



## EFEITOS DO MANEJO DO SOLO E DE CULTURAS NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO DE CERRADO

PEDRO MARQUES DA SILVEIRA<sup>1</sup>, JOSÉ ALVES JUNIOR<sup>2</sup>, JOSÉ GERALDO DA SILVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Pesquisador Dr., EMBRAPA/Santo Antonio de Goiás – GO. E-mail: [pmarques@cnpaf.embrapa.br](mailto:pmarques@cnpaf.embrapa.br)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Pós-Doutorando, EMBRAPA/Santo Antonio de Goiás – GO.

Apresentado no  
XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
30 de julho a 02 de agosto de 2007 – Bonito – MS

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos de quatro sistemas de manejo do solo e seis rotações de culturas sobre os atributos físicos do solo. O experimento foi conduzido por seis anos consecutivos, durante os quais se efetuaram doze cultivos, em um Latossolo Vermelho distrófico, em Santo Antônio de Goiás, GO. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e esquema fatorial 4 x 6, em parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelos sistemas de manejo: (P1) plantio direto seguido anualmente de um preparo com arado, (P2) plantio direto seguido bienalmente de preparo com arado, (P3) plantio direto seguido trienalmente de preparo com arado e (P4) plantio direto contínuo; e as subparcelas, pelas culturas de verão (milho, arroz, milheto e soja) e de inverno (feijão, trigo e tomate) combinadas em seis rotações. Os sistemas de manejo do solo e de rotação de culturas afetaram a densidade, a macroporosidade e a porosidade total do solo. O plantio direto contínuo aumentou a densidade e diminuiu a macroporosidade e a porosidade total do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** plantio direto, feijão, soja, milho, milheto, preparo do solo

### EFFECTS OF SOIL TILLAGE AND CROP ROTATION SYSTEMS ON SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES IN A DYSTROPHIC RED LATOSOL

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the effects of soil tillage and crop rotation systems over soil physical attributes. The experiment was conducted for six consecutive years with twelve crop seasons in a Dystrophic Red Latosol in Santo Antonio de Goiás, GO, Brazil, in a completely randomized design with four replications arranged in a 4 x 6 factorial split plot. Preparation systems were assigned to plots: (P1) no-tillage followed by annual tillage with plow; (P2) no-tillage followed by biannual tillage with plow; (P3) no-tillage followed by triennial tillage with plow; and (P4) continuous no-tillage; and crop rotation was assigned with millet, rice, soybean and corn in summer season; and bean, wheat and tomato in winter season. The soil tillage and crop rotation systems affected on density, macroporosity and total porosity. The no-tillage increased soil density and decreased macroporosity and soil total porosity.

**KEYWORDS:** no-tillage, bean, soybean, corn, millet, cerrado

**INTRODUÇÃO:** Com a expansão das áreas irrigadas e o surgimento de problemas com o uso contínuo, ou seja, sem interrupção, do plantio direto, na região dos cerrados do Brasil, aumentou-se à necessidade de estudar diferentes sistemas agrícolas a serem implantados nessas áreas. Tratando-se de solos argilosos, um dos aspectos a ser estudado relaciona-se à estrutura, cuja importância, do ponto de vista do desenvolvimento radicular das plantas, associa-se à porosidade total e à distribuição dos poros por tamanho. Estes atributos físicos do solo indiretamente relacionados à estrutura podem ser avaliados em termos de densidade e macroporosidade (DIAS JÚNIOR & PIERCE 1996). Segundo estes autores, a macroporosidade revela-se como um índice bastante útil na avaliação das modificações estruturais do solo. Se por um lado, o manejo incorreto de máquinas e equipamentos agrícolas, que leva à formação de camada subsuperficial compactada, tem sido apontado como um das principais causas da deterioração da estrutura do solo e do decréscimo da produtividade das culturas da região (CAMPOS et al. 1995), o manejo com plantio direto contínuo tem também despertado preocupação. O plantio direto nos latossolos do cerrado apresenta, em geral, na camada superficial, após três a quatro

anos, maiores valores de densidade (Ds) e microporosidade (mp) e menores valores de macroporosidade (Mp) e porosidade total (P), quando comparados com os do preparo convencional. Isto decorre, principalmente, do arranjo natural do solo, quando não é mobilizado, e da pressão provocada pelo trânsito de máquinas e implementos agrícolas, sobretudo quando realizado em solos argilosos e com teores elevados de água (VIEIRA & MUZILLI, 1984). A compactação superficial do solo tem feito com que alguns agricultores da região do cerrado, usem eventualmente, o arado e a grade aradora nas suas áreas até então conduzidas sob plantio direto, ajudando, na descompactação do solo, além de redistribuir melhor os nutrientes no perfil. Segundo SILVEIRA et al. (1998), tal procedimento pouco diminuiu o aspecto conservacionista de manejo do solo, já que semeadura direta volta a ser empregada nos cultivos subsequentes. Dessa maneira, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes sistemas de manejo do solo e de rotações de culturas, na densidade, microporosidade, macroporosidade e porosidade total de um Latossolo Vermelho da região de cerrado.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os experimentos foram instalados na área experimental da Fazenda Capivara, pertencente à Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO (latitude 16° 28' 00"S, longitude 49° 17' 00" O e altitude de 823 m). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, com quatro repetições em esquema fatorial 4 x 6, sendo as parcelas constituídas por quatro sistemas de manejo do solo: P1 = plantio direto seguido anualmente de um preparo com arado; P2 = plantio direto seguido bianualmente de um preparo com arado; P3 = plantio direto seguido trienalmente de um preparo com arado; e P4 = plantio direto contínuo. As subparcelas foram constituídas por seis rotações de culturas. Com milho, arroz e soja na primavera-verão e feijão, trigo e tomate no outono-inverno. O trabalho foi conduzido sob irrigação por aspersão, sistema pivô central, por seis anos consecutivos, 1998 a 2004, durante os quais foram realizados doze cultivos. A aração do solo, nos tratamentos P1, P2 e P3 foi realizada no plantio de outono-inverno devido ao fato de que no inverno são bem menores as chances de ocorrer erosão laminar provocada pela água das chuvas como acontece no verão, visto que as precipitações pluviárias são, praticamente nulas neste período. A aração foi efetuada com arado de três aivecas comuns de doze polegadas, operando na profundidade de trinta centímetros. No plantio direto contínuo P4 foi usada uma semeadora-adubadora apropriada, provida de discos de corte de palhada, de sulcadores com haste para adubação, e de discos duplos desencontrados para semeadura. Foram realizadas determinações da densidade, da microporosidade, da macroporosidade e da porosidade total do solo. As amostras para análise foram retiradas nas camadas 0,0-0,1 m, 0,1-0,2 m e 0,2-0,3 m de profundidade. As coletas foram realizadas em outubro de cada ano, antes do plantio da cultura de primavera-verão. Os efeitos dos sistemas de manejo do solo e de rotação de culturas sobre os atributos físicos, em cada profundidade, foram avaliados a partir da análise de variância conjunta dos seis anos do experimento.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A análise de variância conjunta para densidade, microporosidade, macroporosidade e porosidade total do solo, revelaram efeitos significativos para os fatores manejo do solo e rotação de culturas e para a interação entre cada um destes fatores e ano de cultivo, embora não para todas as camadas. O teste F detectou efeitos para a interação tripla entre preparo do solo e rotação de culturas e ano de cultivo, nas camadas amostradas. Como a tendência do comportamento desses atributos foi semelhante ao longo dos anos, para efeito de discussão, foram consideradas as médias dos anos para comparar os efeitos dos diferentes sistemas de manejo e das rotações de culturas. Os sistemas de preparo do solo afetaram significativamente ( $P < 0,05$ ) a densidade do solo, a macroporosidade e a porosidade total nas camadas preestabelecidas, enquanto que a microporosidade não diferiu entre os sistemas de manejo do solo. A Tabela 1 mostra que na camada 0,0-0,1m maiores valores de densidade do solo foram encontrados nos tratamentos de plantio direto contínuo ( $ds = 1,390 \text{ Mg m}^{-3}$ ), diminuindo com o aumento da frequência de revolvimento do solo com arado (aração a cada 3 anos  $ds = 1,361 \text{ Mg m}^{-3}$ , aração a cada 2 anos  $ds = 1,330 \text{ Mg m}^{-3}$  e aração anual  $ds = 1,301 \text{ Mg m}^{-3}$ ). Nas camadas 0,1-0,2 m e 0,2-0,3 m maiores valores de densidade do solo também foram encontrados no plantio direto contínuo ( $ds = 1,470$  e  $1,444 \text{ Mg m}^{-3}$ ) e difere dos menores valores nos tratamentos com plantio direto seguido de uso de arado. Em todas as três camadas avaliadas maiores valores de macroporosidade (Tabela 1) foram encontrados no tratamento de plantio direto seguido de preparo anual com arado e menores valores foram encontrados no tratamento de plantio direto contínuo. Arações bienal e trienal apresentaram resultados intermediários de macroporosidade do solo.

Comportamento semelhante foi observado na porosidade total do solo. Maiores valores de porosidade total foram encontrados nos tratamentos de plantio direto seguido de preparo com arado, e menores valores encontrados no tratamento de plantio direto contínuo. Pode-se observar (Tabela 1) que o plantio direto contínuo propiciou maior valor de densidade do solo e menores valores de macroporosidade e porosidade total do que o sistema plantio direto seguido de preparo do solo com arado, nas camadas amostradas.

TABELA 1. Valores médios da densidade do solo, microporosidade, macroporosidade e porosidade total obtidas em quatro sistemas de manejo do solo, e seis anos de cultivo, nas camadas 0,0-0,1m, 0,1-0,2m e 0,2-0,3m de profundidade. Santo Antonio de Goiás, GO.

	Profundidade (m)		
	0,0 – 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3
<b>Densidade do solo (Mg m<sup>-3</sup>)</b>			
(P1) Plantio direto e preparo anual com arado	1,301 D b	1,371 B a	1,387 B a
(P2) Plantio direto e preparo bienal com arado	1,330 C b	1,384 B a	1,406 B a
(P3) Plantio direto e preparo trienal com arado	1,361 B b	1,394 B a	1,397 B a
(P4) Plantio direto contínuo	1,390 A b	1,470 A a	1,444 A a
DMS	0,02871		
<b>Microporosidade (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>)</b>			
(P1) Plantio direto e preparo anual com arado	33,154 B b	35,429 A a	34,319 B ab
(P2) Plantio direto e preparo bienal com arado	34,515 AB b	36,176 A a	35,991 A ab
(P3) Plantio direto e preparo trienal com arado	33,706 B b	36,177 A a	36,047 A a
(P4) Plantio direto contínuo	35,907 A a	34,905 A a	34,876 AB a
DMS	1,5893		
<b>Macroporosidade (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>)</b>			
(P1) Plantio direto e preparo anual com arado	18,094 A a	12,978 A b	12,725 A b
(P2) Plantio direto e preparo bienal com arado	15,669 B a	11,237 B b	10,140 B b
(P3) Plantio direto e preparo trienal com arado	15,242 B a	11,719 AB b	10,708 B b
(P4) Plantio direto contínuo	11,830 C a	9,356 C b	9,623 B b
DMS	1,4642		
<b>Porosidade total (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>)</b>			
(P1) Plantio direto e preparo anual com arado	51,239 A a	48,399 A b	47,045 A c
(P2) Plantio direto e preparo bienal com arado	50,232 A a	47,386 A b	46,095 A c
(P3) Plantio direto e preparo trienal com arado	48,948 B a	47,895 A ab	46,746 A b
(P4) Plantio direto contínuo	47,737 B a	44,280 B b	44,500 B b
DMS	1,2302		

<sup>††</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; (A) letras maiúsculas indicam o efeito da rotação dentro do preparo do solo (comparação vertical) e (a) letras minúsculas indicam o efeito do preparo dentro da rotação de culturas (comparação horizontal).

Os efeitos dos sistemas de rotação de culturas sobre os atributos físicos do solo, ao longo dos anos, foram mais variáveis que os dos sistemas de preparo do solo. Provavelmente, isto ocorreu devido às várias condições climáticas e fitossanitárias, que condicionaram diferentes aportes de material vegetal ao solo, e à variação anual nas culturas implantadas, de acordo com o esquema de rotação. Os dados mostraram uma tendência dos tratamentos com soja de apresentarem maior densidade do solo e menor porosidade total. Também foi observado que o sistema de rotação R1 que incluiu mais cultivos de milho propiciou menor valor de densidade de solo, e maiores valores de macroporosidade e de porosidade total do que nos sistemas de rotação R2, R3 e R4 em que incluíram o milho, e ou soja.

TABELA 2. Valores médios da densidade do solo, microporosidade, macroporosidade e porosidade total obtidas em quatro sistemas de manejo do solo, seis rotações de culturas, durante seis anos de cultivo realizados no campo experimental na Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antonio de Goiás, GO.

TRAT	Densidade do solo ( $Mg\ m^{-3}$ )							Média
	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
P1	1,303 C b	1,387 B a	1,358 B ab	1,335 B b	1,373 B ab	1,362 B ab	1,353 B	
P2	1,366 B b	1,417 A a	1,399 AB ab	1,369 B ab	1,354 B b	1,335 B b	1,373 B	
P3	1,398 AB ab	1,365 B b	1,348 B b	1,348 B b	1,432 A a	1,413 A ab	1,384 B	
P4	1,440 A ab	1,404 AB b	1,441 A ab	1,423 A ab	1,460 A a	1,439 A ab	1,434 A	
Média	1,38 a	1,39 a	1,39a	1,37 a	1,40 a	1,39 a		
DMS	0,04855							
Microporosidade ( $m^3\ m^{-3}$ )								
P1	34,849 A a	34,574 A a	33,653 B a	34,216 AB a	33,674 A a	35,839 AB a	34,47 A	
P2	35,829 A ab	36,761 A a	36,117 A a	36,590 A a	34,019 A b	34,051 AB b	35,56A	
P3	35,430 A ab	36,386 A a	36,480 A a	35,321 AB ab	34,810 A ab	33,432 B b	35,31 A	
P4	34,803 A ab	34,897 A ab	36,406 A a	33,844 B b	35,037 A ab	36,391 A a	35,23 A	
Média	35,23 a	35,65 a	35,66 a	34,99 a	34,38 a	34,93 a		
DMS	2,4404							
Macroporosidade ( $m^3\ m^{-3}$ )								
P1	15,954 A a	13,659 A ab	15,316 A ab	15,208 A ab	13,640 A b	13,816 A ab	14,60 A	
P2	12,679 B ab	10,569 B b	10,495 C b	12,120 B b	13,602 A ab	14,628 A a	12,35 AB	
P3	12,325 B ab	12,600 AB ab	13,009 B a	13,691 AB a	10,620 B b	13,094 A a	12,56 AB	
P4	10,404 B ab	11,720 AB a	9,202 C b	11,549 B a	9,562 B ab	9,800 B ab	10,37 B	
Média	12,84 a	12,137 a	12,00 a	13,14 a	11,86 a	12,83 a		
DMS	2,2952							
Porosidade total ( $m^3\ m^{-3}$ )								
P1	50,805 A a	48,215 AB b	48,951 A ab	49,426 A ab	47,314 AB b	48,655 A b	48,89 A	
P2	48,509 B ab	47,275 AB ab	46,557 B b	48,803 A a	47,620 A ab	48,660 A a	47,90 A	
P3	47,754 B ab	48,986 A a	49,488 A a	49,013 A a	45,430 B b	46,508 B b	47,86 A	
P4	45,263 C ab	46,617 B a	45,645 B ab	45,394 B ab	44,545 B b	45,571 B ab	45,50 B	
Média	48,08 a	47,77 a	47,66 a	48,16 a	46,23 a	47,35 a		
DMS	2,0084							

<sup>1/</sup> P<sub>1</sub> - Plantio direto seguido anualmente de um preparo com arado; P<sub>2</sub> - Plantio direto seguido bianualmente de um preparo com arado; P<sub>3</sub> - Plantio direto seguido trienalmente de um preparo com arado; P<sub>4</sub> - Plantio direto contínuo; R<sub>1</sub> - Milheto-feijão-milheto-feijão-arroz-feijão-milheto-feijão-milheto-feijão-arroz-feijão; R<sub>2</sub> - Soja-feijão-soja-trigo-arroz-feijão-soja-feijão-soja-trigo-arroz-feijão; R<sub>3</sub> - Milho-feijão-milho-tomate-arroz-feijão-milho-feijão-milho-tomate-arroz-feijão; R<sub>4</sub> - Milheto-feijão-soja-feijão-arroz-feijão-milheto-feijão-soja-feijão-milheto-feijão; R<sub>5</sub> - Milheto-feijão-milho-feijão-arroz-feijão-milheto-feijão-milho-feijão-milheto-feijão; R<sub>6</sub> - Soja-feijão-milho-feijão-arroz-feijão-soja-feijão-milho-feijão-soja-feijão.

**CONCLUSÕES:** Os sistemas de manejo do solo e de rotação de culturas afetam a densidade, a macroporosidade e a porosidade total do solo; o plantio direto contínuo aumenta a densidade e diminui a macroporosidade e a porosidade total do solo.

## REFERÊNCIAS

- CAMPOS, B. C.; 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, v. 19, n. 1, p. 121-126, jan./abr. 1995.
- DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 175-182, maio/ago. 1996.
- SILVEIRA, P. M., ZIMMERMANN, F. J. P., AMARAL, A. M. Efeito da sucessão de cultura e do preparo do solo sobre o rendimento do arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 885-890, jun. 1998.
- VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 7, p. 873-882, jul. 1984.