

NOTA

DISPERSÃO DA FRAÇÃO ARGILA DE UM LATOSSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE USO E DISPERSANTES⁽¹⁾

Eurico Lucas de Sousa Neto⁽²⁾, Luiz Henrique Arimura Figueiredo⁽³⁾
& Amauri Néelson Beutler⁽⁴⁾

RESUMO

Uma das condições essenciais para a realização da análise textural é a individualização completa das partículas minerais da amostra de solo. Este estudo teve por objetivo avaliar a eficiência de métodos químicos e físicos combinados na dispersão de um Latossolo Vermelho irrigado com água de poço tubular no município de Janaúba - MG (16 ° 01 ' 56 " S e 43 ° 25 ' 21 " W). Foram coletadas amostras de solo na camada de 0-0,10 m em um bananal irrigado e em área adjacente sob mata nativa para determinação da análise textural. Os tratamentos constituíram-se de cinco dispersantes químicos (NaOH 0,1 mol L⁻¹, NaOH 1 mol L⁻¹, calgon 0,1 mol L⁻¹, HCl 0,1 mol L⁻¹ + NaOH 0,1 mol L⁻¹ e HCl 1 mol L⁻¹ + NaOH 1 mol L⁻¹) e dois dispersantes físicos (agitação com 50 oscilações horizontais por minuto durante 720 min e agitação com 12.000 rotações por minuto durante 10 min) dispostos em esquema fatorial 2 x 5 x 2 com cinco repetições. Com exceção de HCl 1 mol L⁻¹ + NaOH 1 mol L⁻¹, todos os dispersantes químicos apresentaram teores de argila inferiores no solo sob irrigação, o que pode ser atribuído ao elevado teor de carbonato de Ca no solo em decorrência da água utilizada na irrigação. A utilização de HCl 1 mol L⁻¹ + NaOH 1 mol L⁻¹ é eficiente em dispersar a argila presente em amostras de solo com elevado teor de carbonato de Ca.

Termos para indexação: análise textural, dispersão, pseudo silte.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em junho de 2008 e aprovado em março de 2009.

⁽²⁾ Professor Assistente do Departamento de Zootecnia, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. Caixa Postal 181, CEP 78250-000 Pontes e Lacerda (MT). E-mail: euriconeto@unemat.br

⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES. Caixa Postal 91, CEP 39440-000 Janaúba (MG). E-mail: luiz.figueiredo@unemat.br

⁽⁴⁾ Professor Adjunto do Centro de Ciências Agrárias de Itaqui, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Rua Luiz Joaquim de Sá Brito s/nº Bairro Promoar, CEP 97650-000 Itaqui (RS). E-mail: amaurib@yahoo.com.br

SUMMARY: EFFECTIVENESS OF DISTINCT METHODS IN DISPERSING THE CLAY FRACTION OF AN OXISOL UNDER DIFFERENT USE SYSTEMS

One of the essential conditions for soil particle size analysis is the complete dispersion of mineral particles of the soil sample. This study aimed to evaluate the efficiency of chemical and physical methods in combination to disperse samples of an Ustox irrigated with water from a deep well in Janaúba – MG (16 ° 01 ' 56 " S, 43 ° 25 ' 21 " W) was evaluated. Soil samples were collected in the 0–0.10 m layer from an irrigated banana plantation adjacent to a native forest for particle size analysis. Five chemical dispersants were applied in the treatments (NaOH 0.1 mol L⁻¹, NaOH 1 mol L⁻¹, calgon 0.1 mol L⁻¹, HCl 0.1 mol L⁻¹ + NaOH 0.1 mol L⁻¹ and HCl 1 mol L⁻¹ + NaOH 1 mol L⁻¹) and two physical dispersants (50 horizontal oscillations per minute for 720 min and 12,000 revolutions per minute for 10 min.) arranged in a factorial design with five replications. All chemical dispersants except HCl 1 mol L⁻¹ + NaOH 1 mol L⁻¹ resulted in low clay values in the soil under irrigation, which can be attributed to the high content of calcium carbonate in the soil. The use of HCl 1 mol L⁻¹ + NaOH 1 mol L⁻¹ is effective in dispersing soil samples with high calcium carbonate content.

Index terms: particle size analysis, soil pretreatments, pseudo-silt.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da distribuição granulométrica das partículas sólidas em um solo é de extrema importância por apresentar elevada relação com a dinâmica de água no solo, com as recomendações de calagem e adubação e ainda ser importante ferramenta utilizada na classificação de solos.

A quantificação da granulometria de um solo se dá pela análise textural ou granulométrica (Silva et al., 2004). Segundo Oliveira et al. (2002), os requisitos básicos para todos os métodos de análise textural são a obtenção da dispersão total das partículas do solo e sua manutenção durante toda a etapa analítica. Dessa forma, Ruiz (2005) divide a análise textural em três etapas: aplicação de pré-tratamentos para a remoção de íons cimentantes ou floculantes, dispersão e quantificação das frações do solo.

De acordo com Tavares Filho & Magalhães (2008), a dispersão total do solo coincide com a destruição total dos agregados. Dessa forma, todos os fatores pertinentes à formação e estabilização de agregados exercem elevada influência sobre a dispersão do solo. O íon de Ca possui um elevado poder floculante no solo e, segundo Tormena et al. (1998), a adição de Ca via calagem pode ser capaz de aumentar sensivelmente a estabilidade de agregados.

A dispersão completa do solo para análise textural é conseguida com a integração de métodos físico-químicos. Gee & Bauder (1986) apontam os métodos de agitação rápida ou lenta e o ultrassom como formas eficientes em promover a dispersão física do solo, porém Ferreira et al. (2002) observaram diferença na eficiência dos métodos de agitação rápida e lenta, trabalhando com Latossolo e Nitossolo do Estado de Minas Gerais.

A dispersão química baseia-se no incremento da repulsão entre partículas. De acordo com Ruiz (2005), tal situação dá-se pelo aumento da dupla camada difusa mediante a saturação do complexo de troca catiônica com Na, provocando a precipitação de íons de Al e Ca principalmente.

Embora pouco utilizado em análises texturais de rotina, os pré-tratamentos constituem uma alternativa eficiente para se promover a completa dispersão de amostras de solo (Donagemma et al., 2003). Segundo Carvalho (1985), pré-tratamentos permitem a eliminação e substituição de íons floculantes e cimentantes por íons dispersantes convenientes no complexo de troca, sendo o pré-tratamento químico com ácidos (Fontes et al., 1992) e o uso de hexametáfosfato de Na (Embrapa, 1997) recomendados quando o íon floculante é Ca.

Na região norte de Minas Gerais, uma das principais atividades agrícolas desenvolvidas é a fruticultura irrigada, com destaque para o cultivo da bananeira, mangueira e anonáceas. O desenvolvimento da fruticultura irrigada na região foi impulsionado com a criação dos perímetros irrigados do Gorutuba e Jaíba, que utilizam água dos rios Gorutuba e São Francisco, respectivamente. Porém, não só nos perímetros irrigados pratica-se a fruticultura. É comum também tal atividade em áreas fora dos perímetros onde a fonte hídrica, na maioria das vezes, é proveniente de poços tubulares.

Segundo Oliveira (1999), a formação geológica da região do município de Janaúba, norte de Minas Gerais, pertence ao grupo Bambuí, representado por carbonatos de Ca, margas, ardósias, calcíferas, argilitos e siltitos. Devido à grande diversidade de rochas em relação à composição química e mineralógica estão presentes na região Latossolos, Argissolos, Cambissolos, Vertissolos e Neossolos (Resende et al., 1970).

As águas do aquífero Bambuí são bicarbonatadas cálcicas ou cálcio-magnesianas, ocorrendo em menor proporção as bicarbonatadas mistas, sódicas ou cálcio-sódicas (Oliveira, 1999).

O incremento no teor de Ca em solos irrigados com água subterrânea proveniente de aquíferos presentes nas rochas das formações do Grupo Bambuí foi constatado por Nunes et al. (2008). Segundo o autor, tal efeito foi mais pronunciado na camada superficial devido à mobilidade reduzida do Ca, o que proporcionou o aumento da relação Ca/Mg.

Este estudo teve o objetivo de avaliar a eficiência de métodos químicos e físicos combinados na dispersão da fração argila de um Latossolo Vermelho irrigado com água de poço tubular.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Janaúba - MG (16° 01' 56" S e 43° 25' 21" W), situado em uma altitude de 519 m, em um Latossolo Vermelho distrófico com textura muito argilosa (Embrapa, 2006) submetido a dois sistemas de uso: irrigado e mata nativa, cuja composição química e mineralogia, de acordo com Nunes (2003), encontram-se nos quadros 1 e 2, respectivamente.

A área sob irrigação foi cultivada durante seis anos com bananeira (*Musa sp.*), cv. prata-anã, com um espaçamento em fileira dupla de 4 x 2 x 2 m (1.666 plantas ha⁻¹) as quais foram irrigadas por meio de microaspersão, com uma lâmina de água diária de 8,00 mm proveniente de poço artesiano (Quadro 3). A área sob mata nativa encontrava-se distante desta aproximadamente 200 m em solo com características idênticas ao da área irrigada.

Foram coletadas amostras de solo com estrutura deformada na camada de 0–0,10 m, que, depois de secas ao ar, foram passadas em peneira de malha 2,00 mm, visando obter terra fina seca ao ar (TFSA) para posterior análise textural.

Os tratamentos corresponderam a um fatorial 2 x 5 x 2 num delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os fatores em estudo foram os sistemas de uso, dispersão química e dispersão física.

Os processos de dispersão química constituíram-se na adição de 10 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ ou NaOH 1 mol L⁻¹ ou Na₁₆P₁₄O₃ 0,1 mol L⁻¹ a 20 g de solo, que permaneceram em repouso por 720 min para, posteriormente, serem submetidos à dispersão física. Utiliza-se como dispersante químico HCl nas concentrações de 0,1 mol L⁻¹ e 1 mol L⁻¹ os quais foram adicionados da quantidade de 10 mL a 20 g de solo, permanecendo, na sequência, em repouso por 180 min. Em seguida, foi adicionado à solução a quantidade de 10 mL de NaOH, acompanhada de novo repouso durante 120 min, para posterior dispersão física das amostras. Nos tratamentos em que se utilizou HCl, este teve na mesma concentração da base posteriormente adicionada à solução.

Os métodos de dispersão física foram obtidos pela agitação lenta das amostras, por um período de 720 min, em um agitador horizontal e agitação rápida, por um período de 10 min, em um agitador tipo coqueteleira metálica.

Após o processo de dispersão (químico e físico), as amostras foram passadas em peneira de 0,053 mm de diâmetro e, em seguidas, lavadas para separar a fração areia. As frações silte + argila foram recolhidas em provetas de 1 L, completando-se o volume com água destilada. A suspensão foi novamente agitada por 0,5 min e então deixada em repouso pelo tempo necessário para permitir a sedimentação do silte no

Quadro 1. Atributos químicos do solo nos dois sistemas de uso na camada de 0–0,10 m

Sistema de uso	MO	pH H ₂ O	H + Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	V	P _(Mehlich-1)
	g kg ⁻¹			cmol _c kg ⁻¹			%	mg dm ⁻³
Irrigado	29	7,01	1,40	12,30	1,70	0,40	91,00	8,80
Mata nativa	42	4,75	5,80	2,00	0,90	0,90	40,00	7,40

Quadro 2. Características mineralógicas do Latossolo Vermelho distrófico na camada de 0,00–0,60 m, obtidas por ataque sulfúrico

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	K ₂ O	P ₂ O ₅	Ki	Kr
g kg ⁻¹								
272,80	313,60	99,10	0,40	3,3	17,3	4,00	1,48	1,23

Quadro 3. Composição química da água utilizada na irrigação

pH	CE ⁽¹⁾	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS ⁽²⁾
	dS cm ⁻¹	mmol _c L ⁻¹							
6,90	1,41	0,29	14,15	1,89	2,93	0,10	7,90	6,60	1,03

⁽¹⁾ Condutividade elétrica. ⁽²⁾ Razão de adsorção de Na.

primeiro 5 cm superficial, retirando-se uma amostra de 50 mL para determinar o teor de argila. O tempo necessário para a coleta da suspensão foi calculado de acordo a Lei de Stokes, considerando-se a densidade de partícula de 2,65 g cm⁻³ e a temperatura da suspensão (Khonke, 1969).

Os resultados das frações texturais obtidas foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativas, às médias foram comparadas pelo teste de Scott Knott a 0,05 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos de dispersão física não promoveram diferença estatística significativa nas três frações texturais nos dois sistemas de uso. Provavelmente apenas o método de agitação não é capaz de proporcionar a destruição total dos agregados quantos estes se encontram fortemente flocoados pela presença dos íons de Ca, diferentemente dos resultados encontrados por Tavares Filho & Magalhães (2008), que constataram eficiência superior na forma de agitação lenta quando o problema de dispersão total das amostras de solo era associado à elevada presença de matéria orgânica.

Houve interação estatística significativa ($p < 0,05$) para os sistemas de uso e dispersantes químicos em todas as classes de tamanho de partículas (Quadro 4).

Com exceção da utilização de HCl + NaOH 1 mol L⁻¹, o solo sob mata nativa apresentou maior teor de argila e menores de silte e areia se comparado ao solo irrigado. Segundo Embrapa (2006), Latossolos como o utilizado devem possuir uma relação silte/argila de 0,6. Dessa forma, evidencia-se, no solo irrigado, a formação do pseudo-silte, ou seja, partículas do tamanho de argila, mas que, em virtude do processo de dispersão insuficiente, foram quantificadas como silte, conforme constatado por Donagemma et al. (2003).

Os teores subestimados de argila no solo sob irrigação podem ser associados aos elevados teores de Ca no solo, cerca de seis vezes superior ao do solo sob mata nativa (Quadro 1). A deposição de Ca ao solo advém da água utilizada na irrigação, aplicada em grande quantidade a fim de se atender a exigência

hídrica da bananeira, porém, segundo Lindsay (1979), quando o pH da solução do solo atinge o valor de 8,2, ocorre a precipitação dos íons de Ca e bicarbonato na forma de carbonato, sendo comum o surgimento de uma camada branca na superfície do solo quando há uma diminuição da lâmina de irrigação ou umidade conforme relatos de Nunes (2003).

Segundo Nunes et al. (2008), o aporte contínuo de CO₃²⁻ e HCO₃⁻¹ juntamente com Ca²⁺ e Mg²⁺ via água de irrigação causa elevações desses íons na solução do solo, tornando possível a precipitação de carbonatos de Ca e Mg na superfície do solo.

Quadro 4. Resultado da análise textural de um Latossolo irrigado e sob mata nativa após utilização de diferentes dispersantes químicos

Dispersante químico	Sistema de uso	
	Irrigado	Mata nativa
Argila (g kg ⁻¹)		
NaOH 0,1 mol L ⁻¹	39,5 bB	63,5 aA
NaOH 1 mol L ⁻¹	39,5 bB	65,0 aA
Na ₁₆ P ₁₄ O ₃ 0,1 mol L ⁻¹	37,0 bB	61,0 aA
HCl + NaOH 0,1 mol L ⁻¹	37,0 bB	68,0 aA
HCl + NaOH 1 mol L ⁻¹	65,0 aA	69,0 aA
Silte (g kg ⁻¹)		
NaOH 0,1 mol L ⁻¹	34,5 aA	20,0 bA
NaOH 1 mol L ⁻¹	33,5 aA	19,0 bA
Na ₁₆ P ₁₄ O ₃ 0,1 mol L ⁻¹	34,0 aA	21,5 bA
HCl + NaOH 0,1 mol L ⁻¹	30,5 aA	17,5 bA
HCl + NaOH 1 mol L ⁻¹	17,5 aB	15,5 aA
Areia (g kg ⁻¹)		
NaOH 0,1 mol L ⁻¹	26,0 aA	16,5 bA
NaOH 1 mol L ⁻¹	27,0 aA	16,0 bA
Na ₁₆ P ₁₄ O ₃ 0,1 mol L ⁻¹	29,0 aA	17,5 bA
HCl + NaOH 0,1 mol L ⁻¹	32,5 aA	14,5 bA
HCl + NaOH 1 mol L ⁻¹	17,5 aB	15,5 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal e maiúscula na vertical não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5 %.

O aumento da floculação em decorrência da irrigação com água de poços tubulares foi constatado por Nunes et al. (2006), porém, segundo os autores, tal situação ocorreu somente até os primeiros 0,20 m de profundidade, sendo diminuída abaixo desta profundidade. De acordo com Tormena et al. (1998), o incremento do teor de Ca do solo pode resultar em maior estabilidade de agregados, dificultando sua quebra em partículas primárias.

Segundo Mesquita (1992), elevadas concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} no solo resultam em menor espessura da dupla camada difusa e em menor dispersão da fração argila. A espessura da dupla camada difusa é governada pelo tamanho do raio hidratado e pela valência dos cátions adsorvidos. De acordo com Baver et al. (1972), os íons monovalentes, com exceção do H, são dispersantes.

A utilização somente de dispersantes básicos (NaOH 0,1 mol L^{-1} ; NaOH 1 mol L^{-1} e calgon 1 mol L^{-1}) proporcionou os menores teores de argila no solo sob irrigação, diferente do solo sob mata nativa, onde os dispersantes químicos apresentaram a mesma tendência nas três frações texturais, o que pode ser atribuído à ineficiência dos dispersantes básicos em dissolver o precipitado formado pelo carbonato de Ca proveniente da água utilizada na irrigação. Por sua vez, a utilização de HCl 1 mol L^{-1} foi capaz de solubilizar o precipitado, liberando CO_2 na forma de gás para a atmosfera.

A posterior adição de NaOH 1 mol L^{-1} ao solo pré-tratado com HCl 1 mol L^{-1} fez com que o complexo de troca fosse saturado por Na^+ , promovendo a expansão da dupla camada difusa em torno das partículas de argila, de tal forma que as forças repulsivas geradas foram fortes o suficiente para superar as forças de atração (forças de van der Waals).

Somente a utilização de HCl 1 mol L^{-1} + NaOH 1 mol L^{-1} promoveu valores significativamente iguais de argila, silte e areia nos dois sistemas de uso, o que, de certa forma, atesta a eficiência de tal procedimento em promover a completa dispersão de amostras de solo.

Os valores subestimados de argila no solo irrigado, obtidos pelo método padrão (NaOH 1 mol L^{-1}), podem levar a erros interpretativos, pois, segundo Embrapa (2006), solos com 410 g kg^{-1} de argila são classificados como argilosos. Por sua vez, solos com teor de argila superior a 600 g kg^{-1} são tidos como muito argilosos, o que poderia comprometer práticas de manejo a serem impostas ao solo.

CONCLUSÕES

1. A aplicação, via irrigação, de águas com elevado teor de Ca dificulta a dispersão da fração argila do solo.

2. A análise textural pelo método empregado em laboratório de rotina não promove a dispersão total do solo com elevados teores de Ca.

3. A combinação de pré-tratamento com HCl 1 mol L^{-1} + NaOH 1 mol L^{-1} é eficiente na dispersão de solos com elevado teor de Ca.

LITERATURA CITADA

- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. & GARDNER, W.R. Soil physics. New York, John Wiley & Sons, 1972. 498p.
- CARVALHO, M.A. Eficiência de diferentes dispersantes na análise textural de matérias de solos com horizonte B latossólico e B textural. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1985. 79p. (Tese de Mestrado)
- DONAGEMMA, G.K.; RUIZ, H.; FONTES, M.P.F.; KER, J.C. & SHAEFER, C.E.G.R. Dispersão de Latossolos em resposta à utilização de pré-tratamentos na análise textural. R. Bras. Ci. Solo, 27:765-772, 2003.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FERREIRA, L.; CURTI, N.; FERREIRA, M.M.; LIMA, J.M.; SILVA, M.L.N. & VITORINO, A.C.T. Tipos de dispersantes, forma de agitação e suas relações com a erodibilidade de solos com altos teores de óxidos de ferro. Ci. Agrotec, 26:342-353, 2002.
- FONTES, L.E.F.; SANS, L.M.A. & FONTES, M.P.F. Física do solo – Princípios básicos. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1992. 130p.
- GEE, G.W. & BAUDER, J.W. Particle size analyses. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986. Part 1. p.383-411.
- KHONKE, H. Soil physics. 2.ed. New York, MacGraw Hill, 1969. 224p.
- LINDSAY, W.L. Chemical equilibria in soil. New York, John Wiley & Sons, 1979. 449p.
- MESQUITA, M.G.B.F. Dispersão da fração argila e estabilidade de agregados em função da aplicação de calcário e gesso agrícola em Latossolos da Região dos Campos das Vertentes (MG), cultivados com andropogon e estilósantes. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1992. 112p. (Tese de Mestrado)
- NUNES, W.A.G.A. Efeito da irrigação com água de poços tubulares e do rio Gorutuba sobre propriedades de solos da Região de Janaúba – MG. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2003. 167p. (Tese de Doutorado)
- NUNES, W.A.G.A.; KER, J.C.; RUIZ, H.A.; NEVES, J.C.L.; BEIRIGO, R.M. & BONCOMPANI, A.L.P. Características físicas de solos da Região de Janaúba, MG, irrigados com água de poços tubulares ou do rio Gorutuba. Irriga, 11:107-118, 2006.

- NUNES, W.A.G.A.; KER, J.C.; NEVES, J.C.L.; RUIZ, H.A.; BEIRIGO, R.M. & BONCOMPANI, A.L.P. Características químicas de solos da Região de Janaúba, MG, irrigados com água de poços tubulares e do rio Gorutuba. R. Bras. Ci. Solo, 32:227-236, 2008.
- OLIVEIRA, C.V. Atributos químicos, mineralógicos e micromorfológicos, gênese e uso de solos do Projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 161p. (Tese de Doutorado)
- OLIVEIRA, G.C.; DIAS JÚNIOR, M.S.; VITORINO, A.C.T.; FERREIRA, M. M.; SÁ, M.A.C. & LIMA, J.M. Agitador horizontal de movimento helicoidal na dispersão mecânica de amostras de três Latossolos do Sul e Campos das Vertentes de Minas Gerais. Ci. Agrotec., 26:881-887, 2002.
- RESENDE, M.; FERNANDES, B. & COELHO, D.T. Levantamento de reconhecimento dos solos da Bacia de Irrigação do rio Gorutuba. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1970. 143p.
- RUIZ, H. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). R. Bras. Ci. Solo, 29:297-300, 2005.
- SILVA, E.Z.; LIMA, J.E.F.W.; RODRIGUES, L.N. & AZEVEDO, J.A. Comparação de modelos matemáticos para o traçado de curvas granulométricas. Pesq. Agropec. Bras., 39:63-370, 2004.
- TAVARES FILHO, J. & MAGALHÃES, F.S. Dispersão de amostras de Latossolo Vermelho eutroférico influenciadas por pré-tratamentos para oxidação de matéria orgânica e pelo tipo de agitação mecânica. R. Bras. Ci. Solo, 32:1429-1435, 2008.
- TORMENA, C.A.; ROLOFF, G. & SÁ, J.C.M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. R. Bras. Ci. Solo, 39:301-309, 1998.