

# PROPRIEDADES FÍSICAS E MATÉRIA ORGÂNICA DE UM LATOSSOLO VERMELHO SOB SISTEMAS DE MANEJO E CERRADO NATIVO

## *PHYSICAL PROPERTIES AND ORGANIC MATTER IN A RED LATOSOL UNDER MANAGEMENT SYSTEMS AND NATIVE CERRADO*

**Cícero Célio FIGUEIREDO<sup>1</sup>; Maria Lucrécia Gerosa RAMOS<sup>2</sup>; Rodrigo TOSTES<sup>3</sup>**

1. Doutorando em Agronomia, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil. [cceliofigueiredo@yahoo.com.br](mailto:cceliofigueiredo@yahoo.com.br); 2. Professora, PhD, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil; 3. Graduando em Agronomia, Faculdade de Ciências e Tecnologias de Unai, Unai, MG, Brasil.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi estudar alguns atributos físicos e os teores de matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob cerrado nativo, cerrado recém-revolvido, plantio direto, pastagem reformada e pastagem degradada. Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas na camada de 0 a 0,1 m e determinadas as densidades do solo e de partículas, a porosidade total, os teores e o armazenamento de água e os teores de matéria orgânica. Os resultados foram submetidos à análise estatística, com comparação de médias pelo teste t. O solo sob plantio direto apresentou melhores condições físicas e maiores teores de matéria orgânica do que os solos sob pastagem, bem como melhor armazenamento de água na camada de solo de 0 a 0,10 m. O revolvimento do solo causou diminuição dos teores de matéria orgânica e da capacidade de armazenamento de água no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Plantio direto. Pastagem. Manejo. Matéria orgânica.

### INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é considerado a savana de maior biodiversidade vegetal do mundo e abrange uma área de 204 milhões de hectares. Mesmo com essa enorme extensão de terra que está sendo usada, a produtividade das culturas ainda é, em média, baixa, apesar dos avanços tecnológicos conquistados nas últimas três décadas. Isso se deve à falta de harmonia no uso de sistemas de manejo dos solos, que são facilmente degradados, resultando em queda de produtividade, perdas de carbono orgânico, degradação da estrutura do solo, erosão e contaminação dos rios da região (RESCK, 1997).

Com a predominância dos Latossolos, no Cerrado, os solos são fortemente intemperizados e caracterizados por baixa fertilidade natural. A matéria orgânica (MO) é fundamental para elevar a CTC e, conseqüentemente, favorecer a ciclagem de nutrientes, evitar mudanças bruscas de pH e manter uma boa agregação das partículas do solo (SILVA; RESCK, 1997).

A importância da matéria orgânica nos solos é abrangente. Sua atuação se dá tanto na melhoria das condições físicas, como na aeração, na maior retenção e armazenamento de água, quanto nas propriedades químicas e físico-químicas, no fornecimento de nutrientes às plantas e na maior capacidade de troca catiônica do solo (CTC), além de proporcionar um ambiente adequado ao estabelecimento e à atividade da microbiota. Em trabalho pioneiro de Lopes e Cox (1977), utilizando

resultados de 518 amostras representativas de solos do bioma Cerrado, foi verificado que o conteúdo de MO variou de 0,7 a 6,0 dag.kg<sup>-1</sup>, com uma mediana de 2,2 dag.kg<sup>-1</sup>. Os autores verificaram ainda que 60% das amostras apresentaram conteúdo entre 1,5 e 3,0 dag.kg<sup>-1</sup>, com 17% das amostras abaixo e 23% acima daquela faixa. De acordo com Silva e Resck (1997), a maior porção da CTC dos solos das regiões tropicais, incluindo os solos de Cerrado, é proveniente da MO.

Pastagens sob diferentes formas de condução e lavouras sob plantio direto constituem a principal forma de uso agrícola dos solos na região Noroeste de Minas Gerais. Além de influenciarem a matéria orgânica, os sistemas de manejo promovem alterações nas propriedades físicas do solo (SILVA; RESCK, 1997). Os impactos do uso e do manejo na qualidade física do solo têm sido quantificados utilizando-se diferentes propriedades físicas relacionadas com a forma e com a estabilidade estrutural do solo, tais como: densidade do solo (STONE; SILVEIRA, 2001; SOUZA et al., 2005), porosidade do solo (OLIVEIRA et al., 2001; SOUZA et al., 2005), além da disponibilidade de água (OLIVEIRA et al., 2004). A introdução de sistemas agrícolas em substituição às florestas causa um desequilíbrio no ecossistema, modificando as propriedades do solo, cuja intensidade varia com as condições de clima, usos e manejos adotados e a natureza do solo. Com o uso intensivo dos solos, geralmente ocorre a deterioração das suas propriedades físicas. Modificações na densidade e na porosidade do solo podem variar

consideravelmente, dependendo da textura, dos teores de matéria orgânica do solo e da frequência de cultivo (ARAÚJO et al., 2004).

A degradação das pastagens é um dos maiores problemas da pecuária do Brasil na atualidade. Estima-se que 80% dos 50 a 60 milhões de hectares de pastagens cultivadas do Brasil Central, que respondem por 55% da produção de carne nacional, encontram-se em algum estágio de degradação. Este problema afeta diretamente a sustentabilidade da pecuária. Considerando apenas a fase de recria e engorda de bovinos, a produção animal em uma pastagem degradada pode ser seis vezes inferior à de uma pastagem recuperada ou em bom estado de manutenção (MACEDO et al., 2006).

De acordo com Resck (2001), nas últimas três décadas, tem ocorrido grande aumento da atividade agrícola nos trópicos, particularmente no Cerrado, onde a vegetação nativa cedeu lugar às extensas áreas cultivadas para a produção de alimentos, carne, fibra e energia. Nesse processo, têm sido utilizados diferentes usos e sistemas de manejo do solo, o que resulta em maiores ou menores estoques de carbono no solo.

Em áreas nativas de Cerrado cerca de 80% do carbono encontra-se na matéria orgânica do solo (ROSCOE, 2002). Essa constatação sugere que atividades agrícolas que alteram esses estoques podem ter profundos efeitos sobre a ciclagem biogeoquímica no sistema.

Muitos estudos têm demonstrado que o plantio direto aumenta os estoques de carbono orgânico do solo em comparação ao preparo convencional, sendo este efeito restrito às camadas superficiais (BAYER et al., 2004).

A adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo, como o plantio direto, tem sido apresentada como uma opção para assegurar a sustentabilidade do uso agrícola dos Latossolos no Brasil. Entretanto, é frequente o uso de sistema de cultivo denominado convencional, que, basicamente, consiste no uso excessivo de arados e grades no preparo do solo, especialmente a grade aradora, que diminui a estabilidade dos agregados, causando sua desestruturação. A reestruturação do solo depende do sistema de manejo que será usado no preparo do mesmo (SILVA et al., 2000).

Este trabalho tem por objetivo estudar algumas propriedades físicas e o teor de matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob cerrado nativo, cerrado recém-revolvido, plantio direto e pastagens degradadas e cultivadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletadas na Fazenda União, localizada a 70 km da cidade de Unaí-MG, cujas coordenadas geográficas são 15°59'53,57"S e 46°38'55,93"W, em setembro de 2005. O solo das áreas amostradas, que são adjacentes, foi classificado como Latossolo Vermelho textura argilosa (EMBRAPA, 1997). Os contrastes avaliados foram: área sob cerrado nativo (Cerrado), vizinha às demais áreas e escolhida como área não perturbada, de referência; área de cerrado nativo recém-revolvido (1 ano) com aração e gradagem para introdução de áreas agrícolas (Revolvido); área sob plantio direto há seis anos com rotação de culturas, utilizando-se milho no verão e feijão no inverno (Plantio Direto); área sob pastagem degradada com pasto há 12 anos (Pastagem Degradada) e área sob pastagem há 12 anos, degradada e reformada em 2004, com aplicação de calcário e super simples, juntamente com nova semeadura na área com *Brachiaria* (Pastagem Reformada). Todas as áreas estão submetidas às mesmas precipitações pluviométricas.

Para a realização da amostragem, foram selecionadas parcelas dentro das áreas estudadas. Em cada sistema de manejo, as amostras, com cinco repetições, foram coletadas na diagonal das parcelas que eram de formato retangular, medindo 100 x 50 m. Os pontos de amostragem eram distanciados em 17 m entre si. Utilizou-se um trado de anéis de volume médio igual a 266,13 cm<sup>3</sup> na camada de 0,0 a 0,1 m para a determinação da densidade do solo, umidade gravimétrica, umidade volumétrica, porosidade total e água armazenada. Para determinação da densidade de partícula e matéria orgânica, foram coletadas amostras deformadas na mesma profundidade.

As análises foram realizadas no Laboratório de Solos da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Unaí (FACTU), cuja metodologia e cálculos dos resultados das análises foram realizados de acordo com Embrapa (1997).

A matéria orgânica (MO) total foi determinada pela oxidação via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico, seguida da titulação com sulfato ferroso amoniacal (WALKLEY; BLACK, 1934).

A densidade do solo (DS) foi determinada pela razão entre a massa do solo seco em estufa a 105°C e o volume da amostra (do anel) ou volume total e expresso em Mg m<sup>-3</sup> (VOMOCIL, 1965).

A densidade de partículas (DP) foi determinada pelo método do balão volumétrico, utilizando-se álcool etílico como líquido penetrante, para determinação do volume de sólidos da amostra, expresso Mg m<sup>-3</sup> (EMBRAPA, 1997).

A porosidade total (PT) foi calculada utilizando-se os valores da densidade do solo (DS) e da densidade de partículas (DP), através da equação proposta por Vomocil (1965). Os resultados são expressos em  $m^3 m^{-3}$  ou em %.

A umidade volumétrica (UV) foi determinada pela relação entre o volume de água da amostra, considerando a densidade da água igual a  $1 g.cm^{-3}$ , e o volume total da amostra, expresso em  $m^3 m^{-3}$  (UHLAND, 1951).

A água armazenada (Az) foi determinada multiplicando-se a umidade volumétrica média pela espessura da camada do solo considerada, com os resultados expressos em mm (REICHARDT, 1978).

A comparação dos tratamentos para as variáveis analisadas foi feita pelo teste t para amostras independentes (HATCHER; STEPANSKI, 1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Matéria Orgânica (MO)

Conforme se verifica na Tabela 1, o teor de matéria orgânica no plantio direto não diferiu do encontrado no solo sob cerrado nativo. Estes sistemas apresentaram teores de matéria orgânica ( $2,47 dag.kg^{-1}$  e  $2,42 dag.kg^{-1}$ , respectivamente)

superiores aos encontrados nas áreas sob cerrado revolvido ( $1,46 dag.kg^{-1}$ ), pastagem reformada ( $2,00 dag.kg^{-1}$ ) e pastagem degradada ( $2,10 dag.kg^{-1}$ ). Esses valores estão dentro da faixa dos teores de MO encontrada por Lopes e Cox (1977), em trabalho pioneiro para solos da região dos cerrados, cuja mediana foi de  $2,2 dag.kg^{-1}$ . Souza e Alves (2003) realizaram trabalho em solo sob plantio direto que apresentou maiores teores de MO do que sob pastagem degradada. Heringer et al. (2002) encontraram valores elevados de MO em solos sob pastagem reformada, com variação de 5,9 a  $7,9 dag.kg^{-1}$ . Apesar destes elevados valores, essas diferenças são justificadas pelas condições de clima sub-tropical do Sul do Brasil, que favorecem o acúmulo de matéria orgânica pelas menores taxas de decomposição da mesma.

A derrubada da vegetação do cerrado e o revolvimento do solo ocasionaram perdas significativas dos teores de matéria orgânica na camada superficial do solo. Em relação ao cerrado nativo, essa perda foi de aproximadamente 40%. O plantio direto apresentou-se como o sistema que mais se aproxima do cerrado nativo, quanto aos teores de matéria orgânica na camada superficial do solo.

**Tabela 1.** Matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo na profundidade de 0,0-0,10 m.

Sistemas de manejo	M.O ( $dag kg^{-1}$ )
Cerrado	2,42a
Cerrado Revolvido	1,46c
Plantio Direto	2,47a
Pastagem Reformada	2,00b
Pastagem Degradada	2,10b

\* valores seguidos de letras diferentes na coluna indicam diferença estatística pelo teste t (0,05).

Corazza et al. (1999) não encontraram diferenças entre os sistemas sob plantio direto e sob pastagem quanto aos conteúdos de carbono no solo, nas condições de Cerrado. Em estudo sobre teores e estoques de carbono em solos sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado, Freitas et al. (2000) também não encontraram diferenças nos teores de carbono nos manejos estudados (pastagens cultivadas e degradadas, plantio direto e convencional e vegetação nativa). De acordo com Corazza et al. (1999) além do plantio direto, a pastagem representa um sistema alternativo para o aumento dos teores de matéria orgânica do solo no Cerrado.

Há, entretanto, conforme as condições climáticas e o sistema de condução (rotação de culturas e adubação), diferenças nos teores de

matéria orgânica apresentados por esses sistemas de manejo.

A superioridade no teor de matéria orgânica do solo sob plantio direto nesse estudo pode ser explicada pela profundidade da camada de amostragem considerada (0 a 0,10 m), já que, de acordo com Oliveira et al. (2002), a matéria orgânica que se acumula em solos sob plantio direto é resultante, principalmente, da decomposição dos resíduos vegetais depositados na superfície do solo e das raízes provenientes das plantas de cobertura e de culturas comerciais. Essa acumulação, porém, é mais acentuada nas camadas superficiais. Por outro lado, a grande contribuição da matéria orgânica das pastagens é proveniente do sistema radicular dessas plantas, distribuindo-se pelas camadas de solo exploradas pelas suas raízes (DIAS FILHO, 2005).

### Densidade de Partículas (DP) e Densidade do Solo (DS)

Os valores de densidade de partículas não se diferiram entre os sistemas estudados (Tabela 2). Esses resultados eram esperados, já que, de acordo com Brady (1989), a densidade de partículas depende da natureza do material mineral predominante, portanto, apresentando pouca ou nenhuma diferença para a mesma classe de solo.

Os valores para DS variaram de  $1,36 \text{ Mg.m}^{-3}$  a  $1,60 \text{ Mg.m}^{-3}$  (Tabela 2). Esses valores estão dentro da faixa encontrada em trabalhos em diferentes classes de solos sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado (SOUZA; ALVES, 2003; ARAÚJO et al., 2004; SOUZA et al., 2005).

Souza e Alves (2003) estudando o efeito de sistemas de manejo nas propriedades físicas de um Latossolo no Cerrado encontraram valores de DS na camada de 0 a 0,10 m superiores no solo sob pastagem degradada, seguida por plantio convencional (com aração e gradagem) e por semeadura direta. Neste estudo, os menores valores de DS foram verificados no solo sob cerrado nativo e revolvido. No sistema de plantio direto, a tendência do aumento da densidade do solo em relação ao cerrado nativo, nos primeiros anos do sistema, pode dever-se ao arranjo natural que o solo tende a apresentar quando deixa de ser submetido à manipulação. Nesse sistema é comum verificar-se um aumento na densidade do solo, porém este adensamento é contrabalançado pelo aumento do teor de matéria orgânica, da atividade biológica e da agregação, resultando inclusive em melhores condições físicas do solo do que as anteriores (AMADO et al., 2006). O aumento da densidade do solo em lavouras sob plantio direto foi verificado por vários autores podendo ser considerado como uma consequência normal do plantio direto, não sendo a produtividade, muitas vezes, afetada. De acordo com Reinert et al. (2006), esse aspecto pode estar relacionado à maior estabilidade e continuidade dos poros e a presença de poros biológicos (principalmente no sentido vertical), que afetam a aeração do solo, a infiltração de água e a penetração de raízes.

De acordo com Souza et al. (2005), o aumento excessivo da densidade do solo acarreta diminuição do volume total de poros, redução da permeabilidade e da infiltração de água, quebra dos agregados e aumento da resistência mecânica à penetração, o que ocasiona prejuízo à qualidade física do solo.

### Porosidade Total (PT)

Quanto à PT, houve diferença entre os sistemas estudados, sendo que, sob cerrado nativo e

sob cerrado recém-revolvido, o solo apresentou maior valor de PT do que sob os demais sistemas. Sob plantio direto e pastagem degradada foram verificados os menores valores de PT (Tabela 2).

Quando se passou do cerrado nativo para os sistemas cultivados houve redução na PT de 23,8%, 14,2% e 21,4% para plantio direto, pastagem reformada e pastagem degradada, respectivamente. De maneira geral, os resultados encontrados neste trabalho corroboram os encontrados por Tormena et al. (1998) e Souza et al. (2005), que verificaram reduções na porosidade total quando se passa de áreas não cultivadas para áreas sob cultivo. No trabalho de Souza et al. (2005), por exemplo, essa redução foi de 19% para o solo sob pastagem, quando comparado com o cerrado nativo. Esses resultados demonstram perda da qualidade do solo, já que interferem no desenvolvimento do sistema radicular das culturas e exigem maiores cuidados com os sistemas de manejo adotados nos processos de uso da terra.

### Umidade e Água Armazenada (Az)

O solo sob plantio direto apresentou melhores condições de armazenamento de água do que os demais sistemas, conforme demonstrado pelos maiores valores de umidade volumétrica e conseqüentemente de água armazenada (Tabela 2). Entre os sistemas sob pastagem, verifica-se uma maior lâmina de água (26,1 mm) no solo sob pastagem reformada do que sob pastagem degradada (21,7 mm) (Tabela 2). Esses resultados demonstram que, na camada de 0 a 0,10 m de solo, o armazenamento de água é variável de acordo com o sistema de manejo adotado, sendo que a condição de degradação da pastagem causa diminuição na capacidade de armazenamento de água, já que todas as áreas amostradas encontravam-se sob as mesmas condições de precipitação pluviométrica. Bono et al. (1996) concluíram que os sistemas de melhoramento de pastagens nativas com *Brachiaria brizantha* em Latossolo, utilizando-se calagem e adubação fosfatada, promoveram melhorias nas condições do solo, verificadas através de diminuição das perdas de solo por erosão e conseqüente melhoria no armazenamento de água. Nesse sentido, Heringer et al. (2002), estudando diferentes sistemas de manejo de pastagens, verificaram que os sistemas de produção melhorados com calagem e adubação promoveram maiores teores de umidade volumétrica e conseqüentemente maior armazenamento de água na camada de 0 a 0,15 m do solo, quando comparado com pastagens sem melhoramento e que sofrem a prática da queimada há mais de 100 anos. Esses resultados demonstram que as práticas de melhoria do solo através de adubação e correção,

com conseqüente aumento da cobertura vegetal, promovem um ambiente mais propício para a formação de uma estrutura adequada para o armazenamento de água nesses solos.

O solo da área recém-revolvida, com degradação da estrutura do solo, apresentou o menor valor de Az (15,6 mm), entre os sistemas estudados. Esse valor significa uma redução de 46,6% e 40,2% na capacidade de armazenamento de água, quando comparado com os sistemas sob plantio direto e sob

pastagem reformada, respectivamente. Costa et al. (2003) encontraram maiores valores de água armazenada na camada de 0 a 0,10 m de solo sob plantio direto quando comparado com preparo convencional do solo. Segundo esses autores, no plantio direto a palhada diminui as perdas de água por evaporação e facilita a infiltração desta, resultando em melhores condições de armazenamento.

**Tabela 2.** Propriedades físicas de solos sob diferentes sistemas de manejo na profundidade de 0,0-0,10 m.

Sistemas de Manejo	DS (Mg m <sup>-3</sup> )	DP (Mg m <sup>-3</sup> )	PT (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	UV (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	Az (mm)
Cerrado	1,38b	2,36a	0,42a	0,24b	24bc
Cerrado Revolvido	1,36b	2,47a	0,46a	0,16d	15,6d
Plantio Direto	1,57a	2,32a	0,32c	0,29a	29,2a
Pastagem Reformada	1,54a	2,42a	0,36b	0,26b	26,1b
Pastagem Degradada	1,60a	2,40a	0,33bc	0,22c	21,7c

1 valores seguidos de letras diferentes na coluna indicam diferença estatística pelo teste t (0,05).

De acordo com Moreira et al. (1999), os sistemas de preparo que provocam maior revolvimento do solo e, portanto, aumentam o seu volume, armazenam menos água na camada revolvida, em comparação com a camada sem revolvimento. Ainda segundo esses autores, utilizando resultados de pesquisas de diferentes partes do mundo, aliado ao aspecto armazenamento, fatores como temperatura e cobertura superficial têm garantido, em muitas situações, maiores conteúdos de água para as plantas em perfis de solos com menor revolvimento.

## CONCLUSÕES

O solo sob plantio direto apresentou maiores teores de matéria orgânica do que os solos sob pastagem, bem como melhor armazenamento de água na camada de 0-0,10 m. O revolvimento dessa camada causou diminuição na capacidade de armazenamento de água no solo e diminuição dos teores de matéria orgânica.

O solo sob pastagem cultivada apresentou melhores condições de armazenamento de água do que sob pastagem degradada.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to study some soil physical properties and organic matter content in Red Latosol under native cerrado vegetation, cerrado revolved recently (fallow conditions), no-tillage, degraded and fertilized grasslands. Disturbed and undisturbed soil samples were collected at 0 to 0.10 m depth. Soil porosity, bulk density, particle density, soil water content, water storage and organic matter content were determined. Results were statistically analysed, with comparison of averages by the t-test. The soil under no-tillage system showed better physical conditions, higher organic matter content and better water storage than the soil under grasslands at 0 to 0.10 m depth. The soil revolving caused decrease of organic matter content and the soil water storage capacity.

**KEYWORDS:** No-tillage. Pasture. Soil management. Organic matter.

## REFERÊNCIAS

AMADO, T. C.; NICOLOSO, R.; LANZANOVA, M.; SANTI, A.; LOVATO, T. A compactação pode comprometer os rendimentos de áreas sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**. Out. 2005. Disponível em <www.plantiodireto.com.br>. Acesso em: 10 jul. 2006.

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, p. 337-345, 2004.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 677-683, 2004.

BONO, J. A. M.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R.; CARVALHO, M. M.; SILVA, M. L. N. Cobertura vegetal e perda de solo por erosão em diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas. **Pasturas tropicais**, Cali, v. 18, n. 2, p. 1-8, 1996.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.

CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 425-432, 1999.

COSTA, F. S.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 527-535, 2003.

DIAS FILHO, M. B. **Degradação de pastagens – processos, causas e estratégias de recuperação**. 2ª. Ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212 p.

FREITAS, P. L.; BLANCANEAX, P.; GAVINELLI, E.; LARRÉ-LARROUY, M.; FELLER, C. Nível e natureza do estoque orgânico de latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 157-170, 2000.

HATCHER, L.; STEPANSKI, E. J. **A step-by-step approach to using the SAS System for Univariate and Multivariate Statistics**. Cary: SAS Institute, 1997. 552 p.

HERINGER, I.; JACQUES, A. V. A.; BISSANI, C. A.; TEDESCO, M. Características de um Latossolo Vermelho sob pastagem natural sujeita à ação prolongada do fogo e de práticas alternativas de manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 309-314, 2002.

LOPES, A. S.; COX, F. R. A survey of the fertility status of surface soils under cerrado vegetation in Brazil. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 41, p.742-747, 1977.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Disponível em: <[www.cnpqg.embrapa.br](http://www.cnpqg.embrapa.br)>. Acesso em: 05 nov. 2006.

MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; SILVA, S. C.; SILVEIRA, P. M. Irrigação do feijoeiro no sistema de plantio direto. **Circular Técnica**, Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, n. 33, 1999. 31 p.

OLIVEIRA, F. H. T.; NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Org.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 2, 2002, p. 393-486.

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D. V. S.; CURI, N. Caracterização química e físico-química de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 2, p. 327-336, 2004.

- OLIVEIRA, J. O. A. P.; VIDIGAL FILHO, P. S.; TORMENA, C. A.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; MUNIZ, A. S.; SAGRILO, E. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 2, p. 443-450, 2001.
- REICHARDT, K. **A água na produção agrícola**. São Paulo: Ed. McGraw-Hill, 1978. 119 p.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; VEIGA, M.; SUZUKI, L. E. A. S. Qualidade física do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBCS, 2006, 1 CD-ROM.
- RESCK, D. V. S. O plantio direto como alternativa de sistema de manejo e conservação do solo e da água na região dos cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, CBCS, 1997, 1CD-ROM.
- RESCK, D. V. S. Uso e ocupação do solo e a crise energética no Brasil. **Boletim Informativo SBCS**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 14-18, 2001.
- ROSCOE, R. **Soil organic matter dynamics in a Cerrado Oxissol**. The Netherlands: Thesis Wageningen University, 2002. 156 p.
- SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Matéria orgânica do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.) **Biologia dos solos dos cerrados**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. p. 467-524.
- SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2485-2492, 2000.
- 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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1135-1139, 2005.
- SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 27-34, 2003.
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 2, p. 395-401, 2001.
- TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 2, p. 301-309, 1998.
- UHLAND, R. E. Rapid method for determining soil mixture. **Soil Science Society of American Proceedings**, Madison, v. 15, p. 391-393, 1951.
- VOMOCIL, J. A. Porosity. In: BLACK, C. A. (ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p. 299-314.
- WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v. 37, p. 29-38, 1934.