

## PROPRIEDADES FÍSICAS E INDICADOR DE QUALIDADE DE UM LATOSSOLO VERMELHO SUBMETIDO A DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO

**Antonio Angelotti Netto<sup>1</sup>; Edemo João Fernandes<sup>2</sup>; José Frederico Centurion<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>PPG-SEA, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo e Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, [angeloti@cnpdia.embrapa.br](mailto:angeloti@cnpdia.embrapa.br)

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP

<sup>3</sup>Departamento de Solos e Adubos, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP

### 1 RESUMO

O sistema convencional de manejo e preparo do solo tem como princípio básico a mecanização intensiva, que altera mais rápida e significativamente suas propriedades, especialmente as físicas. O objetivo desse trabalho foi obter e comparar propriedades físicas como granulometria, densidade, porosidades, curva de retenção de água e índice de degradação de um Latossolo Vermelho, submetido durante seis anos a cultivo intensivo e pousio. Essas determinações foram realizadas em amostras de solo coletadas nas profundidades de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0 m. Houve um acréscimo de argila com o aumento da profundidade no solo cultivado. A densidade do solo sob pousio diminuiu com o incremento da profundidade, porém, na camada arável (0,3 m) do solo cultivado verificou-se o oposto. O maior volume de poros foi constatado no solo cultivado, especialmente nas camadas superficiais. Na menor tensão aplicada (0,001 MPa) o solo cultivado reteve mais água e a partir de 0,033 MPa isto ocorreu no sob pousio. O índice mais elevado de degradação foi observado na profundidade de 0,1 m do solo sob pousio. Contudo, esse valor foi superior àquele (0,020) considerado como um solo fisicamente muito pobre.

**UNITERMOS:** densidade do solo, porosidade, retenção de água, pousio, índice de degradação

### ANGELOTTI NETTO, A.; FERNANDES, E.J.; CENTURION, J.F. PHYSICAL PROPERTIES AND QUALITY INDICATOR OF A RED LATOSOL UNDER DIFFERENT USE AND MANAGEMENT SYSTEMS

### 2 ABSTRACT

The conventional system for soil management and preparation has the intensive mechanization as its basic principle and that changes soil properties, especially physical ones, faster and significantly. This study aimed to obtain and compare physical properties such as distribution of particle sizes, density, distribution of pore sizes, curves of water retention and degradation index of a Red Latosol, under intensive cultivation and no-cultivation for six years. Soil samples were collected at depths of 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0 m. There was a clay increment as a result of cultivated soil increase. The no-till soil density decreased as

depth increased; however, in the arable layer (0.3 m) of the cultivated soil, the opposite was verified. The largest volume of pores was verified in the cultivated soil, especially in the superficial layers. In the smallest applied tension (0.001 MPa), the cultivated soil retained more water; however, starting from 0.033 MPa, the highest humidity values occurred in the no-till soil. The highest degradation index was observed at a depth of 0.1 m in no-till soil. However, that value was superior (0.020) to what is physically considered very poor soil.

**KEYWORDS:** bulk density, porosity, water retention, non-cultivated, degradation index.

### 3 INTRODUÇÃO

O sistema de manejo de solo adotado em uma propriedade rural pode representar o sucesso ou o fracasso de uma atividade agrícola, já que é o principal responsável pelas alterações em suas condições físicas, químicas e biológicas. De maneira mais contundente, aqueles que se baseiam na mecanização intensiva, alteram mais rápida e significativamente essas propriedades, especialmente as físicas.

A rapidez e a capacidade de mobilização de grande volume de terra são características intrínsecas do preparo de solo, que tem a finalidade de promover a mobilização, o destorroamento, o controle das plantas daninhas, a incorporação de restos vegetais, corretivos, fertilizantes e defensivos agrícolas (Coan, 1995). Contudo, quando praticado em excesso e indiscriminadamente contribui para sua degradação, representada pelos aumentos da compactação, erosão e desertificação dos solos (Boller et al., 1998).

A deterioração da qualidade física de um solo é função de suas propriedades estruturais e hídricas, uma vez que a estrutura é fundamental na caracterização do comportamento hidráulico dos macroporos e a textura nas características hidráulicas controladas pelos microporos (Lin et al., 1999).

Portanto, a determinação do tamanho das partículas do solo é parâmetro essencial em sua caracterização, recomendação de aplicação de insumos, como pesticidas e fertilizantes (Vaz et al., 1996), na previsão de propriedades físicas dos solos, como retenção de água, densidade, permeabilidade e porosidade (Iossi et al., 2003), e como indicador da qualidade do solo, sob os aspectos de drenagem, erosão, adsorção de nutrientes e pesticidas, entre outros (Vaz et al., 1996).

Outro importante parâmetro modificado pelo sistema de preparo do solo é a densidade que, segundo Dias Júnior (2000) pode ou não causar sua compactação. Esse mesmo autor, citando outros trabalhos, relata como efeitos benéficos da compactação do solo a melhoria do contato solo-semente e aumento da disponibilidade de água em anos secos. Por outro lado, os efeitos adversos da compactação excessiva podem limitar a adsorção e, ou, absorção de nutrientes e redistribuição de água, trocas gasosas e, ainda, aumentar a resistência mecânica do solo à penetração, restringindo o desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, decréscimo da produção, aumento da erosão e da energia para o preparo do solo.

A curva de retenção de água no solo tem papel fundamental no conhecimento e gestão das suas propriedades hídricas, pois descreve a relação entre conteúdo de água e o potencial matricial que varia no espaço e no tempo. Subsídios que possibilitam a obtenção de outros atributos de solo (Scott, 2000), como os que envolvem interações solo-planta, aeração, irrigação e drenagem (Centurion et al., 1997), movimento de solutos, modelagem ambiental e ecológica (Tomasella et al., 2003) e como indicador da qualidade do solo (Dexter, 2004).

As avaliações das alterações nas propriedades físicas dos solos são comumente realizadas comparando-se diferentes sistemas de manejo com a mata nativa. Porém, quando o objetivo é estudar os efeitos do pousio sobre esses atributos, nota-se uma carência grande de resultados, especialmente em condições brasileiras (Prado et al., 2002).

O objetivo desse trabalho foi comparar a composição granulométrica, a densidade, a distribuição do tamanho de poros, a curva de retenção de água e o indicador de degradação de um Latossolo Vermelho eutroférico, submetido a cultivo intensivo e pousio.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Município de Jaboticabal, (21° 15' 22" S e 48° 18' 58" W; altitude de 570 m e declividade média de 8%). O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, subtropical. O solo, de acordo com a classificação de Andrioli e Centurion (1999) é um Latossolo Vermelho eutroférico argiloso.

Os tratamentos empregados foram dois: área em pousio e manejada convencionalmente (arações e gradagens). A área do solo em pousio (seis anos) recebeu apenas roçadas para o controle da vegetação espontânea. A área cultivada recebeu a aplicação de água via irrigação, o que permitiu a implantação de dois cultivos anuais, milho (*Zea mays* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).

As determinações físicas foram realizadas em cada parcela em trincheiras abertas a 1 m de profundidade. Amostras de solo foram coletadas com estrutura deformada para as determinações da composição granulométrica e indeformada para a densidade, distribuição de tamanhos de poros e retenção de água no solo, em intervalos de 0,1 m até a profundidade de 0,4 m e a partir desse ponto distanciados 0,2 m.

A análise granulométrica foi realizada segundo a metodologia da Embrapa (1997), com a composição granulométrica da terra fina obtida com a dispersão em água com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>, agitação lenta (durante 16 h), areia grossa e fina separadas por tamisação, a argila determinada pelo método da pipeta e o silte calculado por diferença.

A densidade do solo foi avaliada utilizando-se anéis volumétricos com volume de 5,2.10<sup>-5</sup> m<sup>3</sup>, conforme descrito em Embrapa (1997).

A curva de retenção de água no solo foi elaborada adotando-se as recomendações preconizadas em Embrapa (1997). Nas profundidades de 0,1; 0,6; 0,8; 1,0 m e 0,2; 0,3; 0,4 m foram coletadas, respectivamente, três e quatro amostras por profundidade. As amostras saturadas foram submetidas em extratores de cerâmica (por secamento) às tensões de 0,001; 0,006; 0,01; 0,033; 0,06; 0,10 e 0,30 MPa. Os ajustes das curvas de retenção de água foram realizados por meio da equação de van Genuchten (1980), (Equação 1) conforme descrito por Dourado Neto et al. (1990).

$$\theta = \frac{\theta_r + (\theta_s - \theta_r)}{\left[1 + (\alpha \cdot \Psi_m)^n\right]^m} \quad (1)$$

em que  $\theta$  é a umidade a base de volume (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>);  $\theta_r$  a umidade residual (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>);  $\theta_s$  a umidade de saturação (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>);  $\Psi_m$  o potencial mátrico (c.c.a.);  $\alpha$ ,  $m$  e  $n$  as constantes empíricas.

A distribuição de tamanhos de poros (porosidade total, macro e microporosidade) foi obtida seguindo-se as recomendações de Reichardt (1990), que consistiram em tomar os valores de umidade à saturação e deduzir-lhes os valores de massa dos sólidos do solo, determinando a porosidade total. O mesmo procedimento foi efetuado para calcular a microporosidade, só que ao invés da umidade à saturação, utilizou-se os valores de umidade submetidos à tensão de 0,006 MPa. Em seguida subtraiu-se a microporosidade da porosidade total, obtendo-se a macroporosidade.

A determinação dos índices de degradação física do solo (S) de cada profundidade em ambas as áreas foram conseguidos a partir dos parâmetros ( $\theta_s$ ,  $\theta_r$ , n e m) da equação de van Genuchten (1980), de acordo com a equação proposta por Dexter (2004).

$$S = -n(\theta_s - \theta_r) \cdot \left[ 1 + \frac{1}{m} \right]^{-(1+m)} \quad (2)$$

Os valores de umidade empregados na obtenção desses parâmetros, diferentemente daqueles utilizados para ajuste da curva de retenção de água no solo, foram expressos em peso ( $\text{kg kg}^{-1}$ ).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o teste F ao nível de 1% e 5% e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As maiores quantidades da fração argila foram observadas na área sob pousio, com exceção da profundidade de 0,8 m, que apresentou valor idêntico ao solo cultivado (Tabela 1). A maior diferença entre os dois tratamentos ( $70 \text{ g kg}^{-1}$ ) ocorreu na profundidade de 0,2 m. Pode-se observar, especialmente no solo sob cultivo intensivo, menor quantidade de argila na camada até 0,3 m e a conseqüente elevação de seus teores nas profundidades de 0,4 e 0,6 m. Esse fato deve-se provavelmente ao maior revolvimento das partículas de solo em razão de seu manejo e à aplicação de água via irrigação, arrastando a argila da camada superficial para as camadas mais profundas (0,4 e 0,6 m). Esses resultados corroboram com os encontrados por Silva e Ribeiro (1997), Silva et al. (1998) e Santos e Ribeiro (2000), que atribuíram o aumento do teor de argila em profundidade ao revolvimento intenso do solo e ao excesso de água aplicada (irrigação), favorecendo o processo de eluviação de argila. Cabe salientar que a teoria da argiluviação não é aplicável a todas as situações, uma vez que a formação do Bt não está subordinada aos horizontes superficiais e sim aos processos de adensamento por dessecação (Moniz, 1996).

As maiores quantidades da fração silte ocorreram em todas as profundidades do solo cultivado, com exceção a 0,8 m (Tabela 1). As maiores diferenças ocorreram nas profundidades de 0,2 m ( $75 \text{ g kg}^{-1}$ ), 0,1 e 0,3 m ( $65 \text{ g kg}^{-1}$ ) onde houve diferença significativa. Os conteúdos de areia fina (A.F.) mantiveram-se praticamente idênticos nos dois tratamentos e a maior diferença foi de  $10 \text{ g kg}^{-1}$  na profundidade de 0,8 m. A proporção de areia grossa (A.G.) foi maior no solo em pousio, sobretudo nas profundidades de 0,1 e 0,3; 0,4 m, em que verificou-se diferenças significativas de 25 e  $15 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente. Apesar de observadas maiores quantidades de Areia Total (A.T.) no solo cultivado, exceto na

profundidade de 0,8 m, a profundidade de 0,1 m foi a única com diferença estatística significativa.

**Tabela 1.** Valores médios das frações granulométricas argila, silte, areia fina e grossa do solo em cada profundidade e sistema de manejo<sup>(1)</sup>.

Profundidade	Manejo	Argila	Silte	Areia Fina	Areia Grossa	Areia Total
		g kg <sup>-1</sup>				
0,1	Pousio	560 a	250 b	105 a	85 a	190 a
	Cultivado	515 b	315 a	110 a	60 b	170 b
0,2	Pousio	560 a	265 b	105 a	70 a	175 a
	Cultivado	490 b	340 a	105 a	65 a	170 a
0,3	Pousio	575 a	260 b	95 a	70 a	165 a
	Cultivado	525 b	325 a	95 a	55 b	150 a
0,4	Pousio	590 a	250 a	95 a	65 a	160 a
	Cultivado	550 a	305 a	95 a	50 b	145 a
0,6	Pousio	575 a	270 a	95 a	60 a	155 a
	Cultivado	550 a	300 a	100 a	50 a	150 a
0,8	Pousio	545 a	295 a	100 a	60 a	160 a
	Cultivado	545 a	295 a	110 a	50 a	160 a
1,0	Pousio	555 a	270 a	115 a	60 a	175 a
	Cultivado	545 a	295 a	110 a	50 a	160 a

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra (dentro de cada profundidade), nas colunas (frações granulométricas) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores de densidade do solo sob pousio decresceram com o aumento da profundidade, provavelmente em razão do não revolvimento de suas partículas, fazendo com que os maiores valores ocorressem nas camadas superficiais (Tabela 2), a exemplo do que verificaram Abrão et al. (1979). Contudo, observou-se o oposto na área cultivada até a profundidade de 0,3 m, ou seja, o aumento da densidade com a profundidade dentro da camada arável (até 0,3 m), tendência relatada por Silva e Ribeiro (1997) em diferentes tipos de solos. Santos e Ribeiro (2000) atribuíram o aumento da densidade à irrigação. No entanto, a partir de 0,4 m verificou-se o decréscimo dessa com o incremento da profundidade. Até a profundidade de 0,2 m o solo em pousio apresentou os maiores valores de densidade, ao passo que nas demais camadas o cultivado foi mais denso. No entanto, diferenças significativas entre os manejos foram observadas somente nas profundidades de 0,1; 0,4 e 1,0 m.

**Tabela 2.** Valores médios de densidade do solo ( $\rho$ ) em função do sistema de manejo e da profundidade, com seus respectivos valores de F e coeficientes de variação<sup>(1)</sup>.

Manejo	Profundidade (m)						
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0
----- Mg m <sup>-3</sup> -----							
Pousio	1,42 aA	1,36 aA	1,30 aB	1,11 bC	1,13 aC	1,06 aC	1,04 bC
Cultivado	1,27 bA	1,29 aA	1,32 aA	1,28 aA	1,14 aB	1,08 aB	1,08 aB
F	18,56**	1,66 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	25,71**	0,03 <sup>ns</sup>	0,96 <sup>ns</sup>	5,58*
CV (%)	4,76	6,75	3,75	4,76	6,42	2,93	2,71

<sup>(1)</sup> Médias seguidas da mesma letra, minúscula, nas colunas (profundidade) e maiúscula, nas linhas (manejo) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>ns</sup> Não-significativo. \* e \*\* Significativo, respectivamente a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Nos dois tratamentos nota-se uma tendência da porosidade total aumentar com a profundidade, com exceção da camada de 0,3 m (Tabela 3). Somente na profundidade de 0,1 m o solo cultivado apresentou maior porosidade total que o pousio. Para as demais profundidades, apesar de não haver diferença significativa entre os manejos, os maiores valores de porosidade total foram constatados no solo cultivado, exceto na profundidade de 1,0 m, em que foi idêntico ao pousio. O maior volume de poros observado no solo cultivado, especialmente nas camadas superficiais, ocorreu provavelmente em razão de sua intensa mobilização.

**Tabela 3.** Valores médios de porosidade total, micro e macroporosidade do solo em função do sistema de manejo e da profundidade<sup>(1)</sup>.

Profundidade	Manejo	Porosidade Total	Micro <sup>(2)</sup>	Macro <sup>(2)</sup>
m			m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	
0,1	Pousio	0,5375 b	0,4322 (80,40) b	0,1053 (19,60) a
	Cultivado	0,5825 a	0,4697 (80,64) a	0,1128 (19,36) a
0,2	Pousio	0,5698 a	0,4279 (75,09) b	0,1419 (24,91) a
	Cultivado	0,6078 a	0,4601 (75,70) a	0,1477 (24,30) a
0,3	Pousio	0,5616 a	0,4259 (75,84) b	0,1356 (24,16) a
	Cultivado	0,5717 a	0,4589 (80,27) a	0,1128 (19,73) a
0,4	Pousio	0,5714 a	0,4282 (74,95) a	0,1432 (25,05) a
	Cultivado	0,6093 a	0,4494 (73,75) a	0,1600 (26,25) a
0,6	Pousio	0,5871 a	0,4301 (73,25) a	0,1570 (26,75) b
	Cultivado	0,6506 a	0,4351 (66,88) a	0,2155 (33,12) a
0,8	Pousio	0,6575 a	0,4294 (65,31) a	0,2280 (34,69) a
	Cultivado	0,6621 a	0,4456 (67,30) a	0,2165 (32,70) a
1,0	Pousio	0,6636 a	0,4228 (63,72) a	0,2408 (36,28) a
	Cultivado	0,6636 a	0,4155 (62,61) a	0,2481 (37,39) a

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, minúscula (dentro de cada profundidade), nas colunas (parâmetros) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>Valores entre parênteses correspondem as porcentagens de micro e macroporosidade em relação à porosidade total.

Esses resultados estão em consonância com os obtidos por Klein e Libardi (2002), que verificaram a redução na porosidade da camada superficial (0,03 a 0,1 m), em decorrência do não revolvimento do solo e discordantes dos encontrados por Santos e Ribeiro (2000) que atribuíram aos tipos de manejo de um Argissolo sua redução à medida que aumenta a intensidade de uso. A porcentagem de macroporos aumentou com o incremento da profundidade nos dois tratamentos, com ressalva na profundidade de 0,3 m de ambos e, a de 0,8 m do solo cultivado, que decresceram, provocando o aumento da microporosidade nessas profundidades. De modo geral, o maior volume de microporos prevaleceu nos dois tratamentos, graças especialmente a predominância da fração argila, corroborando os resultados de Dixon, citado por Silva e Ribeiro (1997). Esse autor verificou que o aumento do teor de argila promoveu a formação de pequenos poros e a conseqüente redução dos macroporos, o que proporcionou o incremento da capacidade de retenção de água no solo.

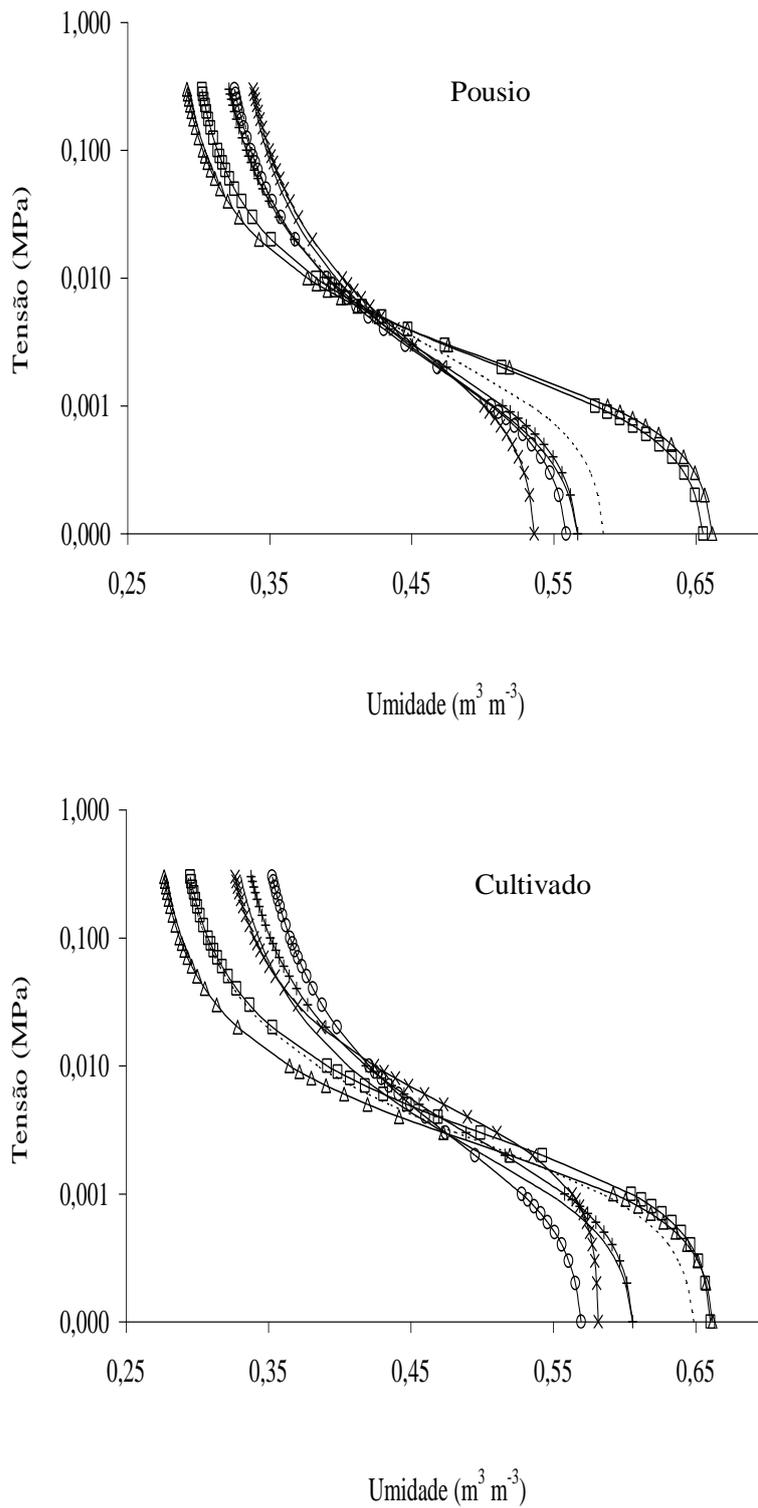
As equações de Genuchten ajustadas em função do sistema de manejo e da profundidade do solo são apresentadas na Tabela 4. Na tensão de 0,001 MPa o solo cultivado

reteve mais água em todas as profundidades (Figura 1). Constatação também observada na tensão de 0,006 MPa, com exceção da profundidade de 1,0 m. Essa maior retenção de água em baixas tensões pode ser creditada a maior quantidade das frações finas do solo (argila + silte), a exemplo do que encontraram Centurion e Andrioli (2000). Esses pesquisadores verificaram que a retenção de água no solo correlacionou-se melhor com a soma dos teores de silte e argila. Entretanto, com o incremento da tensão, sobretudo a partir de 0,033 MPa, os teores mais altos de água ocorreram no solo em pousio, comportamento que se manteve até o final do experimento (0,3 MPa), com exceção das profundidades de 0,2 e 0,3 m do solo cultivado, que permaneceram com os maiores volumes de água armazenados no solo durante todo o processo de drenagem. Em ambos os tratamentos, sobretudo na tensão de 0,30 MPa, observa-se a tendência da quantidade de água retida no solo diminuir com o incremento da profundidade, ocorrência também verificada para a densidade do solo, exceto nas profundidades de 0,2 e 0,8 m, do solo cultivado e pousio, respectivamente.

**Tabela 4.** Equações de Genuchten ajustadas em função do sistema de manejo e da profundidade do solo estudado ( $\theta$  = umidade á base de volume;  $\theta_r$  = umidade residual;  $\theta_s$  = umidade de saturação;  $h$  = tensão em c.c.a.;  $\alpha$ ,  $m$  e  $n$  = parâmetros empíricos).

Profundidade (m)	$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) / [1 + (\alpha \cdot h)^n]^m$
Pousio	
0,1	$\theta = 0,321 + (0,538 - 0,321) / [1 + (0,086145 \cdot h)^{1,452402}]^{0,311485}$
0,2	$\theta = 0,303 + (0,570 - 0,303) / [1 + (0,105501 \cdot h)^{1,466928}]^{0,318303}$
0,3	$\theta = 0,308 + (0,562 - 0,308) / [1 + (0,111503 \cdot h)^{1,460496}]^{0,315301}$
0,4	$\theta = 0,321 + (0,571 - 0,321) / [1 + (0,137435 \cdot h)^{1,451464}]^{0,311041}$
0,6	$\theta = 0,317 + (0,587 - 0,317) / [1 + (0,090859 \cdot h)^{1,557034}]^{0,357753}$
0,8	$\theta = 0,291 + (0,658 - 0,291) / [1 + (0,093812 \cdot h)^{1,611399}]^{0,379421}$
1,0	$\theta = 0,281 + (0,664 - 0,281) / [1 + (0,085425 \cdot h)^{1,637602}]^{0,389351}$
Cultivado	
0,1	$\theta = 0,313 + (0,582 - 0,313) / [1 + (0,037032 \cdot h)^{1,632171}]^{0,387319}$
0,2	$\theta = 0,319 + (0,608 - 0,319) / [1 + (0,085014 \cdot h)^{1,488627}]^{0,328240}$
0,3	$\theta = 0,332 + (0,572 - 0,332) / [1 + (0,095621 \cdot h)^{1,431943}]^{0,301648}$
0,4	$\theta = 0,313 + (0,609 - 0,313) / [1 + (0,103545 \cdot h)^{1,488606}]^{0,328231}$
0,6	$\theta = 0,280 + (0,651 - 0,280) / [1 + (0,080118 \cdot h)^{1,598143}]^{0,374274}$
0,8	$\theta = 0,283 + (0,662 - 0,283) / [1 + (0,067335 \cdot h)^{1,643728}]^{0,391627}$
1,0	$\theta = 0,267 + (0,664 - 0,267) / [1 + (0,077275 \cdot h)^{1,674145}]^{0,402680}$

Com base nesses resultados, sugere-se para estudos futuros um maior número de tensões aplicadas na faixa de umidade próximo à saturação, tendo em vista a maior movimentação de água no solo no início do processo de drenagem.



**Figura 1.** Curvas de retenção de água no solo de cada profundidade (x: 0,1m; +: 0,2m; O: 0,3m; -: 0,4m; ---: 0,6m; □: 0,8m; Δ:1,0m) em função do sistema de manejo.

Apesar do solo cultivado intensamente estar mais exposto à perda da qualidade física, em consequência do tráfego de máquinas e equipamentos, isto não foi observado (Tabela 5). O menor índice (0,034) foi verificado na profundidade de 0,1 m do solo sob pousio. Contudo,

esse valor ficou pouco abaixo do limite (0,035) entre solo com boa e má qualidade estrutural, porém, acima do índice (0,020), a partir do qual em escala decrescente, é considerado como um solo com condições muito pobres fisicamente, segundo Dexter (2004). Na média não houve diferença significativa entre os sistemas de manejo. Porém, constata-se que os melhores níveis de qualidade física foram encontrados em todas as profundidades do solo cultivado, exceto na profundidade de 0,3 m, indicando que o sistema intensivo de manejo adotado dessa área não propiciou sua degradação.

**Tabela 5.** Índice de degradação física do solo proposto por Dexter (2004) em função do sistema de manejo e da profundidade<sup>(1)</sup>.

Manejo	Profundidade (m)							Média
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	
Pousio	0,034	0,044	0,044	0,050	0,061	0,094	0,103	0,061 a
Cultivado	0,058	0,052	0,039	0,054	0,087	0,099	0,107	0,071 a

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, minúscula, na coluna (sistema de manejo) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

## 6 CONCLUSÕES

1. O cultivo intenso do solo favoreceu o arraste de argila da camada superficial para as mais profundas.

2. A densidade foi a responsável pela maior retenção de água no solo, independentemente do sistema de manejo adotado.

3. O solo cultivado apresentou as melhores condições físicas que o submetido a pousio.

## 7 AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor, ao programa de pós-graduação em Ciência do Solo pela oportunidade e aos professores e técnicos dos Departamentos de Engenharia Rural e de Solos e Adubos da FCAV/UNESP pelo apoio.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRÃO, P.U.R. et al. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre características de um latossolo roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 3, n. 3, p.169-172, 1979.

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 1 CD-ROM.

BOLLER, W.; KLEIN, V.A.; DALLMEYER., A.V. Semeadura de milho em solo sob preparo reduzido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 123-130, 1998.

CENTURION, J.F.; ANDRIOLI, I. Regime hídrico de alguns solos de Jaboticabal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 701-709, 2000.

CENTURION, J.F.; MORAES, M.H.; DELLA LIBERA, C.L.F. Comparação de métodos para determinação da curva de retenção de água em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 2, p.173-179, 1997.

COAN, O. **Sistemas de preparo de solo**: efeitos sobre a camada mobilizada e no comportamento das culturas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e do milho (*Zea mays* L.), conduzidas em rotação. 1995. 138f. Tese (Livre-Docência em Máquinas Agrícolas) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

DEXTER, A.R. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Amsterdam, v. 120, n. 3/4, p. 201-214, 2004.

DIAS JUNIOR, M.S. Compactação do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; SCHAEFER, C.E. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p. 55-94.

DOURADO NETO, D. et al. Programa para confecção da curva de retenção da água no solo utilizando o modelo de Genuchten. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. 92-102, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p.

IOSSI, M.F. et al. Estimativa da retenção da água no solo através da distribuição do tamanho das partículas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29. 2003, Ribeirão Preto. **Resumos expandidos**. Ribeirão Preto: SBCS, 2003. 1 CD-ROM.

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, v. 26, n. 4, p. 857-867, 2002.

LIN, H.S. et al. Effects of soil morphology on hydraulic properties: II. Hydraulic pedotransfer functions. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 63, n. 4, p. 955-961, 1999.

MONIZ, A.C. Evolução de conceitos no estudo da gênese de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 349-362, 1996.

PRADO, R.M.; C.G., ROQUE; Z.M., SOUZA. Sistemas de preparo e resistência à penetração e densidade de um Latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1795-1801, 2002.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1990. 171 p.

SANTOS, E.E.F.; RIBEIRO, M.R. Influência da irrigação e do cultivo nas propriedades de um latossolo e um argilossolo da região do submédio São Francisco: atributos morfológicos e físicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n.4, p. 875-884, 2000.

SCOTT, D.H. Soil water principles. In: \_\_\_\_\_. **Soil physics: agricultural and environmental applications**. Ames: Iowa State University Press, 2000. p. 165-212.

SILVA, A.J.N.; RIBEIRO, M.R. Caracterização de latossolo amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: Atributos morfológicos e físicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 677-684, 1997.

SILVA, A.J.N. et al. Influência do cultivo contínuo da cana-de-açúcar em latossolos amarelos coesos do Estado de Alagoas: propriedades micromorfológicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 515-525, 1998.

TOMASELLA, J. et al. Comparison of two approximation techniques to develop pedotransfer functions for Brazilian soil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 67, n. 4, p. 1085-1092, 2003.

van GENUCHTEN, M.T.. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

VAZ, C.M.P.; NAIME, J.M.; MACEDO, A. Analizador granulométrico de solos. Comunicado Técnico Embrapa EMBRAPA CNPDIA, São Carlos, n. 5, 1996. 5p.