

AVALIAÇÃO FÍSICA DO SOLO EM ÁREAS SOB DIFERENTES USOS COM ADIÇÃO DE DEJETOS ANIMAIS NO BIOMA CERRADO

EVALUATION OF PHYSICAL SOIL UNDER DIFFERENT USES IN AREAS WITH ADDED ANIMAL WASTE IN THE CERRADO

**Thalita Mendes RESENDE¹; Emmerson Rodrigues de MORAES²;
Fernando Oliveira FRANCO³; Everton Martins ARRUDA³; José Renato ARAÚJO³;
Douglas da Silva SANTOS³; Elias Nascentes BORGES⁴; Bruno Teixeira RIBEIRO⁴**

1. Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil. thalitamresende@yahoo.com.br; 2. Doutorando no Programa de Pós Graduação em Agronomia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 3. Mestrando no Programa de Pós Graduação em Agronomia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 4. Professor, Doutor, do Instituto de Ciências Agrárias - UFU, Uberlândia, MG, Brasil.

RESUMO: A região do Triângulo Mineiro está inserida no bioma Cerrado, tendo 66,79% da sua área sob Latossolos Vermelhos, que apresentam baixa fertilidade natural e elevados teores de alumínio trocável, exigindo correções e adubações para a inserção destes no processo produtivo. Os atributos físicos do solo são bons indicadores de sua qualidade e permitem o monitoramento de áreas que sofreram algum tipo de interferência, determinando o melhor uso daquele que provoca menor degradação. Diante disso, este trabalho objetivou avaliar a estrutura de um Latossolo Vermelho distrófico numa área de Cerrado na região do Triângulo Mineiro, Uberlândia, MG, sob diferentes usos e recebendo resíduos orgânicos. Com a intervenção da pesquisa, os dejetos gerados nas atividades ligadas à produção animal podem sair da condição de poluidores do meio ambiente para condição de insumos básicos de alto valor agregado para a agricultura, pois, além da ação fertilizante que possuem, apresentam efeitos condicionadores e reparadores de atributos físicos de solos, podendo significar, então, fator de agregação de valor tanto para a atividade de criação intensiva, agricultura e meio ambiente. A transformação do Cerrado nativo em ambientes de produção alterou a estrutura do solo. A conversão para áreas de pastagens e culturas (milho e cana-de-açúcar) diminuiu a macroporosidade e porosidade total e aumentou a densidade do solo. Essa conversão também influenciou o estado de agregação do solo, avaliado pelo aumento da dispersão da fração argila.

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado brasileiro. Sistemas agropecuários. Dejetos animais. Atributos físicos do solo. Qualidade do solo.

INTRODUÇÃO

A região do Cerrado concentra atualmente boa parte da produção agropecuária do Brasil, com uma taxa anual de conversão do uso do solo, entre os anos de 1999 e 2005, de 1,55% (JEPSON, 2005). Em condições naturais, os solos deste bioma possuem bons atributos físicos, no entanto, o uso indiscriminado, principalmente com monoculturas e pastagens extensivas, tem levado à diminuição da qualidade física dos mesmos (GOMES et al., 1982).

A estrutura do solo tem sido considerada um bom indicador de qualidade do solo, por influenciar direta ou indiretamente importantes processos e fenômenos de importância agrônômica e ambiental que ocorrem no solo, como retenção e infiltração de água, susceptibilidade à erosão, aeração, atividade microbiana, dentre outros.

De acordo com Centurion et al. (2007), as modificações que ocorrem na estrutura dos solos do Cerrado oriundas do intenso preparo do solo foram evidenciadas por alterações nos valores de densidade do solo, porosidade total, porosidade de

aeração, armazenagem e disponibilidade de água às plantas, assim como a consistência e a máxima compactabilidade do solo.

Cavenage et al. (1999) verificou em estudo que o uso intensivo dos Latossolos Vermelho no nordeste do Estado de São Paulo com a cana-de-açúcar, com preparo superficial excessivo e queima dos resíduos, modificou significativamente as propriedades físicas do solo. As principais alterações foram evidenciadas pela diminuição do volume de macroporos, do tamanho de agregados, da taxa de infiltração de água no solo e pelo aumento da resistência à penetração de raízes e da densidade do solo.

O desenvolvimento da estrutura do solo necessita primordialmente da atração das partículas primárias que compõe o solo (argila, silte e areia). Esse processo é denominado de agregação do solo, sendo influenciado por agentes de ligação, como a matéria orgânica, pela atividade de microrganismos, ação de raízes, ciclos de umedecimento e secagem. Sendo a floculação das partículas do solo o primeiro passo para que ocorra agregação, qualquer prática

que altere o balanço de cargas elétricas no solo irá afetar a estrutura do solo.

O sistema intensivo de uso e manejo do solo pode alterar seus atributos físicos, ocasionar degradação e perda da qualidade do solo, e causar prejuízo para a sua sustentabilidade. Os atributos físicos do solo são bons indicadores de sua qualidade e permitem o monitoramento de áreas que sofreram algum tipo de interferência, determinando o melhor uso daquele, que provoca menor degradação. Entre esses atributos, destacam-se a densidade do solo, a porosidade, a resistência mecânica do solo à penetração, a estabilidade de agregados e a infiltração de água no solo, considerando também a classe textural. Esse tipo de avaliação é bastante usado para medir-se a evolução da estrutura de um dado solo quando submetido a diferentes sistemas de manejo (SOUZA, 2005).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a estrutura do solo de um solo típico de Cerrado sob diferentes usos e recebendo resíduos orgânicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização da área experimental

Foi selecionada uma área de Cerrado na região do Triângulo Mineiro, Uberlândia, MG, sob Latossolo Vermelho distrófico, textura média, sob diferentes usos: (1) Cerrado nativo; (2) Área de *Brachiaria decumbens*; (3) Área de *Panicum maximum* var. Mombaça; (4) Área de *Panicum maximum* var. Tanzânia; (5) Área de *Cynodon spp.* (Tifton); (6) Área de milho cultivada; (7) Área de cana-de-açúcar, como apresentado na Tabela 1.

A área está situada entre as coordenadas 18°52'11" e 18°51'58" S e 48°33'08" e 48°33'06" W, e a uma altitude média de 830 m. O clima é do tipo Cwa (Classificação de Köppen), temperado chuvoso (mesotérmico), com inverno seco e verão chuvoso (ANTUNES, 1986), temperatura média anual de 20,5°C e precipitação média anual entre 1.500 e 1.600 mm (SILVA et al., 2008).

Tabela 1. Áreas selecionadas para pesquisa

Áreas	Histórico
Cerrado Nativo (12 ha)	Área preservada de vegetação natural, localizada adjacente ao experimento utilizada como tratamento controle.
Braquiária (4,0 ha)	Área de <i>Brachiaria decumbens</i> (Braquiária) com sinais de degradação, não recebendo adubação ao longo dos anos.
Mombaça (7,0 ha)	Área de <i>Panicum maximum</i> Jacq vr. (Mombaça), recebendo nos últimos dois anos, aproximadamente, 800 m ³ ha ⁻¹ de dejetos de suínos, aplicados a lanço de forma parcelada.
Tanzânia (8,5 ha)	Área de <i>Panicum maximum</i> Jacq vr. (Tanzânia) recebendo nos últimos dois anos, aproximadamente, 800 m ³ ha ⁻¹ de dejetos de suínos, aplicados a lanço de forma parcelada.
Tifton (6,1 ha)	Área de <i>Cynodon spp.</i> (Tifton), recebendo nos últimos dois anos, aproximadamente, 800 m ³ ha ⁻¹ de dejetos de suínos, aplicados a lanço de forma parcelada.
Milho (22,0 ha)	Área cultivada por dois anos sob sistema de semeadura convencional e com adubação mineral N-P-K no sulco de plantio e adubação nitrogenada de cobertura, seguindo as exigências da cultura e as deficiências apresentadas na análise de solo.
Cana-de-açúcar (23 ha)	Área de produção no segundo ano de soqueira, sendo o solo preparado com subsolagem, grade aradora e niveladora na implantação da cultura, nesses últimos dois anos (cana-soca) vêm recebendo 8 Mg ha ⁻¹ de cama de frango, aplicados a lanço de forma parcelada.

Coleta das amostras de solo

Em cada área selecionada foram coletadas, em triplicata, amostras deformadas e indeformadas nas camadas 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm. A amostragem foi manual com uso de um enxadão e uma pá-reta, realizando abertura em trincheiras com dimensões de aproximadamente 10 x 50 x 25 cm.

As amostras deformadas coletadas com uso de enxadão e pá-reta em mini-trincheiras

destinaram-se para determinação da argila dispersa em água, argila total e textura (Tabela 2). As amostras indeformadas foram coletadas utilizando-se anéis volumétricos com auxílio de amostrador tipo Uhland para determinação da densidade do solo (Ds), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi) e porosidade total (Pt). Todas as determinações foram realizadas de acordo com a metodologia da Embrapa (1997).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F) e as diferentes áreas comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de

probabilidade, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2008).

Tabela 2. Valores da análise granulométrica perante as diversas áreas manejadas (camada 0-20 cm)

Área	TEXTURA (g.kg ⁻¹)			Classe textural
	Areia	Silte	Argila	
Cerrado Nativo	758,11	37,22	212,22	Franco Argilo Arenoso
Braquiária	726,67	32,67	242,67	Franco Argilo Arenoso
Mombaça	349,78	46,00	613,89	Argiloso
Tanzânia	273,11	76,56	651,67	Argiloso
Tifton	692,00	21,56	289,11	Franco Argilo Arenoso
Milho	621,89	39,56	318,78	Franco Argilo Arenoso
Cana-de-açúcar	741,78	43,00	215,56	Franco Argilo Arenoso

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram observadas diferenças entre as áreas quanto aos atributos analisados apenas na camada de 0-20 cm, como apresentado na Tabela 3. Observa-se que as áreas de pastagem e culturas (milho e cana-de-açúcar) apresentaram menores valores de macroporosidade, comparativamente ao Cerrado nativo. A porosidade do solo está relacionada, dentre outros, com a estrutura do solo e textura do solo. De maneira geral, solos mais arenosos apresentam maior macroporosidade que solos argilosos. Nesse contexto, salienta-se que as áreas estudadas apresentaram diferentes teores de argila, silte e areia, o que afeta a comparação dos diferentes usos do solo. Todavia, nota-se que o cerrado nativo e a área de cana-de-açúcar apresentaram teores aproximados de argila, silte e areia, o que nos permite inferir que houve alteração na estrutura do solo, avaliada pela redução da

macroporosidade quando da transformação do cerrado para cultivo de cana-de-açúcar. A macroporosidade do solo (poros > 0,05 mm) tem a função de drenagem do solo e, conseqüentemente, com a permeabilidade do solo e susceptibilidade à erosão.

Em solos arenosos há predominância de macroporos, enquanto que em solos argilosos a tendência é predominar microporos (BAVER et al., 1972; HILLEL, 1980; REINERT, REICHERT, 2006). De modo geral, os solos arenosos possuem porosidade total na faixa de 0,32 a 0,47 m³ m⁻³, enquanto os solos argilosos variam de 0,52 a 0,61 m³ m⁻³ e os solos francos um valor intermediário (REICHARDT; TIMM, 2004).

Nas áreas de pastagem, além da diferença na textura do solo, a taxa de lotação e o sistema de pastejo podem ter influenciado a porosidade do solo, porém o efeito desses últimos não foi avaliado no presente trabalho.

Tabela 3. Macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds), da camada 0-20 cm de Latossolo Vermelho distrófico sob diferentes usos

Área ¹	Ma ² (cm ³ cm ⁻³)	Mi ³ (cm ³ cm ⁻³)	Pt ⁴ (cm ³ cm ⁻³)	Ds ⁵ (g.cm ⁻³)
Cerrado Nativo	0,26 a	0,23 b	0,49 a	1,49 ab
Braquiária	0,13 b	0,28 b	0,41 abc	1,57 ab
Mombaça	0,09 b	0,39 a	0,48 ab	1,34 ab
Tanzânia	0,04 b	0,38 a	0,42 abc	1,34 ab
Tifton	0,05 b	0,23 b	0,29 c	1,74 a
Milho	0,11 b	0,32 ab	0,43 abc	1,30 b
Cana-de-açúcar	0,10 b	0,24 b	0,34 bc	1,58 ab
CV(%)	32,17	10,73	12,21	10,63

¹ Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); ² Macroporosidade; ³ Microporosidade; ⁴ Porosidade Total; ⁵ Densidade do solo.

Com relação à microporosidade observa-se que as áreas de capim Mombaça e Tanzânia

apresentaram valores maiores, o que pode estar relacionado aos seus maiores teores de argila.

Quando se compara as áreas sob cerrado nativo e de cana-de-açúcar, as quais apresentam a mesma classe textural, observa-se que a mudança no uso do solo não afetou a microporosidade. Araújo et al. (2004), Reinert e Reichert (2006) afirmam que a microporosidade é altamente influenciada pela textura do solo.

Com relação à densidade do solo, foi observado que a área de capim Tifton apresentou maior valor, evidenciando que se trata de um solo mais compactado se comparado às demais áreas. A Ds também é afetada pela textura do solo – solos mais arenosos são mais facilmente compressíveis e atingem maiores valores de Ds. O uso principal da densidade do solo é como indicador da compactação, sendo medidos pelas alterações da estrutura e porosidade do solo. A densidade do solo tende a aumentar com o aumento da profundidade no perfil, isto se deve, provavelmente, ao menor teor de matéria orgânica, menor agregação, pouca quantidade de raízes e compactação causada pela massa das camadas superiores (REINERT; REICHERT, 2006).

De maneira geral, com relação à porosidade total, considera-se um solo ideal aquele que apresenta 50% do seu volume total como sendo espaço poroso (CAMARGO; ALLEONI, 1997). Nota-se que o cerrado nativo apresentou um valor de porosidade total de $0,49 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ – valor bem próximo do considerado ideal. De maneira geral, observa-se uma tendência de diminuição da porosidade total com a transformação do cerrado nativo, reduzindo significativamente na área de Tifton, a qual, conseqüentemente, apresentou o maior valor de densidade do solo. Pode-se atribuir

este fato ao não revolvimento do solo e/ou à ausência de rotação de culturas com sistema radicular mais profundo, pois nessa área observou-se um predomínio de gramíneas com sistema radicular mais superficial. Além disso, esta gramínea possui uma menor tolerância ao pisoteio animal.

Araújo et al. (2004), trabalhando com mata nativa (Floresta estacional semidecidual) e com solo cultivado (milho, aveia, sorgo, soja e mandioca) por cerca de 20 anos, utilizando sistema convencional de preparo do solo, afirmam que os valores de macroporos e de porosidade total do solo foram significativamente menores no solo cultivado em comparação com os do solo sob mata nativa. Em relação aos microporos, estes autores não encontraram diferença significativa entre os dois sistemas estudados. Salientam que a microporosidade do solo é fortemente influenciada pela textura e pelo teor de carbono orgânico e muito pouco influenciada pelo aumento da densidade do solo, originada do tráfego de máquinas e implementos.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados de argila dispersa em água e do grau de floculação, como forma de avaliação do estado de agregação do solo. Os valores de ADA são influenciados, dentre outros fatores, pelo teor total de argila do solo. Nesse sentido e, especificamente neste trabalho, comparações quanto ao tipo de uso do solo sobre os valores de ADA são pertinentes para áreas com mesmo teor de argila total. Para camada de 0-20 cm observa-se que os maiores valores de ADA foram obtidos para a área de capim mombaça e cana-de-açúcar.

Tabela 4. Valores médios de Argila dispersa em água (ADA) e grau de floculação (GF) ambos em g kg^{-1} nas áreas sob diferentes manejos

Áreas ¹	ADA ²	GF ³	ADA	GF	ADA	GF	Média GF
	0 – 20		20 – 40		40 – 60		
Cerrado Natural	11,59 b A	0,94	15,55 c A	0,93	17,21 b c A	0,93	0,93 bc
Braquiária	17,61 b A	0,92	22,24 b c A	0,91	25,71 b A	0,91	0,91 c
Mombaça	37,55 a A	0,89	44,59 a A	0,88	40,08 a A	0,87	0,88 c
Tanzânia	11,39 b A	0,98	15,13 c A	0,98	18,09 b c A	0,98	0,98 a
Tifton	12,15 b A	0,96	19,64 b c A	0,94	16,42 b c A	0,94	0,94 b
Milho	15,93 b B	0,94	29,29 b A	0,91	28,77 b A	0,92	0,93 bc
Cana-de-açúcar	38,76 a A	0,81	47,45 a A	0,77	47,11 a A	0,79	0,79 d
Média GF		0,92 A		0,90 B		0,90 B	

¹ Médias seguidas de letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); ² ADA = Argila dispersa em Água; ³ GF = Grau de Floculação.

As áreas mais argilosas são capim Mombaça e Tanzânia, contudo, o valor de ADA na área de capim Tanzânia é significativamente inferior

($P < 0,05$), resultando em um grau de floculação maior. Diante disso, infere-se para uma mesma condição de solo e de recebimento de dejetos, a área

de capim Tanzânia está contribuindo para maior floculação da fração argila e, conseqüentemente, para maior agregação do solo.

Outra comparação interessante diz respeito ao cerrado nativo e a área de cana-de-açúcar. Ambas apresentam a mesma quantidade de argila, silte e areia. Contudo, a área de cana-de-açúcar apresentou maior valor de ADA e menor grau de floculação, evidenciando o efeito da transformação de ambientes naturais em ambientes de produção. Isso provavelmente se deve às operações de preparo do solo para o cultivo da cana-de-açúcar, as quais contribuíram para destruição dos agregados do solo. Quando há o revolvimento do solo fragmenta seus agregados e reduz o grau de floculação da argila (ELTZ; PEIXOTO; JASTER, 1989; PRADO; CENTURION, 2001).

As mesmas observações e comparações realizadas anteriormente são válidas para as camadas 20-40 cm e 40-60 cm. No entanto, observa-se que a ADA e o grau de floculação na área de milho na camada de 0-20 cm não diferiram das áreas de cerrado natural, Braquiária, Tanzânia e Tifton, mas nas camadas de 20-40 cm e 40-60 cm o valor de ADA para área de milho foi significativamente superior às demais áreas mencionadas. Entretanto, o grau de floculação foi o mesmo para todas as áreas, o que nos permite inferir que o maior valor de ADA para área de milho nessas camadas se deve ao fato de ser uma área com conteúdo total de argila maior. Outra observação importante é que para todos os tipos de uso do solo estudados não houve diferença significativa dos

valores de ADA nas camadas, exceto para a área de milho, onde ADA nas camadas de 20-40 cm e 40-60 cm foi significativamente inferior ao da camada 0-20 cm. Maiores valores de ADA em superfície podem estar relacionadas com o maior conteúdo de matéria orgânica atuando como agente de cimentação e floculação das partículas de argila. Spera et al. (2008) estudando dispersão de argila em microagregados de solo incubado com calcário, perceberam que a dispersão de argila mostrou-se dependente, dentre outros, do teor de matéria orgânica. Nesse contexto, infere-se que, com exceção ao milho, os demais tipos de uso do solo estudados estão contribuindo para maior floculação da fração argila em profundidade.

CONCLUSÕES

A transformação do Cerrado nativo em ambientes de produção alterou a estrutura do solo.

A conversão para áreas de pastagens e culturas (milho e cana-de-açúcar) diminuiu a macroporosidade e porosidade total e aumentou a densidade do solo.

A conversão também influenciou o estado de agregação do solo, avaliado pelo aumento da dispersão da fração argila.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Agropecuária Xapetuba por ceder sua propriedade para coleta das amostras.

ABSTRACT: The region of Mining Triangle is inserted in the Cerrado, with 66.79% of its area under Oxisols Reds, who have low natural fertility and high levels of exchangeable aluminum, requiring correction and fertilization for insertion in the production process. The physical attributes of the soil are good indicators of its quality and permits monitoring of areas that suffered some type of interference, determining the best use of that which causes less degradation. Therefore, this study aimed to evaluate the structure of an Oxisol in the Cerrado area in the region of Minas Gerais, Uberlândia, MG, under different uses and receiving organic wastes. With the intervention of the research, wastes generated in the activities related to animal production can leave the condition of polluting the environment to the condition of basic materials of high added value for agriculture, therefore, beyond action fertilizer that are present and conditioning effects repair of physical attributes of soils, could mean, then, a factor of adding value both for the activity of intensive rearing, agriculture and environment. The transformation of the native savannah in production environments changed the soil structure. The conversion to pasture areas and crops (corn and sugar cane) decreased macroporosity and increased soil density. This conversion also influenced the state of aggregation of soil, measured by the increase in the dispersion of clay fraction.

KEYWORDS: Brazilian Cerrado. Agricultural systems. Animal wastes. Soil physical characteristics. Soil quality.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 138, p. 9-13, jul. 1986.

ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, Mar./Apr., 2004.

BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Soil physics**. New York: J. Wiley, 1972. 498 p.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.

CAVENAGE, A.; MORAES, M. L. T.; ALVES, M. C.; CARVALHO, M. A. C.; FREITAS, M. L. M.; BUZETTI, S. Alterações nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 997-1003, 1999.

CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; ARATANI, R. G.; ETZNER, A. F. M.; BEUTLER, A. N.; ANDRIOLI, I. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 31, p. 199-209, 2007.

ELTZ, F. L. F.; PEIXOTO, R. T. G.; JASTER, F. Efeitos de sistema de preparo do solo nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Bruno Álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 259-267, 1989.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solos**, 2ª edição, CNPS, Rio de Janeiro, 1997. 212p

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Campinas, v. 6, p. 36 – 41, 2008.

GOMES, I. A. et al. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade e aptidão agrícola dos solos do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro: EMBRAPA. SNLCS, 1982. 526 p. (Boletim de Pesquisa).

HILLEL, D. **Fundamentals of soil physics**. New York: Academic, 1980. 413 p.

JEPSON, W. A disappearing bioma? Reconsidering land-use cover change in the Brazilian savanna. **The Geographical Journal**, v. 171, n. 2, p. 99-111, 2005.

PRADO, R de M.; CENTURION, J. F. Alterações na cor e no grau de flocculação de um Latossolo Vermelho-Escuro sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 1, Jan., 2001 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2001000100024&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 Jan. 2009. doi: 10.1590/S0100-204X2001000100024.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, Planta e Atmosfera: Conceitos Processos e Aplicações**. São Paulo: Manole, 2004. 478 p.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades Físicas do Solo**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, 2006. 18p.

SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H. B. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 40, n. 11, Nov. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?>>. Acesso em: 20 Jan.2009. doi: 10.1590/S0100-204X2005001100012.

SPERA, S. T.; DENARDIN, J. E.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; SANTOS, H. P. dos; FIGUEROA, E. A. Dispersão de argila em microagregados de solo incubado com calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, Número Especial, 2613-2620, 2008.