbsita (Gb), hematita (Hm) e goetita (Gt) foram obtidos conforme Resende, Bahia Filho e Braga (1987) e Resente e Santana (1988).

Para determinação da granulometria foi utilizado o método da pipeta com agitação lenta por 16 h e dispersão química com hidróxido de sódio (NaOH, 1 mol.L⁻¹).

A cor do solo foi obtida em amostras de solo seco com auxílio da carta de cores de Munsell. A partir da avaliação do matiz, croma e valor, foi calculado o índice de vermelho (IV) dos 97 pontos pela equação $I = M + (C/V)$, em que: M é o parâmetro referente à matiz (M igual a 10 para 10R, 7,5 para 2,5YR, 5 para 5YR, 2,5 para 7,5YR e zero para 10YR), C é o croma e V o valor da notação de Munsell.

Os dados de altitude foram coletados com auxílio de DGPS (*Differential Global Positioning System*) com densidade de avaliação de 225.000 pontos distribuídos em toda área. A declividade foi obtida com auxílio do comando Calculus do programa Surfer 9.0 (GOLDEN SOFTWARE, 1999).

O teor de água disponível (AD) foi obtido pela diferença entre os potenciais -0,006 e -1,500 MPa, cujo resultado foi multiplicado pela densidade do solo para transformação para base volumétrica. Os teores maiores que 0,20 m³.m⁻³ de água disponível (AD) foram considerados ideais, aqueles de 0,15 m³.m⁻³ ≤ AD < 0,20 m³.m⁻³ bom, 0,10 m³.m⁻³ ≤ AD < 0,15 m³.m⁻³ limitado e 0,10 m³.m⁻³ > AD pobre (REYNOLDS et al., 2008). As variáveis utilizadas na análise de agrupamentos foram aquelas que apresentaram, após cálculo do semivariograma (VIEIRA, 2000), grau de dependência espacial moderada ou forte, conforme classificação proposta por Cambardella et al. (1994). Os atributos que atenderam esse pré-requisito foram o teor de argila, silte, areia fina e grossa, carbono orgânico, índice de vermelho, goetita, e caulinita, altitude, declividade e a umidade do solo em equilíbrio com os potenciais estudados. Para identificar possíveis áreas homogêneas em função do conjunto de atributos do solo utilizou-se o método de agrupamentos hierárquico (Ward).

O número ótimo de agrupamentos pode ser baseado na importância prática das diferenças entre os grupos e na complexidade espacial do mapa resultante (TAYLOR et al., 2003), assim cada área foi subdividida em dois, três e quatro agrupamentos para determinar o número ótimo de grupos e identificar as áreas homogêneas. Para confecção da distribuição espacial das classes formadas pela análise de agrupamento foi utilizado o método da krigagem do programa Surfer 9,0 (GOLDEN SOFTWARE, 1999).

3. Resultados e discussão

A classificação dos 97 pontos em mais de três conjuntos resultaram em alguns com um número pequeno de membros (um único ponto), assim, foram caracterizados três grupos homogêneos de solo (Tabela 1).

Os grupos 1A, 1B e 1C se localizaram ao norte-nordeste, centro-sudeste e oeste, respectivamente (Figura 1). Tais grupos não foram distribuídos aleatoriamente e formaram áreas contíguas, em função do grau de dependência espacial

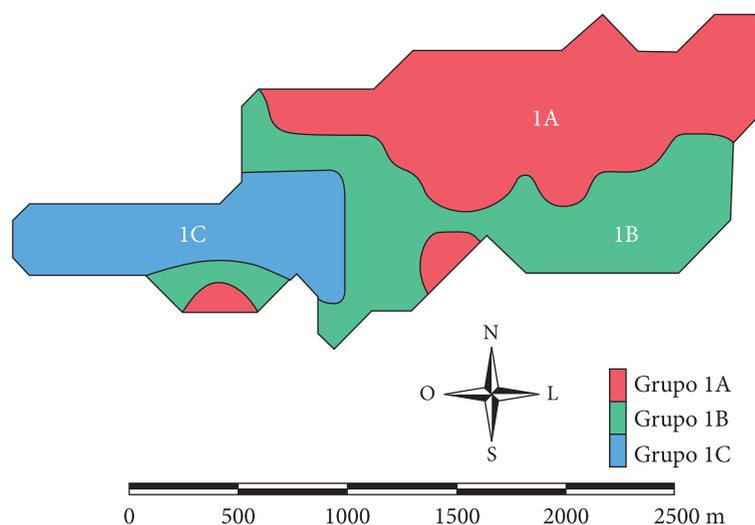


Figura 1. Representação gráfica dos grupos formados e delineamento espacial das áreas homogêneas do Latossolo Vermelho Amarelo.

Tabela 1. Características e grupos formados pela análise de agrupamentos para definição das áreas homogêneas do Latossolo Vermelho Amarelo.

Atributos	Grupos		
	1A	1B	1C
N	39	36	22
Argila (g kg ⁻¹)	331	492	754
Silte (g kg ⁻¹)	104	120	117
Areia fina (g kg ⁻¹)	478	328	96
Areia grossa (g kg ⁻¹)	87	61	34
Goetita (g kg ⁻¹)	35,89	42,77	83,55
Caulinita (g kg ⁻¹)	185,71	323,62	528,30
Carbono orgânico (dag kg ⁻¹)	0,57	0,68	0,72
Altitude (m)	1028,09	1001,18	969,27
Declividade (m)	5,54	4,47	6,11
$\theta_{-0,001 \text{ MPa}}$ (g g ⁻¹)*	0,42	0,49	0,57
$\theta_{-0,003 \text{ MPa}}$ (g g ⁻¹)	0,34	0,39	0,45
$\theta_{-0,006 \text{ MPa}}$ (g g ⁻¹)	0,29	0,34	0,39
$\theta_{-0,100 \text{ MPa}}$ (g g ⁻¹)	0,18	0,24	0,30
$\theta_{-1,000 \text{ MPa}}$ (g g ⁻¹)	0,14	0,20	0,26
$\theta_{-1,500 \text{ MPa}}$ (g g ⁻¹)	0,13	0,19	0,25

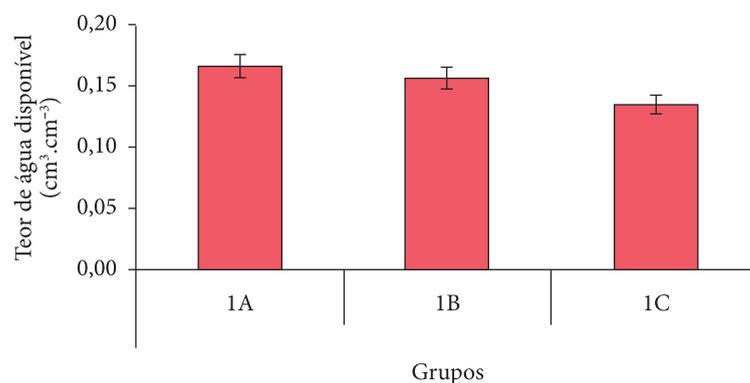


Figura 2. Teor de água disponível (base volumétrica) dos grupos 1A, 1B e 1C determinado na camada 0,8-1,0 m de profundidade do Latossolo Vermelho Amarelo.

apresentado pelos atributos do solo, corroborando com Taylor et al. (2003).

Observa-se que o grupo 1C apresentou o maior teor de argila (classificado como muito argiloso) (SANTOS, 1999), caulinita, carbono orgânico, índice de vermelho e o menor valor de densidade do solo e, conseqüentemente, a maior umidade gravimétrica em equilíbrio com os potenciais estudados.

Os grupos 1A e 1B apresentaram volume de água disponível entre 0,15 e 0,20 m³.m⁻³ e, o grupo 1C apresentou teor de água disponível inferior a 0,15 m³.m⁻³ (Figura 2), sendo este considerado como limitante para o desenvolvimento da planta (REYNOLDS et al., 2008).

Esse resultado demonstrou o pouco efeito dos teores de argila, caulinita e carbono orgânico e da densidade do solo sobre o teor de água disponível para as plantas. E, a maior disponibilidade de água dos grupos 1A, 1B, dentre outros fatores, foi influenciada pelo teor de areia fina, uma vez que a redução do diâmetro médio ponderado da fração areia em 0,243 mm pode aumentar em 40% a capacidade de armazenamento de água de um Latossolo de textura média (MAFREDINI; PADOVESE; OLIVEIRA, 1984), possivelmente equiparando-o aos de textura muito argilosa que podem apresentar capacidade de retenção e condutividade de água equivalente aos solos mais arenosos (MIGUEL; VILAR, 2009).

4. Conclusões

A associação da análise de componentes principais e agrupamentos por hierarquização (Ward)

mostraram-se eficazes na determinação de três áreas homogêneas com distintas capacidades de retenção de água.

O teor de argila, caulinita, matéria orgânica e densidade do solo pouco influenciaram o volume de água disponível, e o grupo com maior teor de areia fina apresentou o maior volume de água disponível.

Referências

- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, v. 58, p. 1501-1511, 1994. <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1994.03615995005800050033x>
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPq, 1997. 212 p. (Embrapa/CNPq, Documentos, n. 1).
- FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A.; SCAPIM, C.A. Espacialização vertical e horizontal dos indicadores de qualidade para um Latossolo Vermelho cultivado com citros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 9-19, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000100002>
- FREITAS JUNIOR, E.; SILVA, E. M. Uso da centrífuga para determinação da curva de retenção de água do solo, em uma única operação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 19, p. 1423-1248, 1984.
- GOLDEN SOFTWARE INC. *Surfer for Windows: Release 9.0, contouring and 3D surface mapping for scientist's engineers User's Guide*. New York: Golden Software Inc., 1999. 619 p.
- MAFREDINI, S.; PADOVESE, P. P.; OLIVEIRA, J. B. Efeito da composição granulométrica da fração areia no comportamento hídrico de Latossolos de textura média e areias quartzosas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 8, p. 13-16, 1984.

MIGUEL, M. G.; VILAR, O. M. Study of the water retention properties of a tropical soil. **Canadian Geotechnical Journal**, v. 46, p. 1084-1092, 2009. <http://dx.doi.org/10.1139/T09-039>

RESENDE, M.; SANTANA, D. P. Uso das Relações Ki e Kr na estimativa da mineralogia para classificação dos Latossolos. In: REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO DE SOLOS E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA, 3., 1988, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS/SECS, 1988. p. 225-229.

RESENDE, M.; BAHIA FILHO, A. F. C.; BRAGA, J. M. Mineralogia da argila de latossolos a partir do teor total de óxidos do ataque sulfúrico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 11, p. 17-23, 1987.

REYNOLDS, W. D.; DRURY, C. F.; YANG, X. M.; TAN, C. S. Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions. **Geoderma**, v. 146, p. 466-474, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2008.06.017>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRELAS, J. F.; CUNHAS, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412 p.

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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000100002>

TAYLOR, J. C.; WOOD, G. A.; EARL, R.; GODWIN, R.J. Soil factor and their influence on within-field crop variability, Part II: Spatial analysis and determination of management zones. **Biosystems Engineering**, v. 84, p. 441-453, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S1537-5110\(03\)00005-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1537-5110(03)00005-9)

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; SCHAEFER, G. R. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p.1-54.

VITHARANA, U. W. A.; MEIRVENNE, M. V.; SIMPSON, D.; COCKX, L.; BAERDEMAEKER, J. D. Key soil and topographic properties to delineate potential management classes for precision agriculture in the European loess area. **Geoderma**, v. 143, p. 206-215, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2007.11.003>