

Variabilidade de atributos físicos e químicos de um Latossolo sob semeadura direta em sucessão feijão / aveia⁽¹⁾.

Cezar Francisco Araujo-Junior⁽²⁾; Pedro Höfig⁽³⁾; George Mitsuo Yada Junior⁽⁴⁾; Auro Sebastião da Silva⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos financeiros do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR.

⁽²⁾ Pesquisador do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, Londrina, Paraná, cezar_araujo@iapar.br; ⁽³⁾ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. ⁽⁴⁾ Bolsista do CNPq pelo Programa Institucional de Iniciação Científica do IAPAR, ProICI – IAPAR, Estudante de Engenharia Ambiental da UTFPR, Campus Londrina, Paraná; ⁽⁵⁾ Bolsista de Desenvolvimento Científico e Inovação pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento Café CBP&D-Café. IAPAR, Londrina, Paraná, e-mail: ausesil@yahoo.br

RESUMO: O conhecimento da variabilidade de propriedades físicas e químicas do solo tem se tornado essencial no planejamento das operações agrícolas, bem como, para o planejamento e interpretação de resultados experimentais. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi quantificar a variabilidade de propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho Distroférico típico, muito argiloso da Estação Experimental do IAPAR em Londrina sob semeadura direta em sucessão feijão/aveia. Desde 2008, a área vem sendo cultivada sob o sistema de semeadura direta com sucessão de culturas feijão no verão (*Phaseolus vulgaris*) e aveia branca IPR 126 (*Avena sativa* L.) no inverno. Em dezembro de 2011, realizou-se a colheita do feijão, sendo esta a última operação realizada antes da amostragem de solo para análises físicas e químicas. Para caracterizar a variabilidade horizontal dos atributos físicos e químicos do solo na área experimental, 113 amostras indefinidas foram coletadas na profundidade 0–10 cm, em uma malha irregular com dimensões de 103,9 m na direção Leste-Oeste por 100 m na Norte-Sul, constituída de 16 linhas e 12 colunas. Os atributos físicos macro-porosidade e o teor de areia são os com maior variabilidade, porém ainda consideradas médias. Dentre os atributos químicos a saturação por alumínio (m %) e os teores de Ca e P apresentaram maior variabilidade em Latossolo sob semeadura direta em sucessão feijão/aveia. A variabilidade dos atributos físicos (argila, silte, densidade de partículas, densidade do solo, volume total de poros e retenção de água nos diferentes potenciais) e químicos (pH e carbono orgânico total) considerada baixa.

Termos de indexação: plantio direto, variáveis regionalizadas, agricultura conservacionista.

INTRODUÇÃO

O sistema de semeadura direta se destaca como uma estratégia para a agricultura conservacionista. No entanto, a ausência de revolvimento do solo ou revolvimento mínimo somente na linha de semeadura pode aumentar a variabilidade horizontal dos atributos físicos e químicos do solo. É indiscutível que os solos variam no espaço e mudam com o tempo. Para propriedades físicas tais fatores são as principais fontes de variabilidade. A variabilidade intrínseca do solo é resultado dos

fatores geológicos, hidrológicos e biológicos que afetam a pedo-gênese (Warrick & Van Es, 2002).

A variabilidade extrínseca é resultado do tipo de uso e manejo do solo bem como o tráfego de máquinas, o preparo do solo para incorporação de restos culturais, corretivos e fertilizantes ou a aplicação localizada dos fertilizantes contribuem para maior variabilidade espaço-temporal das propriedades químicas e físicas dos solos.

Na técnica de amostragem considerando a teoria das variáveis regionalizadas a amostragem é feita em transeções em intervalos equidistantes ou não, mas com coordenadas conhecidas que devem ser consideradas na análise estatística (Reichardt & Timm, 2012). Isto não necessariamente que dizer que neste tipo de amostragem é necessário utilizar coordenadas geográficas, mas algum tipo de referência deve existir. Portanto, as amostras podem ser referenciadas com relação ao tempo, por um único ponto no espaço ou por um par ordenado de coordenadas pertencente ao espaço (Guimarães, 2004).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi quantificar e avaliar a variabilidade de propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho Distroférico típico sob semeadura direta em sucessão feijão/aveia.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O estudo foi conduzido em uma área experimental localizada na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) em Londrina, Estado do Paraná, Latitude 23°21'30" S e Longitude 51°10'17" W a uma altitude média de 550 m. O clima da região é classificado como Cfa - subtropical úmido, pela classificação de Köppen.

O solo da área de estudo foi classificado conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Latossolo Vermelho Distroférico típico - LVdf (Embrapa, 2006), muito argiloso na camada de 0 – 40 cm (800 g kg⁻¹ de argila; 140 g kg⁻¹ de silte e 60 g kg⁻¹ de areia). A fração argila deste solo

contém de 250–280 g kg⁻¹ de Fe extraído pelo ditionito-citrato-bicarbonato (DCB), 60–90 g kg⁻¹ de gibbsita e de 620–650 g kg⁻¹ de caulinita e de 20–40 g kg⁻¹ de vermiculita com Al-entrecamada (Castro Filho & Logan, 1991).

Desde 2008, a área vem sendo cultivada sob o sistema de semeadura direta com sucessão de culturas feijão no verão (*Phaseolus vulgaris*) e aveia branca IPR 126 (*Avena sativa* L.) no inverno. Em dezembro de 2011, realizou-se a colheita do feijão, sendo esta a última operação realizada antes da amostragem de solo para análises físicas e químicas.

Amostragem de solo

Para caracterizar a variabilidade dos atributos físicos e químicos do solo na área experimental, 113 amostras indeformadas foram coletadas na profundidade 0–10 cm, em uma malha irregular com dimensões de 103,9 m na direção Leste-Oeste por 100 m na Norte-Sul, constituída de 16 linhas e 12 colunas. O objetivo da amostragem a distâncias variadas menores que 10 m foi para minimizar erros de medição ou detectar variabilidade de pequena escala não captada pela amostragem convencional.

Em laboratório, as amostras indeformadas foram preparadas e saturadas com água durante 48 h. Após saturação, as amostras foram equilibradas nos potenciais -2 kPa, - 4 kPa, - 6 kPa, - 10 kPa, - 33 kPa em mesa de sucção (Romano et al., 2002) e - 100 kPa, - 500 kPa e - 1.500 em placas de cerâmicas no interior de câmaras de pressão (Dane & Hopmans, 2002).

As análises químicas do solo (pH em CaCl₂, Ca, Mg, K, Al trocáveis, Capacidade de Troca de Cátions – T e Carbono Orgânico total) foram realizadas em terra fina seca ao ar – TFSA conforme Pavan et al. (1992).

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta utilizando como dispersante químico o NaOH 1 N (Day, 1965). A densidade de partículas pelo método do balão volumétrico, densidade do solo pelo método do anel volumétrico, volume total de poros (VTP) pela relação entre densidade do solo e de partículas, macro-porosidade pela diferença entre VTP e micro-porosidade.

Análise estatística

A análise exploratória dos atributos físicos (argila, silte, areia, densidade de partículas, densidade do solo, volume total de poros, macro-porosidade, micro-porosidade e retenção de água pelas amostras de solo nos potenciais matriciais e químicos (pH, COT, Ca, Mg, K, P, T, V, SB, m e H + Al) para o LVdf foi realizada para verificar a

variabilidade do solo. As seguintes variáveis estatísticas foram calculadas: média, variância, coeficiente de assimetria e coeficiente de curtose.

A classificação da variação dos atributos físicos em baixa (coeficiente de variação - CV menor que 12 %) média variação (C.V. maior que 12 % até 62 %) e alta variação para atributos maior que 62 % (Warrick & Nielsen, 1980).

O coeficiente de assimetria informa se a maioria dos valores de um conjunto de dados se localiza à esquerda, ou à direita, ou se estão uniformemente distribuídos em torno da média aritmética. Valores de assimetria < 0, a distribuição foi classificada como assimétrica negativa; assimetria = 0 a distribuição é simétrica e assimetria > 0 a distribuição é classificada como assimétrica positiva. Já o coeficiente de curtose indica o grau de achatamento de uma distribuição e foi classificado como platicúrtica, mesocúrtica e leptocúrtica para distribuições < 0, = 0 e > 0, respectivamente (Guimarães, 2004; Reichardt & Timm, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1**, são apresentados os resultados das medidas estatísticas utilizadas para descrever a variação ou dispersão de alguns atributos físicos e químicos do solo. Ressalta-se que, os valores da média e mediana foram muito próximos para todas as variáveis analisadas. Isto é um indicativo de que os valores se encontram simetricamente distribuídos ao redor da média e da mediana e que estas medidas podem ser consideradas como valores típicos do conjunto de observações, ou seja, os resultados podem ser sumarizados por uma dessas medidas (Mesquita et al., 2003). Devido a isto, optou-se em apresentar somente os valores médios na **tabela 1**.

Os atributos físicos, macro-porosidade, areia e água disponível apresentaram maior variância em relação aos demais, sendo classificados como média variação (**Tabela 1**). Os demais atributos físicos apresentaram dispersão baixa em torno da média.

Analisando-se os valores médios de densidade do solo (1,20 kg dm⁻³), volume total de poros (0,57 cm³ cm⁻³) e macro-porosidade (0,10 cm³ cm⁻³) sugere-se que este solo não apresenta restrições ao crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das culturas na camada 0–10 cm. No entanto, quando comparado ao solo sob mata nativa, ressalta-se que o uso (feijão e aveia branca) e manejo (semeadura direta) deste solo proporcionaram deformações significativas à sua estrutura. O solo do presente estudo sob mata



nativa apresenta estrutura homogênea ao longo do perfil, densidade do solo em torno de $1,0 \text{ kg dm}^{-3}$, alta porosidade total ($> 0,60 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) e macroporosidade superior a $0,20 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ como observado por Kemper & Derpsch (1980) e Araujo-Junior et al. (2013). Além disso, pode-se destacar que estas propriedades podem ter apresentado resultados satisfatórios na camada de 0–10 cm, devido à ação dos órgãos ativos da sementeira que proporcionam a quebra da resistência mecânica na camada superficial.

Entre os atributos químicos, o cálcio, magnésio e potássio trocáveis, fósforo disponível – P, a saturação por bases – V %, a soma de bases – SB, a saturação por alumínio e a acidez potencial apresentaram coeficientes de variação maiores que 15 % e menores que 62 %, sendo assim, considerados médios quando se utiliza os mesmo critérios de classificação dos atributos físicos.

CONCLUSÕES

Os atributos físicos macro-porosidade e o teor de areia são os com maior variabilidade, porém consideradas médias. Dentre os atributos químicos a saturação por alumínio (m %) e os teores de Ca e P apresentam maior variabilidade em Latossolo sob sementeira direta em sucessão feijão/aveia. A variabilidade dos atributos físicos (argila, silte, densidade de partículas, densidade do solo, volume total de poros e retenção de água nos diferentes potenciais) e químicos (pH e carbono orgânico total) foi considerada baixa.

AGRADECIMENTOS

À Diretoria Técnico Científica – DTC do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR pelo apoio.

REFERÊNCIAS

ARAUJO-JUNIOR, C. F.; RODRIGUES, B. N.; CHAVES, J. C. D.; YADA JUNIOR, G. M. Soil physical quality and carbon stocks related to weed control and cover crops in a Brazilian Oxisol. In: SOLONESKI, S.; LARRAMENDY, M. (Ed.). Weed and Pest Control - conventional and new challenges. ISBN: 978-953-51-0984-6, Rijeka: InTech, 2013. v. 1, p. 181–205.

CASTRO FILHO, C.; LOGAN, T. J. Liming effects on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. Soil Science Society of America Journal, 55: 1407–1413, 1991.

DANE, J. H.; HOPMANS, J. W. The soil solution phase: pressure plate extractor. In: DANE, J. H.; TOPP, G. C. (Eds.). Methods of soil analysis: physical methods. Madison: Soil Science Society of America, 2002. v.4. p. 688 – 690.

DAY, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C. A. (Ed.). Methods of soil analysis. Madison: American Society of Agronomy, 1965. part I, p. 545-567.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

GUIMARÃES, E. C. Geostatística básica e aplicada. Uberlândia, Faculdade de Matemática - Universidade Federal de Uberlândia, 2004, 77 p.

KEMPER B, DERPSCH R. Soil compaction and root growth in Parana, In: RUSSELL RS, IGUE K, MEHTA Y. R. (ed.) Proceeding of the symposium on the soil/root system. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR; 1980. p81–101.

MESQUITA, M. da G. B. de F.; MORAES, S. O.; CORRENTE, J. E. Caracterização estatística de variáveis físicas do solo. Acta Scientiarum: Agronomy, 25: 35 – 44, 2003.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. D. MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. Manual de análise química do solo e controle de qualidade. Londrina, Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina, PR. 1992. 40 p. (IAPAR. Circular, 76).

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. 2. ed. Barueri, Manole, 2012. 524 p.

WARRICK, A.W.; VAN ES, H. M. Soil sampling and statistical procedures. In: DANE, J. H.; TOPP, G. C. (Eds.). Methods of soil analysis: physical methods. Madison: Soil Science Society of America, 2002. v. 4. p. 1 – 13.

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. p.319 – 344.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas e distribuição de frequência de atributos físicos e químicos para o Latossolo Vermelho Distroférico típico, muito argiloso (LVdf) sob semeadura direta em sucessão feijão/aveia.

| Atributo | Média | Variância | C.V. (%) ¹ | Assimetria | Curtose | DF ² |
|---|-------|-----------|-----------------------|------------|---------|-----------------|
| Argila, g kg ⁻¹ | 790 | 279,22 | 2,12 | 0,21 | - 0,83 | Normal |
| Silte, g kg ⁻¹ | 140 | 148,52 | 8,70 | 0,72 | 1,45 | Normal |
| Areia, g kg ⁻¹ | 70 | 318,98 | 25,51 | - 0,39 | - 0,86 | Normal |
| Dp, kg dm ⁻³ | 2,81 | 0,004 | 0,73 | - 0,41 | - 0,03 | Normal |
| Ds, kg dm ⁻³ | 1,20 | 0,0052 | 6,02 | 0,31 | - 0,21 | Normal |
| VTP, cm ³ cm ⁻³ | 0,57 | 0,0007 | 4,44 | - 0,32 | - 0,23 | Normal |
| Macro, cm ³ cm ⁻³ | 0,10 | 0,0026 | 51,37 | - 0,01 | - 0,54 | Normal |
| Micro, cm ³ cm ⁻³ | 0,47 | 0,0010 | 6,53 | - 0,04 | - 0,85 | Normal |
| U.V., cm ³ cm ⁻³ | 0,26 | 0,0003 | 6,64 | 0,57 | - 0,02 | Normal |
| U.V. - 2 kPa | 0,53 | 0,0010 | 5,99 | 0,53 | 1,29 | Normal |
| U.V. - 4 kPa | 0,49 | 0,0009 | 5,87 | - 0,11 | - 0,70 | Normal |
| U.V. - 6 kPa | 0,47 | 0,0010 | 6,53 | - 0,04 | - 0,85 | Normal |
| U.V. - 10 kPa | 0,44 | 0,0007 | 6,15 | 0,06 | - 0,56 | Normal |
| U.V. - 33 kPa | 0,38 | 0,0005 | 5,75 | 0,07 | - 0,40 | Normal |
| U.V. - 100 kPa | 0,35 | 0,0003 | 5,28 | 0,30 | - 0,44 | Normal |
| U.V. - 500 kPa | 0,33 | 0,0004 | 5,83 | 0,46 | 0,31 | Normal |
| U.V. - 1500 kPa | 0,31 | 0,0003 | 5,74 | 0,49 | 0,16 | Normal |
| AD, cm ³ cm ⁻³ | 0,06 | 0,0001 | 15,00 | - 0,55 | - 0,17 | Normal |
| ATRIBUTOS QUÍMICOS | | | | | | |
| pH | 4,0 | 0,05 | 5,34 | 1,10 | 2,52 | Normal |
| COT, g dm ⁻³ | 20,43 | 2,52 | 7,77 | - 0,07 | 0,04 | Normal |
| Ca, cmol _c dm ⁻³ | 1,85 | 0,72 | 45,79 | 1,21 | 2,38 | Normal |
| Mg, cmol _c dm ⁻³ | 0,78 | 0,08 | 35,67 | 0,64 | 0,52 | Normal |
| K, cmol _c dm ⁻³ | 0,69 | 0,07 | 38,56 | 0,70 | 1,27 | Normal |
| P, mg dm ⁻³ | 26,55 | 139,33 | 44,46 | 0,72 | 0,15 | Normal |
| T, cmol _c dm ⁻³ | 13,17 | 0,87 | 7,09 | - 0,68 | 0,89 | Normal |
| V, % | 25,21 | 90,83 | 37,81 | 0,71 | 0,76 | Normal |
| SB, % | 3,31 | 1,62 | 38,42 | 0,87 | 1,18 | Normal |
| m, % | 28,7 | 16,47 | 57,38 | 0,38 | - 0,77 | Normal |
| H + Al | 9,85 | 1,53 | 15,52 | - 0,12 | - 0,32 | Normal |

Dp: densidade de partículas; Ds: densidade do solo; VTP: volume total de poros; Macro: macro-porosidade; Micro: micro-porosidade; U.V.: umidade volumétrica no momento da amostragem; - 2 kPa; - 4 kPa; - 6 kPa; - 10 kPa; - 33 kPa; - 100 kPa; - 500 kPa e - 1500 kPa: conteúdo volumétrico de água retido nos potenciais matriciais; C.V. coeficiente de variação; DF: Distribuição de frequências; pH: potencial hidrogeniônico; COT: carbono orgânico total; Ca, Mg, K e P: macronutrientes; T: Capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; SB: soma de bases; m: saturação por alumínio; H+Al: acidez potencial.