

## Emprego do Manejo do Solo na Alteração da Densidade e Porosidade de um Latossolo sob Plantio Direto

Pedro Marques da Silveira<sup>1</sup>  
Luís Fernando Stone<sup>2</sup>

### Introdução

O sistema plantio direto vem se expandindo na Região Central do Brasil como uma alternativa ao sistema convencional de preparo do solo, no intuito de contribuir para a sustentabilidade de sistemas agrícolas intensivos, por manter o solo coberto por restos culturais ou por plantas vivas o ano inteiro, minimizando assim os efeitos da erosão (ALBUQUERQUE et al., 1995). Entretanto, nos latossolos do Cerrado é comum a presença de compactação superficial do solo quando adotado o sistema plantio direto de forma contínua.

Se, por um lado, o manejo incorreto de máquinas e equipamentos agrícolas, que leva à formação de camada subsuperficial compactada, tem sido apontado como uma 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 do solo e microporosidade e menores valores de macroporosidade e porosidade total, quando comparados com os do preparo convencional

(SILVEIRA et al., 1999). 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).

Silveira et al. (2001), avaliando os efeitos de alguns sistemas de preparo do solo na densidade e porosidade, concluíram que a maior mobilização do solo pelo arado de aiveca reduziu sua compactação nas camadas mais profundas, em comparação aos demais sistemas de preparo, propiciando menores valores de densidade do solo e maiores de macroporosidade e porosidade total.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes sistemas de manejo do solo sob plantio direto na densidade, microporosidade, macroporosidade e porosidade total de um latossolo da região de Cerrado.

### Material e Métodos

Os experimentos foram instalados na área experimental da Fazenda Capivara, pertencente à Embrapa Arroz e Feijão,

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 75375-000, Santo Antônio de Goiás - GO, pmarques@cnpaf.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, stone@cnpaf.embrapa.br

no Município de Santo Antônio de Goiás, GO. A análise física do solo, anterior à instalação do experimento, na camada 0-15 cm de profundidade, apresentou os seguintes resultados analíticos: densidade do solo ( $D_s$ ) = 1,30 Mg m<sup>-3</sup>; microporosidade ( $m_p$ ) = 0,324 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>; macroporosidade ( $M_p$ ) = 0,125 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e porosidade total ( $P$ ) = 0,449 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas (CHACÍN LUGO, 1997), com quatro repetições em esquema fatorial 4 x 6, sendo as parcelas constituídas por quatro sistemas de manejo do solo sob plantio direto: 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, com áreas variando de 1000 a 1200 m<sup>2</sup>, foram constituídas por seis rotações de culturas, com as culturas de milho, arroz, milheto 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, de 1999 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. A aração foi efetuada com arado de três aivecas comuns de doze polegadas, operando na profundidade de 30 cm.

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 física 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.

Para obter as amostras não deformadas, foram abertas trincheiras de 0,5 m de comprimento e largura, por 0,5 m de profundidade, e introduzidos no solo cilindros de 0,05 m de diâmetro por 0,05 m de altura, de modo a coincidir o meio do cilindro com a metade da profundidade previamente estabelecida.

As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com métodos apresentados por Claessen (1997). A microporosidade foi determinada pelo método da mesa de tensão, sendo equivalente ao conteúdo de água retido a 6

kPa, e a densidade do solo pelo método do anel volumétrico. A porosidade total foi determinada pela relação entre a densidade do solo e a densidade de partículas, e a macroporosidade pela diferença entre a porosidade total e microporosidade.

Os efeitos dos sistemas de manejo do solo sobre os atributos físicos, em cada profundidade, foram avaliados a partir da análise de variância conjunta dos seis anos do experimento. Na análise de variância dos dados, empregou-se o programa Statistical Analysis System (SAS INSTITUTE, 1989), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

A análise de variância conjunta para densidade, microporosidade, macroporosidade e porosidade total do solo revelaram efeitos significativos para o fator manejo do solo. 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.

Os sistemas de manejo 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 foi afetada pelos sistemas de manejo do solo (Tabela 1).

Na camada 0,0-0,10 m, maiores valores de densidade do solo foram encontrados nos tratamentos de plantio direto contínuo ( $D_s = 1,390$  Mg m<sup>-3</sup>), diminuindo com o aumento da frequência de revolvimento do solo com arado, aração a cada 3 anos (P3)  $D_s = 1,361$  Mg m<sup>-3</sup>, aração a cada 2 anos (P2)  $D_s = 1,330$  Mg m<sup>-3</sup> e aração anual (P1)  $D_s = 1,301$  Mg m<sup>-3</sup>. Nas camadas 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m, maiores valores de densidade do solo também foram encontrados no plantio direto contínuo e significativamente diferente dos valores observados nos tratamentos de plantio direto seguido de uso de arado.

Em todas três camadas avaliadas, menores valores de macroporosidade e porosidade total do solo foram encontrados no tratamento de plantio direto contínuo (Tabela 1), resultantes da maior densidade do solo observada nesse tratamento.

Esses resultados corroboram com os obtidos por Urchei (1996) e Silveira et al. (1999), que observaram maiores valores de densidade e menores de macroporosidade e porosidade total do solo sob plantio direto em relação ao preparo com arado.

**Tabela 1.** Valores médios da densidade do solo, microporosidade, macroporosidade e porosidade total obtidas em quatro sistemas de manejo do solo sob plantio direto, em seis anos de cultivo, nas camadas 0,0-0,1 m, 0,1-0,2 m e 0,2-0,3 m de profundidade. Santo Antônio de Goiás, GO<sup>1</sup>.

	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	0,33154 B b	0,35429 A a	0,34319 B ab
(P2) Plantio direto e preparo bienal com arado	0,34515 AB b	0,36176 A a	0,35991 A ab
(P3) Plantio direto e preparo trienal com arado	0,33706 B b	0,36177 A a	0,36047 A a
(P4) Plantio direto contínuo	0,35907 A a	0,34905 A a	0,34876AB a
DMS	0,015893		
<b>Macroporosidade (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>)</b>			
(P1) Plantio direto e preparo anual com arado	0,18094 A a	0,12978 A b	0,12725 A b
(P2) Plantio direto e preparo bienal com arado	0,15669 B a	0,11237 B b	0,10140 B b
(P3) Plantio direto e preparo trienal com arado	0,15242 B a	0,11719 AB b	0,10708 B b
(P4) Plantio direto contínuo	0,11830 C a	0,09356 C b	0,09623 B b
DMS	0,014642		
<b>Porosidade total (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>)</b>			
(P1) Plantio direto e preparo anual com arado	0,51239 A a	0,48399 A b	0,47045 A c
(P2) Plantio direto e preparo bienal com arado	0,50232 A a	0,47386 A b	0,46095 A c
(P3) Plantio direto e preparo trienal com arado	0,48948 B a	0,47895 A ab	0,46746 A b
(P4) Plantio direto contínuo	0,47737 B a	0,44280 B b	0,44500 B b
DMS	0,012302		

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Letras maiúsculas indicam o efeito do preparo do solo dentro da profundidade (comparação vertical) e letras minúsculas indicam o efeito da profundidade no preparo do solo (comparação horizontal).

Os valores de densidade do solo foram maiores no plantio direto contínuo até a profundidade de 0,30 m. Klein e Libardi (2002) detectaram valores de densidade do solo significativamente maiores até a profundidade de 0,40 m no sistema plantio direto irrigado, e relataram que estes foram decorrentes da pressão provocada pelo trânsito de máquinas e implementos agrícolas, quando realizado em solo argiloso com teores elevados de água. O preparo anual, bienal e trienal do solo com arado, por sua vez, propiciou, no perfil amostrado, menores valores de densidade e maiores de macroporosidade e porosidade total, por mobilizar o solo até 30 cm de profundidade e aliviar, desta forma, a compactação causada pelas operações de manejo das culturas, confirmando os resultados obtidos por Silveira et al. (1999). A alteração da estrutura do solo pelo plantio direto contínuo, com sensível aumento na densidade do solo e diminuição na macroporosidade e na porosidade total, pode provocar modificações no fluxo de água e nutriente do solo, na atividade microbiana, e atuar, conseqüentemente, na redução do desenvolvimento das culturas e no aumento do processo erosivo (CASTRO, 1998).

## Conclusões

Os sistemas de manejo do solo sob plantio direto 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 em relação ao manejo alternado, incluindo a aração do solo.

## Referências

- ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FORTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 115-119, jan./abr. 1995.
- 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, v. 19, n. 1, p. 121-126, jan./abr. 1995.
- CASTRO, O. M. de. Compactação do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A. L. (Coord.). **Plantio direto no Estado de São Paulo**. Piracicaba: FEALQ: ESALQ, 1998. p. 129-139.
- CHACÍN LUGO, F. B. **Cursos de avances recientes en el diseno y análisis de experimentos**. Maracay: Universidad Central da Venezuela, 1997. 145 p.

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1).

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 857-867, out./dez. 2002.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT procedure guide for personal computers**: version 6. Cary, 1989. 846 p.

SILVEIRA, P. M. da; SILVA, J. G. da; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, F. J. P. Alterações na densidade e na macroporosidade de um Latossolo Vermelho-Escuro causadas pelo sistema de preparo do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 29, n. 2, p. 145-149, jul./dez. 1999.

SILVEIRA, P. M. da; SILVA, O. F. da; STONE, L. F.; SILVA, J. G. da. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 2, p. 257-263, fev. 2001.

URCHEI, M. A. **Efeitos do plantio direto e do preparo convencional sobre alguns atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Escuro argiloso e no crescimento e produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação**. 1996. 131 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 7, p. 873-882, jul. 1984.

#### Comunicado Técnico, 170



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Arroz e Feijão**  
 Rodovia GO 462 Km 12 Zona Rural  
 Caixa Postal 179  
 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO  
 Fone: (62) 3533 2123  
 Fax: (62) 3533 2100  
 E-mail: sac@cnpaf.embrapa.br

1ª edição  
 1ª impressão (2009): 1.000 exemplares

#### Comitê de publicações

**Presidente:** *Luís Fernando Stone*  
**Secretário-Executivo:** *Luiz Roberto R. da Silva*

#### Expediente

**Supervisor editorial:** *Camilla Souza de Oliveira*  
**Revisão de texto:** *Camilla Souza de Oliveira*  
**Normalização bibliográfica:** *Ana Lúcia D. de Faria*  
**Editoração eletrônica:** *Fabiano Severino*