

# Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto em Uberaba, Minas Gerais

Fernando Silva Coutinho<sup>1</sup>, Arcângelo Loss<sup>2\*</sup>, Marcos Gervasio Pereira<sup>3</sup>,

Dilson José Rodrigues Junior<sup>4</sup>, José Luiz Rodrigues Torres<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Agronomia-Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ, Brasil

<sup>2</sup> Doutorando em Agronomia-Ciência do Solo, UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil. \*Autor correspondente, e-mail: arcangeloloss@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Departamento de Solo, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil

<sup>4</sup> Discente do curso de Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil

<sup>5</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil

## Resumo

O uso do sistema plantio direto (SPD) com plantas de cobertura melhora a agregação do solo. O objetivo desse trabalho foi avaliar a estabilidade dos agregados em água e a distribuição do carbono nas diferentes classes de agregados de Latossolo Vermelho em sistema plantio direto, em Uberaba, MG. Foram avaliadas duas áreas em SPD: cultivo de milho + braquiária e milho + crotalária. Uma área de cerrado natural adjacente às áreas foi tomada como condição original do solo. Foram coletadas amostras de solo indeformadas nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm, sendo avaliada a estabilidade dos agregados estáveis em água, por meio dos índices de agregação: diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG). Também foi avaliada a distribuição da massa dos agregados e carbono por classe de peneira. Verificou-se que, independente da profundidade, a área de cerrado apresentou os maiores valores de DMP, DMG e carbono. Entre as áreas cultivadas, o sistema de cultivo de milho + braquiária apresentou maiores valores de DMP e carbono dos agregados em detrimento a área de milho + crotalária. Estes resultados indicam que o cultivo em SPD do milho + braquiária aumenta a agregação do solo e o carbono dos agregados quando comparado ao sistema de milho + crotalária.

**Palavras-Chave:** agregação, milho + braquiária, milho + crotalária, cerrado.

## Aggregate stability and carbon distribution in Oxisol under no-tillage system in Uberaba, Minas Gerais State, Brazil

### Abstract

The use of no-tillage system (SNT) with cover plants improves soil aggregation. The aim of this study was to evaluate the stability of aggregates in water and carbon distribution in different aggregates class in Oxisol in no-tillage system, Uberaba, MG, Brazil. It was evaluated two areas in SNT: crop of corn + brachiaria and corn + crotalaria. An area adjacent to the savanna was taken as a condition of the original soil. It was collected samples of soil deformability 0-5 and 5-10 cm, soil depths which was evaluated the stability of aggregates stable in water, by means of indices of aggregation: mean weight diameter (MWD) and geometric mean diameter (GMD). It was also evaluated the distribution of the mass of aggregates and carbon per sieve class. It was found that, regardless of depth, the area of savanna showed higher values for DMP, DMG and carbon. Among the cultivated areas, the system of crop corn + brachiaria showed higher values of DMP and carbon of aggregates in detriment of the area corn + crotalaria. These results indicate that the crop in SNT of corn + brachiaria increases soil aggregation and carbon aggregates when compared to the system of corn + crotalaria.

**Key words:** aggregation, corn + brachiaria, corn + crotalaria, savanna.

## Introdução

O manejo, o uso e o tempo de utilização promovem diversas alterações nas propriedades do solo, como por exemplo, na agregação, que está relacionada à estrutura (Matos et al., 2008; Loss et al., 2009). A matéria orgânica é um dos principais agentes de formação e estabilização de agregados, e a diminuição de seu conteúdo no solo pelo cultivo é uma das maiores causas de deterioração da estrutura do solo (Haynes & Swift, 1990; Wendling et al., 2005), já que a partir da agregação, indiretamente, são afetadas as demais características físicas como densidade, porosidade, aeração, capacidade de retenção e infiltração de água (Bayer & Mielniczuk, 1999).

Muitos autores citam a importância de sistemas de manejo do solo que visam ao menor tráfego de máquinas, menor revolvimento do solo e aumento do teor de carbono orgânico, como o sistema plantio direto e o pousio, como medidas para recuperar as propriedades físicas do solo (Campos et al., 1995; Silva & Mielniczuk, 1997; Castro Filho et al., 1998; Loss et al., 2009).

O sistema plantio direto (SPD) é o responsável pelo significativo aumento da produtividade e a continuidade da exploração agrícola dos solos brasileiros (Borghetti et al., 2006). A palhada na superfície do solo em plantio direto promove aumento da capacidade de infiltração e do armazenamento de água no solo, diminuição da temperatura superficial, aumento da atividade microbiana e acúmulo superficial de nutrientes e de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo, entre outros (Bayer & Mielniczuk, 1999).

No Brasil, o SPD representa cerca de 50% da área cultivada com culturas produtoras de grãos ocupando uma área de 25,5 milhões de hectares na safra 2005/2006 (FEBRAPDP, 2007), de um total de 46,7 milhões cultivados com culturas anuais (CONAB, 2008). Deste total, mais de 20 milhões de hectares são cultivados na região dos cerrados (Caires et al., 2006). Os efeitos do SPD sobre os teores de nitrogênio ou de matéria orgânica do solo são observados principalmente na camada de 0-5 cm (Muzilli, 1983; Sidiras & Pavan, 1985), permanecendo restrita a esta profundidade ou chegando até 10 cm, mesmo após vários anos de implantação do SPD (Bayer & Mielniczuk, 1997; Bayer et al., 2000; Souza & Melo, 2000; Jantalia et al., 2003).

A formação dos agregados do solo pode resultar da ação de aproximação mecânica por células e hifas dos organismos, dos efeitos cimentantes dos produtos derivados da síntese microbiana ou da ação estabilizadora dos produtos de decomposição que agem individualmente ou em combinação (Baver et al., 1973). O tipo de vegetação também interfere na agregação dos solos, ou seja, as gramíneas são mais eficientes em aumentar e manter a estabilidade de agregados do que as leguminosas (Carpenedo & Mielniczuk, 1990), por

apresentarem um sistema radicular extenso e renovado constantemente (Harris et al., 1966).

A degradação dos agregados causa ao solo diminuição das condições favoráveis ao desenvolvimento vegetal e o predispõe ao aumento da erosão hídrica. A rotação de culturas e o manejo adequado do solo amenizam esses problemas e agem com o intuito de restaurar-lhe a agregação. Diferentes práticas de manejo e sucessão de culturas induzem alterações nas propriedades físicas e químicas do solo. Neste contexto, a estabilidade dos agregados tem mostrado variação dependente do tipo de manejo do solo e das culturas (Campos et al., 1999). Segundo o mesmo autor práticas conservacionistas, tais como o SPD, que promove um menor revolvimento do solo e propicia maior aporte de resíduos orgânicos, geralmente têm-se mostrado eficiente em aumentar a estabilidade de agregados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade dos agregados em água e a distribuição do carbono nas diferentes classes de agregados de Latossolo Vermelho em sistema plantio direto, em Uberaba, Minas Gerais.

## Material e Métodos

A área experimental localiza-se no Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba (CEFET), no município de Uberaba, MG, (19°39'19"S, 47°57'27"W, cerca de 800 m de altitude. A precipitação média anual é de 1.600mm; a temperatura média anual é de 22,6°C e a umidade relativa do ar média é de 68%. O clima é classificado como Aw, tropical quente, segundo a classificação de Köppen, apresentando inverno frio e seco. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Ácrico de acordo com Embrapa (2006). Apresenta as seguintes características na camada superficial (0-20cm): 180g kg<sup>-1</sup> de argila, pH H<sub>2</sub>O (1:2,5) 6,3; 17 mg dm<sup>-3</sup> de P; 96 mg dm<sup>-3</sup> de K; 1,9 cmol<sup>c</sup> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 0,6 cmol<sup>c</sup> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 2,0 cmol<sup>c</sup> dm<sup>-3</sup> de H+Al e 16 g dm<sup>-3</sup> de matéria orgânica. As análises foram realizadas segundo Embrapa (1997).

O experimento foi instalado em agosto de 2000, onde foram utilizadas como plantas de cobertura, a braquiária (*Brachiaria brizantha*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) e uma área de cerrado foi tomada como condição natural que vem sendo recuperada gradativamente a 15 anos após ter sido usada como pastagem.

Após aproximadamente 110 dias do plantio das plantas de coberturas, estas foram dessecadas aplicando-se 1.440g ha<sup>-1</sup> de glifosato + 600g ha<sup>-1</sup> de Paraquat. Quinze dias após dessecação, plantou-se milho híbrido duplo AG 1051, sendo feito o tratamento das sementes, controle de pragas, doenças e plantas invasoras necessários durante o ciclo da cultura.

Logo após a colheita do milho, foi feito

novamente o plantio das coberturas vegetais, nos mesmos locais, e posteriormente um novo plantio da cultura de milho. Este manejo foi constante desde a implantação do experimento no ano de 2000 até 2004, quando toda a área foi cultivada com milho de forma homogênea. Após a colheita do milho procedeu-se novamente o plantio das plantas de cobertura, com posterior cultivo de milho até o ano de 2008.

As amostras de solo foram coletadas em 2008, sendo as áreas amostradas "milho + braquiária", "milho + crotalaria" e Cerrado. Em cada uma das áreas foram coletadas quatro amostras indeformadas, nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm na entrelinha da cultura do milho. Após esta etapa as amostras foram transportadas para o laboratório e secadas ao ar. Em seguida foram passadas por peneiras de 8 e 4 mm de diâmetro de malha. A distribuição dos agregados, por classes de diâmetro médio (de  $8,0 \geq X > 2,0$  cm, de  $2,0 \geq X > 1,0$  cm, de  $1,0 \geq X > 0,5$  cm, de  $0,5 \geq X > 0,25$  cm e de  $0,25 \geq X > 0,105$  cm), foi obtida submetendo-se as amostras de solo ao peneiramento via úmida (Embrapa, 1997).

Para isso, foram pesadas amostras de 50 g, que ficaram retidas na peneira de 4 mm, umedecidas com pulverizador, colocadas em um jogo de peneiras com malhas de 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,105 mm, e submetidas à agitação vertical no aparelho de Yooder, durante 15 minutos. Após o tempo determinado, o material retido em cada peneira foi retirado, separadamente, com o auxílio de jato d'água, colocado em placas previamente pesadas e identificadas, e levado à estufa (65 °C) até peso constante. Após a secagem, obteve-se a massa dos agregados retida em cada peneira.

Com os dados de massa de agregados foi calculado o diâmetro médio ponderado (DMP) e o diâmetro médio geométrico (DMG) dos agregados. Por meio da massa dos agregados também se avaliou a distribuição dos agregados por classes de diâmetro médio e quantificou-se o teor de carbono nos agregados (COAGR).

O diâmetro médio ponderado (DMP) foi calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$DMP = \sum_{X=1} x_i y_i ; \text{ em que:}$$

i = intervalo de classe:  $8,0\text{mm} \geq X > 2,0$  mm, de  $2,0 \geq X > 1,0$  mm, de  $1,0 \geq X > 0,5$  mm, de  $0,5 \geq X > 0,25$  mm e de  $0,25 \geq X > 0,105$  mm;  $x_i$  = é o diâmetro do centro de classe (mm);  $y_i$  = é a razão entre a massa de agregados dentro da classe ( $x_i$ ) e a massa total de agregados.

O diâmetro médio geométrico (DMG) foi calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$DMG = \exp \frac{\sum w_i \ln x_i}{\sum w_i} ; \text{ em que:}$$

$w_i$  = peso dos agregados de cada centro de classe (g);  $\ln$  = logaritmo natural de  $x_i$ ;  $x_i$  = diâmetro do centro de classe (mm).

O teor de carbono orgânico nos agregados (COAGR) foi determinado na massa de agregados que ficou retida em cada peneira. Foram pesadas 0,5 g das amostras de agregados, maceradas e passadas pela peneira de 60 mesh. O material foi colocado em erlenmeyer de 250 mL, sendo em seguida, adicionados 5 ml de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) e 7,5ml de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Posteriormente, aqueceu-se em bloco digestor à 170°C por 30 min. Em seguida, adicionou-se 80ml de água e 0,3 ml da solução indicadora (fenantrolina) para então titular com a solução de Sulfato Ferroso amoniacal 0,2 mol L<sup>-1</sup> (Yeomans & Bremner, 1988).

Os dados foram analisados como delineamento inteiramente casualizado, sendo feita avaliação da normalidade dos dados (Lilliefors) e homogeneidade das variâncias (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 Tukey a 5 %.

## Resultados e Discussão

Independente da profundidade, a área de cerrado apresentou os maiores valores dos índices de estabilidade de agregados estáveis em água, DMP e DMG (Tabela 1). Este padrão é decorrente do maior aporte de material vegetal nesta área, propiciando aumento dos teores de matéria orgânica do solo e, conseqüentemente, aumento da agregação do solo.

**Tabela 1.** Diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) de agregados, em mm, nos diferentes sistemas de uso do solo em áreas de plantio direto em Uberaba.

Sistemas avaliados	Propriedades avaliadas / Profundidade			
	0-5 cm		5-10 cm	
	DMP	DMG	DMP	DMG
Milho/ crotalaria	3,697 B	2,630 C	4,309 B	4,079 B
Milho/ braquiária	4,661 A	3,424 B	4,656 A	4,106 B
Cerrado	4,811 A	4,449 A	4,679 A	4,327 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre as áreas avaliadas pelo teste tukey a 5 %.

Entre os sistemas de cultivo, na profundidade de 0-5 cm, a área que apresentou maiores valores de DMP e DMG foi "milho + braquiária" quando comparado com a área de "milho + crotalaria" (Tabela 1). Este resultado ocorreu devido ao sistema radicular da braquiária (gramínea) ser fasciculado, proporcionando maior agregação das partículas e fornecimento de carbono devido à rizo-deposição e morte de suas raízes.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Salton et al. (2008), avaliando a agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Latossolo no Mato Grosso do Sul. Os autores observaram que os sistemas de manejo do solo com rotação de

lavoura e pastagem (*Brachiaria brizantha*) em sistema plantio direto favoreceram a formação de agregados estáveis de maior tamanho, em relação a sistemas apenas com lavouras, na ausência de braquiária.

Segundo trabalho realizado por Torres et al. (2005) neste mesmo local de estudo, avaliando o DMP no período de 2000 e 2002, não foram encontradas diferenças significativas entre as áreas, diferindo dos resultados encontrados nesse trabalho. Em 2002 os resultados de DMP para as profundidades de 0-5 e 5-10 cm foram respectivamente 3,54 e 3,11 mm para crotalária e 3,46 e 3,38 mm para braquiária, diferentes dos encontrados nesse trabalho como mostra a Tabela 1. Este padrão demonstra que o SPD com rotação de cultura manejada por um maior período de tempo tanto de crotalária quanto braquiária ocorre uma maior agregação.

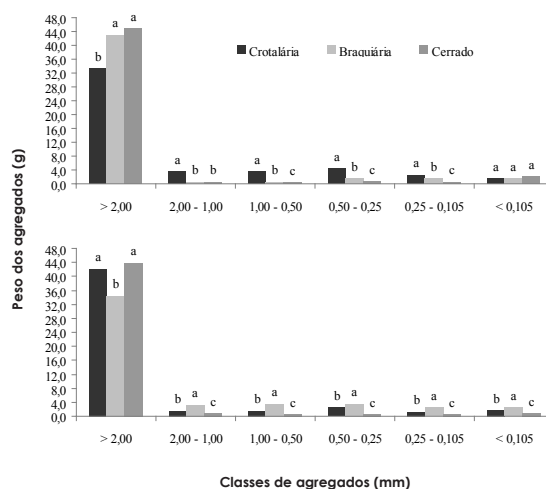
Estes resultados são semelhantes aos verificados por Fonseca et al. (2007) que avaliaram os índices de agregação (DMP e DMG) de Latossolo sob cerrado com duas rotações de cultura, e verificaram que a área de "milho + braquiária" apresentou maiores valores de DMG (15-17,5 cm) que a área de "soja + braquiária" e cerrado natural.

De maneira geral, verificaram-se melhores índices de agregação para a área de milho + braquiária quando comparada a "milho + crotalária" (Tabela 1). Este padrão pode ser atribuído à ação mecânica das raízes das gramíneas associada ao grande número de raízes por volume de solo e ao diâmetro reduzido destas (D'Agostini, 1981). Como conseqüências, contribuem para a criação de um ambiente mais favorável à agregação do solo. Segundo Carpenedo & Mielniczuk (1990), a estabilidade dos agregados aumenta mais em solos sob gramíneas do que em solos sob leguminosas.

Em relação à distribuição da massa dos agregados estáveis em água, observou-se que, independente da profundidade e do tamanho de peneira, que os maiores valores de massa de agregados foram encontrados na classe de 2,00 mm, sendo observados maiores valores para cerrado e braquiária (0-5 cm) e cerrado e crotalária (5-10 cm) (Figura 1).

Nas classes de diâmetro menores que 2,00 mm, de maneira geral, verificaram-se na profundidade de 0-5 cm, maiores valores de massa de agregados para a área com crotalária e menores para a área de cerrado. Já na profundidade de 5-10 cm, este padrão foi observado para a área de braquiária seguido dos menores valores para cerrado (Figura 1).

A área de cerrado, por não apresentar influência antrópica, possui a maior parte de seus agregados estáveis na classe de maior diâmetro (2,00mm). Já as áreas em SPD apresentam maiores agregados de menor tamanho que irão formar os agregados de maior tamanho. Parece que a formação desses agregados é favorecida na



**Figura 1.** Distribuição dos agregados estáveis em água por classe de tamanho nos diferentes sistemas de uso do solo em áreas de sistema plantio direto em Uberaba 0-5 e 5-10 cm, respectivamente.

área de crotalária (0-5 cm) quando comparada à área com braquiária, o que pode ser devido ao aporte de N pela crotalária.

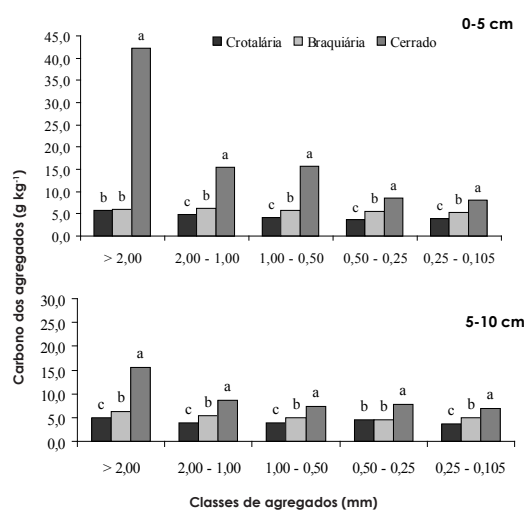
Entretanto, na profundidade de 5-10 cm, a área com braquiária apresentou maiores quantidades de agregados que a área de crotalária, o que pode ser devido a influência do sistema radicular da braquiária, propiciando a formação de agregados mais estáveis em água quando comparado área de "milho + crotalária".

A maior massa de agregados na peneira de 2,00 mm, nas três áreas avaliadas, pode ser decorrente dos maiores teores de matéria orgânica, tanto no cerrado como nas áreas em SPD, beneficiando a formação de agregados de maior tamanho e estáveis em água.

Agregados estáveis em água contribuem para melhoria da porosidade, e conseqüentemente, maior infiltração e resistência à erosão (Matos et al., 2008). Os agregados não estáveis, quando na superfície, tendem a desaparecer e dispersar-se sob o impacto das gotas de chuva (Assis & Bahia, 1998). Dessa forma, a utilização de sistemas de cultivo que promovam incremento de carbono no solo podem contribuir para o aumento da estabilidade de agregados e, conseqüentemente, para a melhoria da qualidade física do solo.

Em relação à distribuição do carbono nas classes de agregados, verificou-se que a área de cerrado apresentou os maiores teores, independente da profundidade e classe de tamanho avaliada. Estes resultados são corroborados pelos maiores valores de DMP e DMG encontrados nesta área (Tabela 1), sendo verificadas correlações positivas entre os teores de carbono orgânico e estabilidade dos agregados em água, de vários tipos de solo, em diferentes usos e manejo do solo (Ferreira et al., 2007).

Entre os sistemas de cultivo, para as classes de agregados que apresentaram diferenças estatísticas, verificou-se que a área com braquiária apresentou maiores teores de carbono, independente da profundidade (Figura 2). Este resultado demonstra que o sistema radicular da braquiária é mais eficiente em aumentar os teores de carbono dos agregados do solo quando comparado com a crotalária. Estes resultados são corroborados por Flores (2008), em estudo com coberturas vegetais, onde o autor também constatou a importância do sistema radicular da maioria dos vegetais no aumento dos teores de matéria orgânica do solo.



**Figura 2.** Distribuição carbono dos agregados estáveis em água por classe de tamanho nos diferentes sistemas de uso do solo em áreas de sistema plantio direto em Uberaba 0-5 e 5-10 cm respectivamente.

## Conclusões

O cultivo em sistema plantio direto de milho + *Brachiaria brizantha* possibilitou aumento nos índices de agregação do solo (DMP e DMG) e nos teores de carbono dos agregados quando comparado ao sistema de milho + *Crotalaria juncea*.

## Referências

Assis, R.L., Bahia, V.G. 1998. Práticas mecânicas e culturais de recuperação de características físicas dos solos degradados pelo cultivo. *Informe Agropecuário* 19: 71-78.

Baver, L.D., Gardner, W.H., Gardner, W.R. 1973. *Soil structure: classification and genesis*. In: Baver, L.D., Gardner, W.H., Gardner, W.R. (eds.). *Soil physics*. John Wiley, New York, USA. p.130-177.

Bayer, C., Mielniczuk, J. 1999. *Dinâmica e função da matéria orgânica*. In: Santos, G.A., Camargo, F.A.O. (ed.). *Matéria orgânica do solo: fundamentos e caracterização*. Gênese, Porto Alegre, Brasil. p. 9-26.

Bayer, C., Mielniczuk, J. 1997. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 21: 105-112.

Bayer, C., Mielniczuk, J., Amado, T.J.C., Martim Neto, L., Fernandes, S.V. 2000. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Research* 54: 101-109.

Borghini, E., Crusciol, C.A.C., Costa, C. 2006. Desenvolvimento da cultura do milho em consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. *Energia na Agricultura* 21: 19-33.

Caires, E.F., Garbui, F.J., Alleoni, L.R.F., Cambri, M.A. 2006. Calagem superficial e cobertura de aveia preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 30: 87-98.

Campos, B.C., Reinert, D.J., Nicolodi, R., Cassol, L.C. 1999. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 23: 383-391.

Campos, B.C., Reinert, D.J., Nicolodi, R., Ruedell, J., Petrere, C. 1995. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 19: 121-126.

Carpenedo, V., Mielniczuk, J. 1990. Estado de agregação e qualidade dos agregados de latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 14: 99-105.

Castro Filho, C., Muzilli, O., Podanoschi, A.L. 1998. Estabilidade de agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 22: 527-538.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. 2008. *Acompanhamento da safra brasileira grãos: décimo levantamento, julho 2008*/CONAB-Brasília: Conab. <http://central2.to.gov.br/arquivo/14/86> <Acesso em 02 Maio 2010>

D'Agostini, L.R. 1981. *Recuperação física do solo por sistemas de cultivo*. 76f (Tese de Mestrado) - Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

- Embrapa. 1997. *Manual de métodos de análises de solos*. Embrapa-CNPQ, Rio de Janeiro, Brasil. 212p.
- Embrapa. 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Embrapa-CNPQ, Rio de Janeiro, Brasil. 306p.
- FEBRAPDP. Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. 2008. *Evolução do plantio direto no Brasil*. <http://www.febrapdp.org.br/port/plantiodireto.html> <Acesso em 02 Maio 2010>
- Ferreira, F.P., Azevedo, A.C., Dalmolin, R.S.D., Girelli, D. 2007. Carbono orgânico, óxidos de ferro e distribuição de agregados em dois solos derivados de basalto no Rio Grande do Sul-Brasil. *Ciência Rural*, 37: 381-388.
- Flores, J.P.C. 2008. *Atributos físicos e químicos do solo e rendimento de soja sob integração lavoura-pecuária em sistema de manejo*. 114 f. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- Fonseca, G.C., Carneiro, M.A.C., Costa, A.R., Oliveira, G.C., Balbino, L.C. 2007. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo de Cerrado sob duas rotações de cultura. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 37: 22-30.
- Harris, R.F., Chesters, G., Allen, O.N. 1966. Dynamics of soil aggregation. *Advances in Agronomy*, 18: 107-169.
- Haynes, R.J., Swift, R.S. 1990. Stability of soil aggregates in relation to organic constituents and soil water content. *European Journal of Soil Science* 41: 73-83.
- Jantalia, C.P., Santos, H.P. dos, Denardin, J.E., Kochhann, R., Alves, B.J.R., Urquiaga, S., Boddey, R.M. 2003. Influência de rotações de culturas no estoque de carbono e nitrogênio do solo sob semeadura direta e preparo convencional. *Agronomia* 37: 91- 97.
- Kohnke, H. 1968. *Soil physics*. Mac Grow-Hill, New York, USA. p.118-142.
- Loss, A., Pereira, M.G., Schultz, N., Anjos, L.H.C., Silva, E.M.R. 2009. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44: 68-75.
- Matos, E.S., Mendonça, E.S., Leite, L.F.C., Galvão, J.C.C. 2008. Estabilidade de agregados e distribuição de carbono e nutrientes em Argissolo sob adubação orgânica e mineral. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 1221-1230.
- Muzilli, O. 1983. Influência do sistema de semeadura direta, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 7: 95-102.
- Salton, J.C, Mielniczuk, J, Bayer, C, Boeni, M, Conceição, P.C, Fabrício, A.C, Macedo, M.C.M., Broch, D.L. 2008. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32: 11-21.
- Sidiras, N., Pavan, M.A. 1985. Influência do sistema de manejo do solo no nível de fertilidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 9: 249-254.
- Silva, I.F., Mielniczuk, J. 1997. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 21: 113-117.
- Souza, W.J.O., Melo W.J. 2000. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24: 885-896.
- Torres, J.L.R., Pereira, M.G., Andrioli, I., Fabian, A.J., Polidoro, J.C. 2005. Propriedades físicas de um solo de cerrado cultivado com diferentes coberturas vegetais em sistema de semeadura direta. *Agronomia* 39: 55-64.
- Wendling, B., Jucksch, I., Mendonça, E.S., Neves, J.C.L. 2005. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40: 487-494.
- Yeomans, J.C., Bremner, J.M. 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 19: 1467-1476.