

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, n.4, p.597-602, out.-dez., 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7i4a1767

Protocolo 1767 - 31/08/2011 • Aprovado em 03/05/2012

Roni F. Guareschi<sup>1,3</sup>

Marcos G. Pereira<sup>1,4</sup>

Adriano Perin<sup>2</sup>

# Estoque de carbono em Latossolo Vermelho Distroférico sob diferentes sistemas de manejo

## RESUMO

A introdução de sistemas agrícolas em áreas com vegetação nativa resulta, geralmente, na rápida perda do carbono orgânico em ambientes tropicais implicando na diminuição da qualidade do solo. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as modificações nos estoques de carbono e em alguns atributos físicos do solo (densidade do solo - Ds e volume total de poros - VTP), sob diferentes sistemas de manejo, no cerrado goiano. Para isto foram selecionados, em Rio Verde (GO), quatro diferentes tipos de manejo, a saber: sistema de plantio direto com três anos de implantação (SPD-3); sistema de plantio convencional (SPC); pastagem plantada com *Brachiaria brizantha* (PP), sendo essas áreas comparadas a uma área de cerrado nativo "stricto sensu" (CN). Em cada uma das áreas foram coletadas amostras nas profundidades de 0-5; 5-10 e 10-20 cm. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco repetições. As áreas de CN e SPC apresentaram, em todas as profundidades analisadas, os menores valores de Ds, bem como os maiores valores de VTP em relação às áreas de PP e SPD-3. O CN apresentou teores e estoques de carbono semelhantes ao SPD-3 e superiores às áreas de PP e SPC. Com base nesses resultados, percebe-se que o SPD-3, por apresentar uma manutenção de resíduos vegetais na superfície, a rotação de culturas e o mínimo revolvimento do solo (revolvimento somente na linha/cova de semeadura) atua no aumento e na manutenção do estoque de C no solo.

**Palavras-chave:** cerrado, matéria orgânica do solo, pastagem, sistema de plantio convencional, sistema de plantio direto

## Stock of carbon in a Rhodic Acrudox under different management systems

## ABSTRACT

The introduction of agriculture in areas with native vegetation generally results in a rapid loss of organic carbon in tropical environments, resulting in decreased soil quality. Thus, the objective of this study was to evaluate changes in carbon stocks and in some soil physical characteristics (bulk density - BD and total pore volume - PTV) under different management systems in the 'Cerrado' region of Goiás State, Brazil. With this purpose, areas with four different management systems were selected in the Rio Verde municipality: no-tillage system with three years of implantation (NTS-3); conventional tillage system (CTS); and planted pasture with *Brachiaria brizantha* (PP). These areas were compared to an area of native 'cerrado' "stricto sensu" (NC). In each one of these areas soil samples were collected at 0-5, 5-10 and 10-20 cm depths. The design was completely randomized, with five replications. The areas of NC and CTS had at all analyzed depths lower values of BD, and greater PTV in relation to the areas of PP and NTS-3. The NC presented carbon contents and stocks similar to the NTS-3 areas and greater the PP and CTS. These results showed that the NTS-3, characterized by the maintenance of plant residues on the soil surface, crop rotation and minimal soil disturbance (tillage only in the line / tree planting), contributed to increase or to maintain soil carbon stocks.

**Key words:** 'cerrado', soil organic matter, pasture, conventional tillage, no-tillage system

1 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, BR 465, BR 465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica-RJ, Brasil. Fone/Fax: (21) 3787-3772.

E-mail: guareschiecotarelli@hotmail.com; mgervasiopereira@gmail.com

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, CEP 75901-970, Rio Verde-GO, Brasil. Caixa Postal 66. Fone: (64) 3620-5642.

E-mail: perinj@yahoo.com.br

3 Bolsista de Doutorado do CNPq

4 Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

## INTRODUÇÃO

Por meio da derrubada e queima da vegetação natural em diferentes sistemas de manejo, a conversão do Cerrado pode resultar em alterações na dinâmica da matéria orgânica e na fertilidade do solo, no aumento da erosão e, em contrapartida, no aumento dos custos de produção (Moreti et al., 2007; Loss et al., 2009; Siqueira Neto et al., 2009).

Dois tipos de uso da terra comuns no Cerrado são as pastagens cultivadas e as culturas agrícolas, que ocupam 26,5% e 10,5% deste bioma, respectivamente (Sano et al., 2008). Contudo, cerca de 61% da área deste bioma se encontram ainda preservados, incluindo-se áreas com vegetação em recuperação e pastagens nativas (Sano et al., 2008).

Nas áreas agrícolas o sistema de plantio convencional (SPC), que emprega a aração e a gradagem no preparo do solo para o plantio, pode ser considerado o sistema mais prejudicial ao solo com potencial de redução do teor de matéria orgânica do solo (MOS). Avaliando um Latossolo Vermelho na região do Cerrado, Figueiredo et al. (2008) constataram que a derrubada da vegetação e o posterior revolvimento do solo ocasionaram uma redução de 40% no teor da MOS. Tais autores mencionaram que no SPC, logo após a aração e a gradagem, ocorre uma redução na densidade do solo e aumento da porosidade total, devido ao uso excessivo de arados e grades no preparo do solo, diminuindo a estabilidade dos agregados, causando sua desagregação.

Já a conversão de áreas de Cerrado em pastagens pode resultar em aumentos ou reduções no estoque de carbono do solo, dependendo do manejo adotado para a condução desta forrageira (Carvalho et al., 2010). Em uma compilação de dados da literatura, Bustamante et al. (2006) observaram que a conversão de cerrado para pastagem plantada acumula, em média, 1,3 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de C, com amplitude de -0,9 a +3,0 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de carbono (C) e associaram esta discrepância nos resultados ao manejo adotado. Silva et al. (2004) verificaram que pastagens de baixa produtividade em diversas regiões do cerrado favoreceram a redução dos teores de C orgânico no solo. Quanto à densidade e à porosidade total do solo, Carneiro et al. (2009) mencionaram que o efeito do pisoteio do gado pode contribuir para o aumento da densidade do solo (Ds) e redução da porosidade total em relação ao Cerrado nativo. De maneira similar, Figueiredo et al. (2008) constataram, avaliando diferentes sistemas de manejo em Latossolo Vermelho, maiores valores de Ds e menor porosidade total em uma área de pastagem em relação ao cerrado nativo.

Segundo Carvalho et al. (2010) a manutenção de resíduos vegetais na superfície somada ao não revolvimento do solo, princípios básicos da adoção do sistema de plantio direto (SPD), além de reduzir a emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera, atuam no aumento do estoque de carbono e nitrogênio no solo, trazendo outros benefícios, como: o aumento da diversidade microbiana, melhoria da fertilidade natural e de atributos físicos do solo (Pavianto & Rosolem, 2008; Silveira et al., 2010; Luciano et al., 2010). No sistema de plantio direto (SPD), em geral, os solos apresentam, na camada superficial e após três a quatro anos de cultivo, maiores valores de densidade e microporosidade e menores valores

de macroporosidade e porosidade total, quando comparados com outros sistemas de manejo (Stone & Silveira, 2001). Tal padrão decorre, sobretudo, do arranjo natural do solo, quando não é mobilizado, e da pressão promovida pelo trânsito de máquinas e implementos agrícolas, sobremaneira quando realizado em solos argilosos e com teores elevados de umidade (Tormena et al., 1998). Apesar disto e, segundo esses autores, no decorrer do tempo a Ds sob plantio direto tende a diminuir devido, em parte, ao aumento do teor de matéria orgânica na camada superficial melhorando a agregação e aumentando a porosidade total do solo.

Levando em consideração que a introdução de sistemas agrícolas em substituição às florestas causa desequilíbrio no ecossistema modificando as propriedades do solo, a identificação de sistemas de manejo menos degradantes pode contribuir com a sustentabilidade econômica e ambiental de um agroecossistema. A partir do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as modificações nos estoques de carbono e em atributos físicos do solo (densidade do solo - Ds e volume total de poros -VTP) sob diferentes sistemas de manejo no cerrado goiano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda experimental do Instituto Federal Goiano - *campus* Rio Verde, localizada no município de Rio Verde, GO (Coordenadas 20° 45' 53" S; 51° 55' 53" W; altitude 748 m). A precipitação pluvial média anual da região é de 1.740 mm, o clima preponderante é o tropical quente, Aw, segundo classificação de Köppen, com estações seca e chuvosa bem definidas, e o relevo é predominantemente plano. Os solos das áreas de estudo foram classificados, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006) como Latossolos Vermelhos Distroféricos.

Foram analisadas quatro áreas de cultivo, a saber: pastagem plantada com *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* (PP); SPD com três anos de implantação com cultivo de soja (*Glycine max* L.) no verão e milho (*Zea mays* L.) na safrinha (SPD-3); SPC com cinco anos de implantação com rotação soja no verão - milho/sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na safrinha (SPC) e cerrado nativo (CN) “*stricto sensu*”, tomado como referência. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com cinco repetições.

O cerrado analisado está localizado numa área de proteção ambiental do Instituto Federal Goiano - *campus* Rio Verde. A área de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* vem sendo cultivada há 20 anos, com taxa de lotação aproximada de 1,5 unidade animal por hectare. A área de SPD-3 foi implantada em 2006 após ter sido submetida a um longo período sob sistema de cultivo convencional. Esta área vem sendo cultivada no SPD com soja no verão e milho ou sorgo na safrinha. A área de SPC apresenta o histórico de mais de 10 anos de utilização de gradagem pesada (grade aradora) e gradagem leve (grade niveladora) como forma de preparo para o cultivo de soja no verão e de milho ou sorgo na safrinha.

As adubações básicas das principais culturas dos sistemas agrícolas foram as seguintes: 1) SPD e SPC- a) soja (verão) - 458 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK 02-20-20; b) milho ou sorgo

safrinha: 312 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 12-15-15, no plantio e 120 kg ha<sup>-1</sup> de uréia, em cobertura, aos 25 dias após a emergência (DAE). Tanto a área de SPD como a área de SPC receberam aplicação de 3,0 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário, três anos antes da realização do estudo.

A área de PP recebeu aplicação de 3,5 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico antes de sua implantação e a cada três anos recebe adubação de 100 kg do formulado NPK 04-14-08.

Em agosto de 2010 foi escolhida, em cada sistema de manejo, uma área representativa de 150 x 150 m, em posição semelhante à da paisagem onde foram abertas cinco minitrincheiras de aproximadamente 1 x 1 m de superfície e 0,40 m de profundidade. Em cada uma das minitrincheiras foi realizada a coleta de amostras de solo indeformadas com auxílio de um anel volumétrico de 50 cm<sup>3</sup> (Embrapa, 1997) nas profundidades de 0-5; 5-10 e 10-20 cm. Foi determinada, também, a densidade das partículas (Dp) pelo método do balão volumétrico, visando utilizar esses dados em conjunto com a Ds para o cálculo do volume total de poros (VTP) pela equação:

$$VTP(\%) = \left( \frac{1 - Ds}{Dp} \right) \times 100$$

Em cada área avaliada foram coletadas 10 amostras simples de solo (0-20 cm), as quais foram misturadas e homogeneizadas para formar uma amostra composta. Tais amostras de solo foram secadas ao ar, destorroadas e passadas por peneira com malha de 2 mm, obtendo-se a terra fina secada ao ar (TFSA) na qual foram realizadas a caracterização da fertilidade do solo e a análise granulométrica, segundo Embrapa (1997). Os resultados da caracterização química e granulométrica são apresentados na Tabela 1.

Nas diferentes profundidades analisadas também foram retiradas amostras deformadas para análise química, as quais foram submetidas à determinação do carbono orgânico (CO) do solo, segundo Embrapa (1997). Também foi calculado o estoque de carbono dos diferentes sistemas de manejo, pelo método de massa equivalente (Sisti et al., 2004). Este método leva em consideração a espessura da camada e a densidade do solo e utiliza, como referência, a massa de solo de um tratamento, a qual é tomada como base para o cálculo do estoque em todos os demais tratamentos. Para o presente estudo foram consideradas, como referência, as massas de solo das camadas correspondentes ao cerrado, que representa a condição original do solo.

**Tabela 1.** Atributos químicos e análise granulométrica das áreas de cerrado (CN), pastagem plantada (PP), sistema de plantio direto (SPD-3) e sistema de plantio convencional (SPC) em Rio Verde, GO

**Table 1.** Chemical and particle size analysis in the areas of 'Cerrado' (CN), pasture (PP), no-tillage (NTS-3) and conventional tillage system (CTS) in Rio Verde – GO

Área	pH H <sub>2</sub> O	P mg kg <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	T	V %	Argila	Silte (0,05 a	Areia (2 a
										(<0,002 mm)	0,002 mm)	0,05 mm)
										g kg <sup>-1</sup>		
0-20 cm												
CN	4,9	1,8	2,1	1,8	0,1	0,5	6,4	10,3	38	570	116	314
PP	5,6	10,0	2,8	0,9	0,3	0,2	4,9	8,9	45	550	120	330
SPD-3	6,3	8,7	9,4	2,7	0,9	0,0	0,2	13,2	70	500	120	380
SPC	6,2	9,0	4,5	1,4	0,6	0,0	5,3	11,9	55	520	120	360

Para todos os dados, e em cada profundidade, foram feitas a avaliação da normalidade dos dados (Lilliefors) e a homogeneidade das variâncias dos erros pelo Teste de Cochran & Bartlett. Posteriormente, os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e os valores médios comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa ASSISTAT (Silva et al., 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se constataram diferenças para a densidade das partículas (Dp) entre áreas de estudo (Tabela 2). Os valores de Dp se mantiveram entre 2,53 e 2,64 Mg m<sup>-3</sup>, refletindo a composição mineralógica das frações areia e argila constituídas, provavelmente, por quartzo e caulinita, respectivamente, já que esses minerais possuem valor de massa específica por volta de 2,65 Mg m<sup>-3</sup>.

**Tabela 2.** Densidade do solo (Ds), densidade das partículas (Dp) e volume total de poros (VTP) das áreas de estudo avaliadas

**Table 2.** Bulk density (BD), particle density (PD) and total pore volume (VTP) of the study areas evaluated

Áreas	Profundidade (cm)		
	0-5	5-10	10-20
Ds (Mg m <sup>-3</sup> )			
CN	1,15 c	1,19 b	1,23 b
PP	1,29 a	1,27 a	1,34 a
SPD-3	1,27 a	1,28 a	1,33 a
SPC	1,21 b	1,22 b	1,24 b
CV (%)	1,30	1,46	1,04
Dp (Mg m <sup>-3</sup> )			
CN	2,53 a	2,62 a	2,62 a
PP	2,56 a	2,61 a	2,63 a
SPD-3	2,58 a	2,60 a	2,62 a
SPC	2,58 a	2,61 a	2,64 a
CV (%)	1,75	1,32	1,87
VTP (%)			
CN	54,64 a	54,43 a	53,22 a
PP	49,64 b	51,24 b	48,94 b
SPD-3	51,00 b	50,76 b	49,05 b
SPC	53,19 a	53,29 a	53,04 a
CV (%)	1,66	1,73	1,16

\* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre os diferentes sistemas de uso do solo pelo teste Tukey a 5%

Independente da profundidade analisada, as áreas de CN e SPC apresentaram os menores valores de Ds e maior VTP em comparação com as áreas de PP e SPD-3 que foram estatisticamente iguais entre si (Tabela 2).

Os menores valores de Ds, tal como os maiores valores de VTP na área de CN em comparação com as áreas de cultivo (PP e SPD-3), podem ser atribuídos ao maior acúmulo de resíduos vegetais na superfície do solo e a um acúmulo maior de C nas camadas superficiais e pela menor alteração antrópica. Resultados semelhantes foram observados por Figueiredo et al. (2009) e Carneiro et al. (2009) em que os autores constaram, ao avaliar sistemas de manejo em Latossolos do Estado de Goiás, que a área de cerrado foi a que apresentou os menores valores de Ds; já a menor Ds e a maior VTP nas camadas entre 0-20 cm de profundidade da área de SPC ocorrem devido ao uso excessivo de arados e grades no preparo do solo, que destroi os agregados (Figueiredo et al., 2008).

Os maiores valores de Ds e os menores valores de VTP na área de SPD-3, podem ser explicados devido à implantação recente do SPD em função, ainda, da pouca contribuição da MOS na reorganização das partículas primárias de solo. No entanto se espera que, com o passar dos anos, ocorra um aumento progressivo nos teores de carbono orgânico, na atividade biológica e, conseqüentemente, da agregação do solo, tendendo a uma redução na Ds e aumento no VTP (Figueiredo et al., 2008).

Em relação à área de PP, os maiores valores de Ds e menor VTP em quanto às áreas de CN e SPC, podem ser consequência do menor conteúdo de C e/ou pelo efeito do pastoreio excessivo (pastoreio contínuo de bovinos de corte com monocultura de forrageira) à qual esta área está condicionada. Carneiro et al. (2009) mencionaram que o efeito do pisoteio nas pastagens pelo gado pode contribuir para o aumento da Ds e redução da porosidade total em relação ao cerrado nativo. Resultados semelhantes foram encontrados por Figueiredo et al. (2008) que, ao avaliar diferentes sistemas de manejo em Latossolo Vermelho, constataram uma Ds maior e menor porosidade total de uma área de pastagem em relação ao cerrado nativo e SPC.

Nota-se que as áreas de CN, PP, SPD-3 e SPC apresentam, até os 20 cm de profundidade, Ds abaixo do prejudicial ao desenvolvimento das raízes “limite crítico” (1,30 a 1,40 - solo argiloso); sendo assim, infere-se que a Ds não está prejudicando o desenvolvimento das culturas implantadas nestas áreas (Reichert et al., 2003).

Independente da profundidade do solo analisada, a área de CN apresentou teores e estoques de C estatisticamente semelhantes ao SPD, bem como maiores valores em relação às áreas de PP e SPC (Tabela 3).

Os maiores teores e estoques de carbono no solo da área de CN em relação às áreas de PP e SPC, são decorrentes da adição contínua de carbono via serrapilheira e rizodeposição (Souza et al., 2006) além da preservação da agregação do solo que contribui para a proteção e manutenção dos níveis de carbono no solo (Carneiro et al., 2009). Diversos trabalhos já constataram maiores teores e estoques de carbono em áreas de CN em relação às áreas de SPC e PP em Latossolo Vermelho (Corrêa, 2002; Figueiredo et al., 2008; Siqueira Neto et al., 2009; Siqueira Neto., 2010).

Os menores teores e estoques de carbono orgânico no solo da área de PP em relação ao CN, podem estar relacionados à sua baixa produtividade e ao pastoreio intensivo que, com o decorrer do tempo, contribuem com um aporte menor de

**Tabela 3.** Teores e estoques de carbono orgânico (ESTC) dos sistemas de cultivo avaliados

**Table 3.** Organic carbon concentrations and stocks (ESTC) in the evaluated cropping systems

Profundidade (cm)	Sistemas avaliados				CV(%)
	CN	PP	SPD-3	SPC	
	C orgânico (g kg <sup>-1</sup> )				
0-5	44,47 A	30,72 B	39,21 AB	32,53 B	13,04
5-10	41,97 A	29,51 B	36,23 AB	30,09 B	11,41
10-20	32,78 A	25,11 B	30,64 A	24,82 B	8,20
	ESTC (Mg ha <sup>-1</sup> )				
0-5	26,30 A	16,31 B	23,80 AB	18,56 BC	10,98
5-10	24,53 A	17,26 B	22,99 A	17,74 B	9,37
10-20	41,00 A	31,76 B	38,67 AB	31,33 B	8,26

\* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre os diferentes sistemas de uso do solo pelo teste Tukey a 5%

resíduos vegetais. Silva et al. (2004) verificaram que pastagens de baixa produtividade em diversas regiões do cerrado contribuem para a redução do carbono orgânico do solo.

O revolvimento do solo pode ter sido a principal causa para os menores teores e estoques de carbono na área de SPC em relação à área de CN pois, segundo Tormena et al. (2004), os solos do bioma cerrado apresentam estrutura relativamente estável em água; portanto, mecanização pesada (aração e gradagem) e aplicações de altas doses de fertilizantes podem acelerar a oxidação do carbono orgânico menos recalcitrante e, conseqüentemente, reduzir as quantidades de MOS.

Já a similaridade nos teores e estoque de carbono entre área de SPD-3 e a área de CN ocorre devido à ausência de revolvimento do solo, à rotação de culturas e à permanência dos resíduos culturais na superfície, que favorecem a agregação do solo promovendo o aumento da MOS (Sá et al., 2001). Segundo Siqueira Neto et al. (2009) no SPD, onde o revolvimento do solo foi somente na linha de plantio a distribuição do carbono em profundidade aumentou com tendência de recuperação dos teores originais semelhantes aos observados na área de cerrado. Resultados semelhantes foram relatados por Figueiredo et al. (2008) e Rozane et al. (2010), cujos autores não constataram diferenças no estoque de carbono orgânico em Latossolo Vermelho entre áreas de SPD com poucos anos de implantação e mata nativa.

## CONCLUSÕES

As áreas de CN e SPC apresentaram, em todas as profundidades analisadas (0 a 20 cm) menores valores de Ds, bem como o maior VTP do que as áreas de PP e SPD-3.

A área de CN apresentou teores e estoques de C semelhantes ao SPD-3 e superiores aos das áreas de PP e SPC.

## LITERATURA CITADA

- Bustamante, M. M. C.; Corbeels, M.; Scopel, E.; Roscoe, R. Soil carbon and sequestration potential in the Cerrado Region of Brazil. In: Lal, R.; Cerri, C. C.; Bernoux, M.; Etchevers, J.; Cerri, C. E. P. (Eds.). Carbon sequestration in soils of Latin America. New York: Haworth, 2006. p.285-304.

- Carneiro, M. A. C.; Souza, E. D.; Reis, E. F.; Pereira, H. S.; Azevedo, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v.33, n.1, p.147-157, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v33n1/16.pdf>>. 12 Jun. 2011. doi:10.1590/S0100-06832009000100016.
- Carvalho, J. L. N.; Avanzi, J. C.; Silva, M. L. N.; Mello, C. R.; Cerri, C. E. P. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v.34, n.2, p.277-289, 2010. <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n2/v34n2a01.pdf>>. 22 Jun. 2011. doi:10.1590/S0100-06832010000200001.
- Corrêa, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.2, p.203-209, 2002. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n2/9055.pdf>>. 18 Jul. 2011. doi:10.1590/S0100-204X2002000200012.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI, 2006. 306p. <[http://ag20.cnpia.embrapa.br/Repositorio/Livro+SBCS\\_2-ed\\_000fzvhmj5j02wx5ok0q43a0rx9wj0bm.PDF](http://ag20.cnpia.embrapa.br/Repositorio/Livro+SBCS_2-ed_000fzvhmj5j02wx5ok0q43a0rx9wj0bm.PDF)>. 10 Jun. 2011.
- Embrapa. CNPS. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997, 212p.
- Figueiredo, C. C.; Ramos, M. L. G.; Tostes, R. Propriedades físicas e matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo e cerrado nativo. *Bioscience Journal*, v.24, n.3, p.24-30, 2008. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6749>>. 07 Ago. 2011.
- Figueiredo, C. C.; Santos, G. G.; Pereira, S.; Nascimento, J. L.; Alves Junior, J. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.2, p.146-151, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n2/v13n2a06.pdf>>. 02 Ago. 2011. doi:10.1590/S1415-43662009000200006.
- Loss, A.; Pereira, M. G.; Schultz, N.; Anjos, L. H. C. dos; Silva, E. M. R. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.1, p.68-75, 2009. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n1/10.pdf>>. 19 Jul. 2011. doi:10.1590/S0100-204X2009000100010.
- Luciano, R. V.; Bertol, I.; Barbosa, F. T.; Kurtz, C.; Fayad, J. A. Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háplico. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v.9, n.1, p. 09-19, 2010. <[http://rca.cav.udesc.br/rca\\_2010\\_1/1Luciano%20et%20al.pdf](http://rca.cav.udesc.br/rca_2010_1/1Luciano%20et%20al.pdf)>. 12 Ago. 2011.
- Moreti, D.; Alves, M. C.; Valério Filho, W. V.; Carvalho, M. de P. e. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, n.1, p.167-175, 2007. <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n1/17.pdf>>. 12 Jul. 2011. doi:10.1590/S0100-06832007000100017.
- Pavinato, P. S.; Rosolem, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 3, p. 911-920, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a01v32n3.pdf>>. 05 Ago. 2011. doi:10.1590/S0100-06832008000300001.
- Reichert, J. M.; Reinert, D. J.; Braida, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Ciência & Ambiente*, v.27, n.5, p.29-48, 2003. <[http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.queos.com.br/downloads/Producao\\_Artigos/5.pdf](http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.queos.com.br/downloads/Producao_Artigos/5.pdf)>. 16 Jul. 2011.
- Rozane, D. E.; Centurion, J. F.; Romualdo, L. M.; Taniguchi, C. A. K.; Trabuco, M.; Alves, A. U. Estoque de carbono e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho distrófico, sob diferentes manejos. *Bioscience Journal*, v.26, n.1, p.24-32, 2010. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7031>>. 05 Jul. 2011.
- Sá, J.C.M.; Cerri, C.C.; Dick, A.W.; Lal, R.; Venzke Filho, S.P.; Piccolo, M.C.; Feigl, B. J. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian oxisol. *Soil Science Society of American Journal*, v.65, n.5, p.1486-1499, 2001. <<https://www.crops.org/publications/sssaj/pdfs/65/5/1486>>. 22 Jun. 2011. doi:10.2136/sssaj2001.6551486x.
- Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L.; Ferreira, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.1, p.153-156, 2008. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n1/a20v43n1.pdf>>. 16 Jul. 2011. doi:10.1590/S0100-204X2008000100020.
- Silva, F. A. S. de; Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.4, n.1, p.71-78, 2002. <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev41/Art410.pdf>>. 10 Jun. 2011.
- Silva, J. E.; Resck, D. V. S.; Corazza, E. J.; Vivaldi, L. Carbon storage in clayey Oxisol cultivated pastures in the “cerrado” region, Brazil. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, v.103, n.2, p.357-363, 2004. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880903004444>>. 18 Jun. 2011. doi:10.1016/j.agee.2003.12.007.
- Silveira, P. M.; Cunha, P. C. R.; Stone, L. F.; Santos, G. G. Atributos químicos de solo cultivado com diferentes culturas de cobertura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.40, n.3, p.283-290, 2010. <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/5841>>. 05 Jul. 2011.
- Siqueira Neto, M.; Piccolo, M. C.; Scopel, E.; Costa Junior, C.; Cerri, C. C.; Bernoux, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.31, n.4, p.709-717, 2009. <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/792>>. 22 Jun. 2011. doi:10.4025/actasciagron.v31i4.792.
- Siqueira Neto, M.; Scopel, E.; Corbeels, M.; Cardoso, A. N.; Douzet, J. M.; Feller, C.; Piccolo, M. C.; Cerri, C. C.; Bernoux, M. Soil carbon stocks under no-tillage mulch-based cropping systems in the Brazilian Cerrado: An on-farm synchronic assessment. *Soil and Tillage Research*, v.110, n.1, p.187-195, 2010. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198710001352>>. 05 Jul. 2011. doi:10.1016/j.still.2010.07.010.

- Sisti, C. P. J.; Santos, H. P. dos; Kohhann, R.; Alves, B. J. R.; Urquiaga, S.; Boddey, R. M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, v.76, n.1, p.39-58, 2004. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016719870300196X>>. 05 Jul. 2011. doi:10.1016/j.still.2003.08.007.
- Souza, E. D.; Carneiro, M. A. C.; Paulino, H. B.; Silva, C. A.; Buzetti, S. Alterações nas frações do C em um Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso do solo. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.28, n.3, p.323-329, 2006. <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/938>>. 22 Jul. 2011. doi:10.4025/actasciagron.v28i3.938.
- 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. <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v25n2a15.pdf>>. 08 Jul. 2011.
- Tormena, C. A.; Friedrich, R.; Pintro, J. C.; Costa, A. C. S.; Fidalski, J. Propriedades físicas e taxa de estratificação de carbono orgânico num latossolo vermelho após dez anos sob dois sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, n.6, p.1023-1031, 2004. <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v28n6/22924.pdf>>. 17 Jul. 2011. doi:10.1590/S0100-06832004000600011.
- 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. <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v22n2a16.pdf>>. 17 Jul. 2011.