

# PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM SOLO DE CERRADO CULTIVADO COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA<sup>1</sup>

JOSÉ LUIZ RODRIGUES TORRES<sup>1</sup>; MARCOS GERVASIO PEREIRA<sup>2</sup>; ITAMARANDRIOLFI<sup>3</sup>; ADELAR JOSÉ FABIAN<sup>2</sup>; JOSÉ CARLOS POLIDORO<sup>4</sup>

2. Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba (CEFET). CEP: 38040-000, Uberaba-MG, E-mail: jlrtorres@cefetuberaba.edu.br; 3. Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, BR465, Km 7, Seropédica, CEP: 23890-000; Rio de Janeiro-RJ; 4. Professor do Departamento de Solos e Adubos da Universidade Estadual Paulista – UNESP-Jaboticabal-SP; 5. Pesquisador da Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, CEP: 22460-000, Rio de Janeiro – RJ.

## RESUMO

Foi realizado um estudo com o objetivo de avaliar a influência de coberturas vegetais em algumas propriedades físicas do solo, num sistema de rotação de culturas com milho e soja. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso e oito tratamentos: milheto (*Pennisetum glaucum* (L)), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), guandú (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), pousio, área em convencional (testemunha) e 4 repetições. Sobre as coberturas de solo cultivou-se milho e soja no ano agrícola 2000/2001, no ano seguinte 2001/2002, mantendo-se as coberturas nas parcelas principais, rotacionou-se soja e milho nas subparcelas. Determinou-se a densidade do solo (Ds), macro e microporosidade e o diâmetro médio ponderado (DMP) em duas profundidades (0 – 0,05 e 0,05 – 0,10 m). Ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos na classe de agregados de 0,13 mm na profundidade de 0,05 a 0,10 m. Não se observou diferença significativa para microporosidade e diâmetro médio ponderado (DMP) para todos os tratamentos. Para microporosidade os menores valores foram observados com Crotalária juncea.

**Palavras-chave:** estabilidade dos agregados, plantas de cobertura de solo, erosão.

## ABSTRACT

### SOIL PHYSICAL PROPERTIES OF CERRADO CULTIVATED OF COVERING VEGETABLE IN NO TILLAGE SYSTEM

The study was accomplished with the objective to evaluate the influence of covering vegetable and the rotation system with corn and soybean, in some soil physical properties. The experimental design was random blocks, with eight treatments: pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L)), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), sunn hemp (*Crotalaria juncea*) and black oat (*Avena strigosa* Schreb), fallow land and conventional system area and four repetitions. On the soil covering types it was cultivated corn and soybean in the agricultural year 2000/2001, and in the following year 2001/2002, staying the covering plants as the main plots, and rotated soybean and corn as the subplots. Were determined bulk density (BD), macro and microporosity, soil aggregate stability, being used the indexes mean weight diameter (MWD), in the depths of 0,0 a 0,05; 0,05 – 0,10 m. The significant differences were found just in the treatments in the aggregation class of 0,13 mm, and in the depths of 0,05 – 0,10 m. it was not observed significant differences for microporosity and bulk density (BD) for all the treatments. For microporosity the smallest values were observed with sunn hemp.

**Key words:** aggregation stability, soil mulching, erosion.

---

1. Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor junto à Universidade Estadual Paulista – UNESP-Jaboticabal-SP.

## INTRODUÇÃO

A retirada da cobertura vegetal e o cultivo convencional dos solos aceleram a decomposição da matéria orgânica, provocando a compactação e a pulverização dos agregados na camada superficial, tornando-os muito suscetíveis à erosão (Pelá, 2002). A manutenção da cobertura vegetal e seus resíduos na superfície do solo causam um aporte contínuo de matéria orgânica, podendo ocorrer à melhoria de algumas propriedades físicas do solo, tais como agregação, infiltração, permeabilidade, dentre outras (Bertol *et al.*, 2004).

Dentre estas propriedades, a estrutura pode ser considerada como uma das mais importantes sob o ponto de vista agrícola, pois a ela são atribuídas propriedades fundamentais nas relações solo-planta. Hillel (1982) destaca que a estrutura pode ser alterada por mudanças no clima, na atividade biológica e por práticas de manejo do solo, sendo ainda vulnerável a forças de natureza mecânica e físico-química. A maior proteção do solo devido ao contínuo aporte de resíduos orgânicos, favorece a manutenção da agregação, uma vez que não ocorre a destruição mecânica dos agregados pelos implementos de preparo de solo (Alvarenga *et al.* 1986). Castro Filho *et al.* (1998), verificaram que no sistema de rotação de culturas, na profundidade de 0 a 0,10 m, a estabilidade de agregados foi 20 % superior na rotação milho/trigo/milho, comparada à rotação soja/trigo/soja sendo que a estabilidade, a longo prazo tende a aumentar em solos com gramíneas do que os com leguminosas (Paladini & Mielniczuck, 1991; Silva & Mielniczuck, 1997, 1998).

Segundo Merten & Mielniczuck (1991), quando os restos culturais são mantidos como cobertura do solo, normalmente a densidade do solo e a microporosidade aumentam nas camadas mais superficiais, sendo isto atribuído ao não revolvimento do solo. As raízes das plantas estimulam a agregação estável do solo com o suprimento dos resíduos orgânicos liberados quando da decomposição do seu sistema radicular (Oades, 1984). Silva *et al.* (1998) estudando a resistência dos agregados ao impacto das gotas de chuva, com diferentes plantas de cobertura sobre o solo, verificaram que em áreas de braquiária os agregados ficaram mais resistentes. Este comportamento pode ser atribuído ao maior conteúdo de matéria orgânica, que confere maior eficiência na manutenção da estabilidade dos agregados em água.

Silva & Rosolem (2001) avaliando o crescimento radicular, produção da matéria seca da parte aérea e das raízes de seis plantas de cobertura (aveia preta, guandu, milheto, mucuna preta, sorgo e tremoço azul) em vasos, observaram que em solo arenoso a densidade crítica para desenvolvimento destas plantas é superior a  $1,6 \text{ Mg m}^{-3}$  e que o milheto foi à planta que produziu mais matéria seca em solos com compactação subsuperficial. Ainda neste estudo, o guandu e o

tremoço azul foram os que apresentaram os piores desempenhos em relação às propriedades avaliadas.

Beutler (1999), estudando alguns parâmetros físicos em diferentes sistemas de manejo de solo no cerrado, observou que no sistema de semeadura direta o diâmetro médio dos agregados foi 1,86 vez maior quando acompanhado de preparo convencional na profundidade de 0 a 0,05 m, sendo o teor de matéria orgânica também mais elevado nesta profundidade. Secco *et al.* (1997), em um Latossolo Vermelho Escuro argiloso, encontrou uma porosidade total de 0,53 e  $0,57 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , macroporosidade de 0,20 e  $0,29 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , e microporosidade de 0,32 e  $0,28 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  para semeadura direta e preparo convencional, respectivamente, na profundidade de 0 a 0,07 m, camada esta onde ocorre maior aporte de matéria orgânica.

Andreola *et al.* (2000) avaliando a influencia do cultivo da aveia preta e nabo forrageiro associados a adubações orgânicas, minerais, orgânicas + minerais e com esterco de aves nas propriedades físicas do solo, observaram que a prática da adubação reduziu a estabilidade dos agregados maiores que 4,76 mm e aumentou nas classes de diâmetro 4,76 a 2,00 mm e 2,00 a 1,00 mm, na camada de solo 0 a 0,10 m. Os autores também observaram que o adubo orgânico promoveu o aumento da macroporosidade e diminuiu a densidade do solo, enquanto que a adubação orgânica + mineral reduziu a macroporosidade e aumentou a microporosidade e a densidade do solo.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de plantas de cobertura do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico, em semeadura direta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Uberaba (CEFET), no município de Uberaba-MG, situado a  $19^{\circ}39'19''\text{S}$  e  $47^{\circ}57'27''\text{W}$ , a aproximadamente 795 metros de altitude. No local ocorrem médias anuais de 1600 mm de precipitação,  $22,6^{\circ}\text{C}$  de temperatura do ar e 68% de umidade relativa do ar. 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 distrófico (EMBRAPA, 1999), textura média. Até a profundidade de 0,40 m, apresenta  $180 \text{ g kg}^{-1}$  de argila,  $730 \text{ g kg}^{-1}$  de areia e  $90 \text{ g kg}^{-1}$  de silte. As características químicas da área na ocasião da instalação do experimento (ano agrícola 2000/2001), são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Características químicas do solo da área experimental em duas camadas (0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m).

Profundidade	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
	H <sub>2</sub> O									
M		g kg <sup>-1</sup>	Mg dm <sup>-3</sup>	.....mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> .....						%
0,0 a 0,20	6,3	16	17	2,9	19	6	20	28	48	58
0,20 a 0,40	5,7	14	3	1,0	13	4	20	18	38	47

Análise realizada no Laboratório de Solos, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba-MG; P,K = Mehlich-1; M.O = Walkley e Black; Ca e Mg = KCl (EMBRAPA, 1997).

Antes do preparo de solo fez-se uma avaliação de suas propriedades físicas, com amostragens nas profundidades de 0 a 0,05 m e 0,05 a 0,10 m (Tabela 2).

Não aplicou-se calcário na área experimental, bem como qualquer adubação na semeadura das plantas de cobertura, como ocorre normalmente na região. Foi

utilizada uma área que estava há mais de um ano em pousio, que apresentava um histórico de mais de 20 anos em preparo convencional. Nesta foi instalado o experimento, cujo delineamento adotado foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas.

**Tabela 2** - Atributos físicos do solo da área nas diferentes profundidades, no ano agrícola 2000/01.

Propriedades físicas	Profundidades de amostragem	
	0,00 a 0,05 m	0,05 a 0,10 m
Densidade do solo (Mg m <sup>-3</sup> )	1,51	1,62
Areia Grossa (g kg <sup>-1</sup> )	10,00	10,00
Areia Média (g kg <sup>-1</sup> )	140,00	130,00
Areia Fina (g kg <sup>-1</sup> )	450,00	440,00
Areia Muito Fina (g kg <sup>-1</sup> )	130,00	110,00
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	110,00	130,00
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	160,00	170,00
Macroporosidade (cm <sup>-3</sup> cm <sup>-3</sup> )	0,16	0,13
Microporosidade (cm <sup>-3</sup> cm <sup>-3</sup> )	0,29	0,30
DMP (mm)	3,31	2,58

Foram empregados oito tratamentos (coberturas do solo, Tabela 3) nas parcelas principais e duas subparcelas (milho e soja), com quatro repetições, num total de 32 parcelas de 40 m<sup>2</sup> (4 x 10 m). No ano agrícola 2000/2001, foram semeadas seis coberturas: milheto (*Pennisetum glaucum* (L)), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), guandú (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), além da utilização de uma área

em pousio e a testemunha (preparo convencional), nas parcelas principais.

Realizou-se um levantamento da composição botânica das plantas espontâneas que se desenvolveram na área sob pousio e constatou-se a presença de espécies de diversas famílias (Tabela 4).

Nas áreas sob preparo convencional foram efetuadas duas gradagens, uma aradora para incorporação dos resíduos vegetais e outra niveladora, para destruir os torrões na superfície.

**Tabela 3** - Espécies de plantas de coberturas utilizadas, espaçamento entre linhas e densidade de semeadura.

Cultura	Espaçamento (m)	Densidade (plantas/ m linear)
Pousio	.....	.....
Milheto	0,25	20
Sorgo	0,50	20
Crotalária	0,50	30
Aveia preta	0,25	100
Guandu	0,50	15
Braquiaria	0,25	25
Convencional		Testemunha

**Tabela 4** - Plantas espontâneas verificadas nas áreas sob pousio, ano agrícola 2000/2001.

FAMILIA	NOME CIENTIFICO	NOME COMUM
Solanaceae	<i>Nicandra physaloides</i>	Joa de capote
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> spp.	Caruru
Compositae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão preto
Gramineae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Timbete
Gramineae	<i>Digitaria insularis</i>	Capim amargoso
Gramineae	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Capim marmelada
Compositae	<i>Acanthospermum hispidum</i>	Carrapicho de carneiro
Gramineae	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Capim favorito
Labiatae	<i>Hyptis suaveolens</i> L.	Cheirosa
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Maria pretinha
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentum</i>	Tiririca
Gramineae	<i>Brachiaria decumbens</i>	Braquiária decumbens
Gramineae	<i>Eleusine indica</i>	Capim pé de galinha
Gramineae	<i>Panicum maximum</i>	Capim colônia

Aos 110 dias após emergência (DAE) fez-se amostragens em 2 pontos ao acaso em cada parcela para avaliação da massa seca, jogando-se um quadrado de ferro de área útil de 1 m<sup>2</sup>. Todo o material encontrado dentro da área era coletado, cortando-se o mais rente possível ao solo. O material coletado foi levado para laboratório, colocado em estufa de circulação forçada a 65 °C por 72 horas, sendo os resultados expressos em kg ha<sup>-1</sup>. Após esta amostragem, as plantas foram dessecadas aplicando-se 1440 g ha<sup>-1</sup> de glifosato + 600 g ha<sup>-1</sup> de Paraquat. Quinze dias após a dessecação, a parcela foi subdividida em duas de 20 m<sup>2</sup> e realizada à semeadura

das culturas anuais (milho e soja) sobre a palha seca. No ano agrícola 2001/2002 foram adotados os mesmos procedimentos, sendo rotacionadas as culturas de milho e soja nas subparcelas.

Semeou-se o milho híbrido duplo “AG 1051” da Empresa Agrocerees com 6 sementes por metro e 0,90 m de espaçamento entre linhas e a soja “MG/BR-46 Conquista” de ciclo semi-tardio. Usou-se 15 sementes por metro e espaçamento de 0,45 m entre linhas, utilizando uma semeadora “PST2 da Tatú” da Empresa Marchesan. Para adubação de semeadura de milho utilizou-se 32 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 1,2 kg ha<sup>-1</sup> de Zn e em cobertura, aplicou-

se 90 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia aos 10 dias após emergência (DAE) e mais 20 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de sulfato de amônio 25 DAE, nos dois anos agrícolas avaliados. Para soja, utilizou-se 8 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O e 1,2 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. Não foi realizada a inoculação das sementes com *Rizobium*. Em função dos teores de cálcio e de magnésio verificados (Tabela 1), não foi realizada calagem na área. Foram feitos os tratamentos das sementes e o controle de pragas, doenças e plantas daninhas necessários durante o ciclo das culturas.

A densidade do solo (Ds) foi determinada em amostras com estrutura indeformada, coletadas com amostrador de Umland (Forsythe, 1975), e a densidade das partículas pelo método do balão volumétrico, usando álcool etílico como líquido penetrante (Blake & Hartge, 1986).

A distribuição de poros por tamanho (macro e microporosidade) foi determinada em amostras indeformadas (EMBRAPA, 1997), em mesa de tensão. O volume total de poros foi calculado relacionando a densidade do solo e a densidade de partículas.

A estabilidade dos agregados estáveis em água foi avaliada pelo método descrito por Kemper & Chepil (1965), denominado padrão, que consiste em pesar amostras de 50 g de solo, secas ao ar, em duplicata constituídas de agregados de diâmetro entre 9,51 a 4,76 mm, os quais foram umedecidos por capilaridade durante 12 horas. A seguir, transferiram-se as amostras para um jogo de peneiras de 4,00; 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,13 mm de malha, agitando-se em água, com oscilação vertical, durante 15 minutos. Os conteúdos de cada peneira foram transferidos para recipientes metálicos previamente pesados e submetidos à secagem por 24 horas em estufa a 105°C. Descontado o teor de água e a quantidade de areia retida em cada peneira, efetuou-se o cálculo do diâmetro médio ponderado dos agregados, por meio da seguinte equação:

$$DMP = \sum_{i=1}^n (X_i W_i)$$

Sendo:  $W_i$  = proporção de cada classe em relação ao total;  $X_i$  = Diâmetro médio das classes (mm).

Para verificar se os valores de DMP dos tratamentos foram diferentes da área de pousio, foi calculado “índice de sensibilidade” sugerido por Bolinder et al. (1999). Este índice utiliza o princípio da comparação relativa entre tratamentos e é calculado pela seguinte expressão:  $I_s = a_s / a_c$  onde  $I_s$  é o índice de sensibilidade;  $a_s$  é o valor do DMP da área considerada em cada sistema de manejo testado e  $a_c$  é o valor do DMP da área de pousio. O valor do referido índice maior do que a unidade (um) significa que a estabilidade dos agregados aumentou e, quando o índice for menor que um, esta diminuiu.

As análises estatísticas foram realizadas com o

auxílio do software Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), versão 5,0 (Euclides, 1983). As avaliações constaram de análise de variância, aplicando o teste F para significância. Quando este foi significativo, compararam-se as médias pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Distribuição dos agregados em função das plantas de cobertura

De uma maneira geral, observou-se que a maior percentagem de agregados ficou retida na peneira de 4 mm em todos os tratamentos (Tabela 5). Estes dados são corroborados com dados obtidos por Perin et al. (2002) trabalhando com leguminosas herbáceas como cobertura viva em Seropédica-RJ. Silva & Mielniczuck (1997; 1998) observaram um maior percentual de agregados, em áreas de gramíneas.

Alguns dos princípios básicos citados na literatura que envolve a gênese dos agregados destacam que as raízes das plantas estimulam a agregação estável do solo, e que estas raízes ao penetrarem no solo comprimem as partículas, aproximando-as, formando um emaranhado de raízes e solo e estimulando a agregação (Oades, 1984). Verifica-se que a estabilidade tende a aumentar mais em solos com gramíneas do que os com leguminosas (Silva & Mielniczuck, 1997; 1998). Alguns destes comportamentos foram constatados neste experimento nas áreas de coberturas de gramíneas.

Na camada de 0,0 a 0,05 m não ocorreram diferenças significativas no peso de agregados por classes de tamanho nos tratamentos avaliados (Tukey 5%). Porém pode-se destacar que mesmo a área em preparo convencional (testemunha), apresentou valores semelhantes aos demais tratamentos. Este fato pode ser explicado pela situação de pousio em que a área se encontrava e também pela influência da vegetação natural, que pode ter contribuído para a agregação através da ação do sistema radicular e pelo depósito de material orgânico (folhas). Campos et al. (1995) em seu trabalho com estabilização estrutural de agregados num Latossolo, verificaram que com a manutenção da cobertura vegetal, ocorreu uma maior resistência ao impacto das gotas de chuva, favorecendo uma menor desagregação superficial. Albuquerque et al. (2001) e Beutler (1999) observaram efeitos semelhantes, comparando sistemas de semeadura direta e convencional.

Para a camada de 0,05 a 0,10 m foram observadas diferenças significativas apenas na classe de menor diâmetro (0,13 mm), sendo que na área com guandu (2,05 g), este valor foi 3,4 vezes maior que o menor valor observado para o milho (0,60 g). Nesta camada podem-se observar os efeitos de desagregação do solo

causados por vários anos de semeadura convencional, constatado pelo aumento dos valores de massa de agregados nas peneiras menores (0,13 mm), apresentando diferenças significativas entre os tratamentos. Este comportamento também foi

constatado por Perin (2002) e Andreola et al. (2000), que observaram maior desagregação em camadas mais profundas, quando compararam áreas com cobertura e áreas em convencional.

**Tabela 5** - Distribuição das classes do diâmetro dos agregados nas diferentes plantas de cobertura do solo e nas profundidades de 0,0 a 0,05 e 0,05 a 0,10 m.

Classes Mm	Convenc.	Pousio	Aveia P.	Braq.	Sorgo	Milheto	Crotal.	Guandu	CV
	g								%
0,0 a 0,05 m									
4,00	41,71 a	44,34 a	39,56 a	41,34 a	44,97 a	41,34 a	42,88 a	40,52 a	5,5
2,00	2,32 a	1,42 a	3,25 a	2,98 a	1,74 a	3,03 a	2,12 a	2,18 a	26,0
1,00	1,00 a	0,55 a	1,66 a	0,82 a	0,60 a	1,07 a	0,66 a	1,53 a	27,8
0,50	1,30 a	0,61 a	1,55 a	1,19 a	0,55 a	1,21 a	0,83 a	1,90 a	25,7
0,25	1,47 a	0,75 a	1,62 a	1,46 a	0,57 a	1,31 a	1,17 a	1,81 a	22,8
0,13	0,96 a	0,56 a	0,86 a	1,08 a	0,30 a	0,93 a	0,97 a	0,92 a	14,8
< 0,13	1,24	1,77	1,50	1,13	1,27	1,11	1,37	1,14	
0,05 a 0,10 m									
4,00	38,90 a	39,87 a	36,97 a	40,51 a	42,67 a	44,08 a	35,85 a	32,48 a	9,7
2,00	3,21 a	2,81 a	1,95 a	2,29 a	1,81 a	1,77 a	4,19 a	4,42 a	20,7
1,00	1,49 a	1,52 a	1,72 a	1,29 a	0,88 a	0,78 a	2,08 a	2,32 a	20,4
0,50	1,94 a	1,91 a	2,72 a	1,45 a	1,38 a	0,66 a	2,44 a	3,35 a	28,6
0,25	1,90 a	1,89 a	3,34 a	1,76 a	1,50 a	0,91 a	2,14 a	3,86 a	28,8
0,13	1,01 c	0,77 d	1,39 b	1,07 c	0,92 cd	0,60 e	1,08 c	2,05 a	12,8
< 0,13	1,56	1,23	1,91	1,63	1,04	1,22	2,22	1,50	

Médias seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

#### Diâmetro Médio Ponderado dos Agregados (DMP)

Com relação ao diâmetro médio ponderado (DMP), observou-se que os maiores valores numéricos foram encontrados nas áreas de gramíneas quando comparadas às leguminosas, apesar de não haver diferenças estatísticas entre elas (Tabela 6).

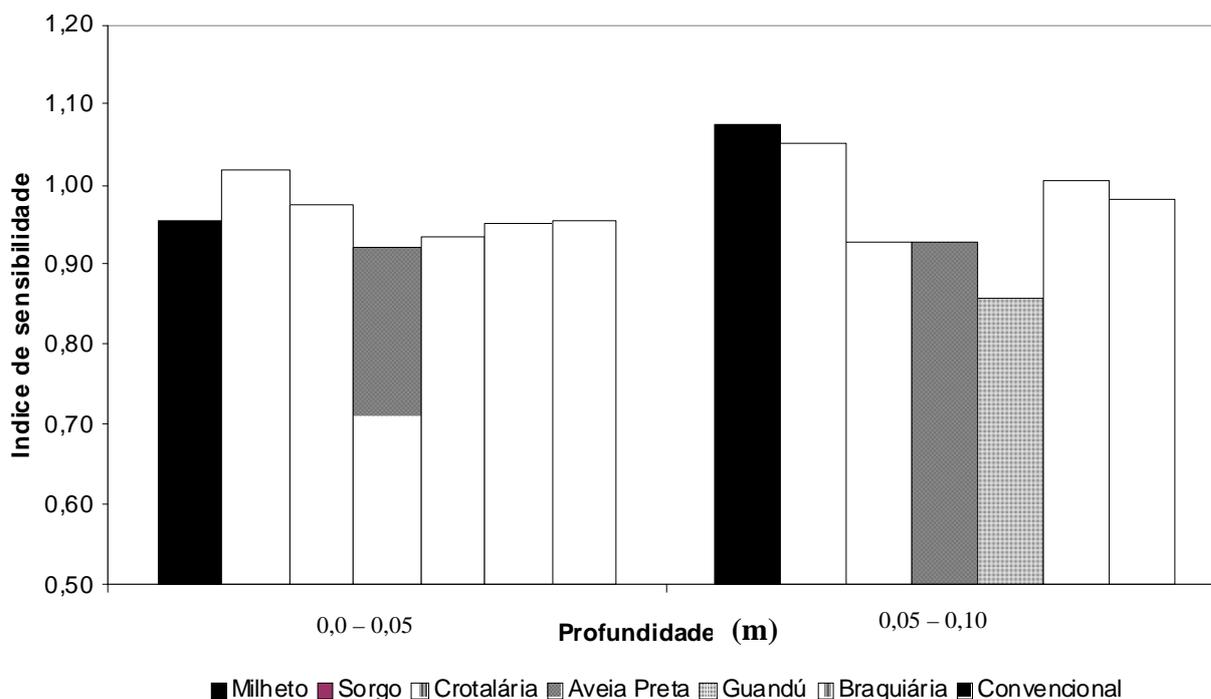
**Tabela 6** - Diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados obtidos nas profundidades de 0,0 a 0,05 e 0,05 a 0,10 m, em agosto/2002.

Coberturas	Profundidades de amostragem	
	0,00 a 0,05 m	0,05 a 0,10 m
Pousio	3,63 a	3,36 a
Milheto	3,47 a	3,62 a
Sorgo	3,69 a	3,53 a
Crotalária	3,54 a	3,11 a
Aveia preta	3,34 a	3,11 a
Guandu	3,39 a	2,88 a
Braquiária	3,46 a	3,38 a
Convencional	3,47 a	3,30 a

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Este comportamento diverge dos dados obtidos por Perin (2001), que trabalhando com leguminosas herbáceas perenes, observou maiores valores de DMP nas áreas de leguminosas quando comparado com áreas capinadas, que apresentaram diferenças significativas.

Calculou-se o índice de sensibilidade, sendo este apresentado na Figura 1. Na profundidade de 0,0 a 0,05 m os maiores valores foram verificados na área de milho e o menor na área de guandu nesta mesma profundidade. Para a profundidade de 0,0 a 0,05 m os menores valores deste foram verificados para as áreas de aveia preta e guandu, este comportamento pode estar relacionado à baixa produção de massa seca (Tabela 7), com isto ocorreu uma menor proteção dos agregados quanto à destruição promovida pela ação mecânica da água e dos implementos agrícolas. Bertol et al. (2004) estudando diferentes sistemas de cultivo, verificou que o índice de sensibilidade demonstrou que o preparo convencional promoveu uma maior degradação do solo do que o sistema de semeadura direta, em relação ao campo nativo.



**Figura 01** – Índice de sensibilidade para o diâmetro médio ponderado dos agregados submetido a diferentes coberturas de solo.

**Tabela 7** - Produção de massa seca das plantas de cobertura nos anos agrícolas de 2000/01 a 2001/02.

Planta de cobertura	MS	MS
	2000/01 Mg ha <sup>-1</sup>	2001/02 Mg ha <sup>-1</sup>
Pousio	2,09 d <sup>(1)</sup>	3,79 a <sup>(1)</sup>
Aveia	2,37 d	3,36 ab
Crotalária	3,87 cd	3,69 a
Sorgo	7,06 b	4,02 a
Milheto	10,28 a	3,62 a
Braquiária	6,03 bc	2,12 c
Guandu	1,64 d	2,66 bc
C.V. (%)	20,73	10,94

(1) Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% (Tukey).

**Tabela 8** - Valores de densidade do solo obtidos nas diferentes plantas de cobertura de solo nas profundidades de 0 a 0,05; 0,05 a 0,10 m, no período entre agosto/2000 a agosto/2002.

Coberturas	Densidade do Solo (Mg m <sup>-3</sup> )	
	0,00 a 0,05 m	0,05 a 0,10 m
Pousio	1,67 a	1,59 a
Milheto	1,54 a	1,57 a
Sorgo	1,54 a	1,55 a
Crotalária	1,43 a	1,53 a
Aveia preta	1,47 a	1,59 a
Guandu	1,50 a	1,49 a
Braquiária	1,49 a	1,53 a
Convencional	1,63 a	1,62 a

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

### Densidade do Solo (DS)

Os valores de DS (Tabela 8) variaram entre 1,43 a 1,67 Mg m<sup>-3</sup>, não sendo verificadas diferenças significativas entre os diferentes tipos de cobertura (Tukey 5%). Pelá (2002) estudando o efeito de plantas de cobertura em propriedades físicas do solo na região de Jaboticabal/SP, num Latossolo Vermelho, encontrou comportamento semelhante ao verificado neste estudo, porém obteve valores menores para DS, que variaram de 1,44 a 1,48 Mg m<sup>-3</sup> para milheto, guandu, crotalária juncea, braquiária e pousio.

Os valores de DS podem ter favorecido o desenvolvimento das plantas de cobertura, como destacado por Silva & Rosolem (2001), que atribuem o valor de DS de 1,60 Mg m<sup>-3</sup> como crítico para o desenvolvimento de plantas de cobertura, num Latossolo Vermelho textura franco-arenosa. Bertol et al. (2000; 2004) destacam ocorrer aumento da DS na profundidade de 0,10 m na semeadura direta quando comparada ao sistema convencional, porém, devido ao tempo de condução deste experimento, não foram observados tais comportamentos.

### Macro e Microporosidade

Quanto aos valores da porosidade do solo (macro e microporos) não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos analisados para macroporosidade (Tukey 5%), porém através da relação Ma/Pt (Figura 2), observa-se à tendência de maiores valores na profundidade de 0,0 a 0,05 m nas áreas de pousio e preparo convencional. Este comportamento observado na área de pousio pode ser decorrente à ausência de preparo do solo para a implantação das coberturas. Já na área com preparo convencional, a exposição direta do solo aos impactos das gotas de chuva, podem ter contribuído para a destruição dos agregados e redução da macroporosidade. Bertol et al. (2004), trabalhando com diferentes sistemas de cultivo e campo nativo em Cambissolo Húmico verificou os menores valores da relação Ma/Pt em área de campo nativo, sendo estes valores resultantes do pastejo que a área era submetida.

Para a camada de 0,05 a 0,10 m verificou-se o mesmo comportamento observado na camada superficial, porém constata-se um aumento da relação Ma/Pt, indicando uma menor alteração da macroporosidade nesta camada. Em todas as áreas verificaram-se valores da relação Ma/Pt superiores a 0,33, valor este considerado por Taylor & Aschcroft (1972) como limitante ao desenvolvimento do sistema radicular da maioria das culturas.

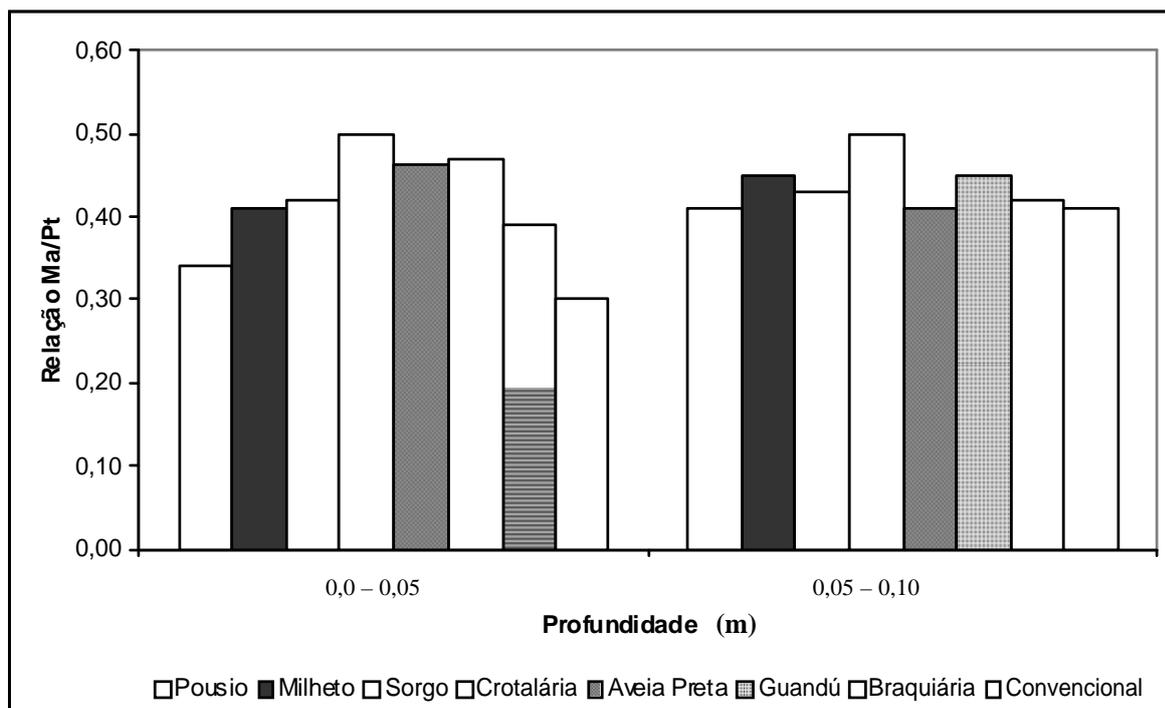
Com relação a microporosidade (Tabela 9)

observou-se que ocorreram diferenças significativas (Tukey 5%) apenas na camada de 0,05 a 0,10 m de profundidade, na qual o valor obtido para a crotalária foi menor que os verificados nos demais tratamentos. Este comportamento é similar ao verificado por Pelá (2002), que observou o aumento da microporosidade para crotalária juncea, até 0,08 m de profundidade, demonstrando a participação desta cobertura no aumento da microporosidade do solo.

**Tabela 9** - Microporosidade do solo obtidos sob as diferentes coberturas de solo após 2 anos da implantação do experimento, entre o período de agosto/2000 a agosto/2002.

Coberturas	Microporosidade do solo (%)	
	0,00a 0,05 m	0,05 a 0,10 m
Pousio	28,20 a	25,87 ab
Milheto	26,23 a	23,77 b
Sorgo	24,81 a	25,20 ab
Crotalária	23,50 a	22,15 b
Aveia preta	25,02 a	26,39 a
Guandú	24,55 a	25,68 ab
Braquiária	28,61 a	26,53 a
Convencional	29,83 a	25,04 ab
CV (%)	15,7	5,6

Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.



**Figura 2** – Relação volume de macroporos(Ma)/ volume total de poros (Pt), nas profundidades de 0,0 - 0,05 e 0,05 – 0,10 m, submetido a diferentes coberturas de solo.

## CONCLUSÕES

Foram verificadas diferenças significativas entre as coberturas avaliadas para agregados na camada de 0,05 a 0,10 m, onde observou-se aumento dos valores de massa de agregados nas peneiras menores (0,13 mm). Não houve diferenças entre as coberturas com relação à densidade do solo e macroporosidade, entretanto para a microporosidade ocorreram diferenças entre as coberturas na camada de 0,05 – 0,10 m, onde a crotalária apresentou o menor valor observado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 25, n. 1, p. 717 – 723, 2001.
- ALVARENGA, R. C; FERNANDES, B.; SILVA, T. C. S.; RESENDE, M. Estabilidade dos agregados de um Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, p. 273 – 277, 1986.
- ANDREOLA, F., COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 857 – 865, 2000.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSARIOL, J.M.; REIS, E.F. & DILLY, L. Propriedades físicas de um cambissolo Húmico álico afetadas pelo manejo do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 91-95, 2000.
- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J. & ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparada às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 155 – 163, 2004.
- BEUTLER, A. N. Produtividade de culturas e atributos físicos de Latossolo Vermelho-escuro fase cerrado sob diferentes sistemas de manejo. 1999, 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras/MG, 1999.
- BLAKE, G.R & HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A., ed. *Methods of Soils Analysis: physical and mineralogical methods*. 2º ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986. p. 363 – 375.
- BOLINDER, M. A.; ANGERS, D. A.; GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R. The response of soil quality indicators to conservation manage. **Canadian Journal of Soil Science**. Canadá, v. 79, p. 7 - 45, 1999.
- CAMPOS, B. C. de; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas-SP, v. 19, p. 121 – 126, 1995.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotação de culturas e métodos de preparo de amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 527 – 538, 1998.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA/CNPS). *Manual de métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro, 1997, 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília, Produção de Informação, 1999, 412 p.
- EUCLIDES, R.F. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas)*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1983, 59 p.
- FORSYTHE, W.M. *Física del suelos: Manual de laboratorio*. San José, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1975, 212 p.
- HILLEL, D. *Introduction to soil physics*. New York, Academy Press Inc., 1982, 364 p.
- KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregation. In: BLACK, C. A. ed. *Methods of Soils Analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965, pt.1, cap. 39, p. 499 – 510 (Agronomy, 9).
- MERTEN, G. H.; MIELNICZUCK, J. Distribuição do sistema radicular e dos nutrientes em Latossolo Roxo sob dois sistemas de preparo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 857 – 865, 1991.
- OADES, J.M. Soil organic matter and structural stability mechanisms and implications for management. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 76, p. 319 – 337, 1984.

- PALADINI, F. L. S.; MIELNICZUK, J. Distribuição do tamanho de agregados de um solo Podzólico Vermelho Escuro afetado por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 135 – 140, 1991.
- PELÁ, A. Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em semeadura direta na região de Jaboticabal-SP. 2002, 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal- UNESP, Jaboticabal/SP, 2002.
- PERIN, A. Desempenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo. 2001, 105 p. Dissertação (Mestrado em Solos), Seropédica/RJ, UFRRJ, 2001.
- PERIN, A.; GUERRA, J. G. N.; TEIXEIRA, M. G.; PEREIRA, M. G.; FONTANA, A. Efeito da cobertura viva de leguminosas herbáceas perenes na agregação de um Argissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, V. 26, n. 1, p. 713 – 720, 2002.
- SECCO, D., ROS, C. O. da; FIORIN, J. E., PAUTZ, C.V.; PASA, L. Efeito de sistemas de manejo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Escuro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n.1, p. 57 – 60, 1997.
- SILVA, M. L. N.; BLANCANEAUX, P., CURTI, N., LIMA, J. M. de, MARQUES, J. J. G. de S. E. M.; CARVALHO, A. M. de. Estabilidade e resistência de agregados de Latossolo Vermelho Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.1, p.97 – 103, 1998.
- SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização dos agregados do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, p. 113 – 117, 1997.
- SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade dos agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 311 – 317, 1998.
- SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 25, p. 253 – 260, 2001.
- TAYLOR, S. A. & ASHCROFT, G. L. *Physical edaphology – The physics of irrigated and nonirrigated soils*. San Francisco, W.H. Freeman, 1972, 532p.



This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.