

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HÍDRICA DE UM LATOSSOLO ROXO DISTRÓFICO DO MUNICÍPIO DE LONDRINA, PR¹

ROGÉRIO TEIXEIRA DE FARIA e PAULO HENRIQUE CARAMORI²

RESUMO - Estudaram-se as propriedades físico-hídricas de um Latossolo Roxo Distrófico do município de Londrina, PR (23°23'S e 51°11' W). Foram determinados os seguintes parâmetros: granulometria, densidade real e aparente das partículas, curvas características da umidade, porosidade, condutividade hidráulica, capacidade de campo, água disponível, capacidade de retenção de água (armazenamento), infiltração. Os dados das curvas características da umidade do solo, da condutividade hidráulica, e os referentes à infiltração estão apresentados em figuras e em equações, para facilitar a manipulação dos dados experimentais.

Termos para indexação: granulometria, porosidade, água disponível, retenção de água.

PHYSICAL-HYDRICAL CHARACTERIZATION IN A DYSTROPHIC DUSKY-RED LATOSOL OF LONDRINA, PR, BRAZIL

ABSTRACT - The soil physical and hydrological properties of a dusky-red latosol dystrophic from Londrina, PR, Brazil (23°23'S, 51°11' W), were evaluated. The following parameters were determined: granulometry, real density, bulk density, characteristic moisture curves, porosity, hydraulic conductivity, field capacity, available water, water storage capacity and infiltration. The data from characteristic moisture curves, hydraulic conductivity and infiltration were presented in figures and equations, contributing to facilitate the manipulation of experimental data.

Index terms: granulometry, porosity, available water, storage capacity.

INTRODUÇÃO

No estado do Paraná, as regiões Norte e Oeste são constituídas de grandes áreas de solos latossólicos. São solos profundos, porosos, bem drenados, apresentando relevo suave ondulado a plano, possibilitando práticas de operações mecanizadas, e, conseqüentemente, a exploração de culturas de alto valor econômico submetidas a níveis de manejo intensivo.

A caracterização das propriedades físico-hídricas do solo é de fundamental importância para um manejo adequado, principalmente na solução de problemas relacionados a irrigação, drenagem, conservação do solo e da água, infiltração e escoamento superficial (Hillel et al. 1972, Freire 1979).

Corrêa (1984) ressalta a importância da caracterização hídrica do solo através das curvas de retenção de umidade, as quais são de extrema utilidade no estabelecimento das necessidades de irrigação, uma vez que permitem conhecer a variação do potencial de água no solo na faixa de água disponível às plantas.

Os parâmetros densidade aparente, densidade real e porosidade podem ser profundamente modificados pelas condições de cultivo e teor de matéria orgânica do solo (Souza & Cogo 1978), com reflexos diretos no teor de água disponível e armazenamento (Archer & Smith 1972).

A importância do conhecimento da infiltração de água no solo é ressaltada na definição de técnicas de conservação do solo e da água e no manejo da água de irrigação (Forsythe 1967, Hillel 1970, Scopel et al. 1978). O conteúdo inicial de umidade e as condições da superfície do solo (presença ou ausência da cobertura vegetal), são fatores que afetam diretamente a infiltração da água no solo. Além destes, a condutividade hidráulica saturada, porosidade, textura, tipo de argila e estratificação de horizontes também são fatores importantes (Miller 1969, Kohnke 1968, Scopel et al. 1978).

A condutividade hidráulica do solo é utilizada em estudos de movimento de água no solo, com especial enfoque na determinação do balanço hídrico. Hillel et al. (1972) desenvolveram um método simplificado para determinação deste parâmetro em condições de campo. Vários pesquisadores têm utilizado este método em diversos tipos de solo, sempre com resultados satisfatórios

¹ Aceito para publicação em 27 de junho de 1986.

² Eng. - Agr., M.Sc., Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Caixa Postal 1331, CEP 86100 Londrina, PR.

(Saunders 1978, Nielsen et al. 1973, Reichardt & Libardi 1974, Reichardt et al. 1976, Freire 1979, Aragão Júnior et al. 1983).

A capacidade de campo é um parâmetro de extrema utilização prática, pois a partir dela é possível conhecer a água disponível para cultivos e estimar as necessidades de irrigação.

Uma vez que estas propriedades são específicas de cada tipo de solo e podem variar significativamente de acordo com as condições de manejo, faz-se necessária a sua determinação no local. Assim, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar um Latossolo Roxo Distrófico do município de Londrina, PR, quanto às suas propriedades físico-hídricas, visando fornecer subsídios para o seu manejo racional.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Centro Experimental da Fundação Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), em Londrina, PR, cujas coordenadas geográficas são: Latitude 23°23'S, Longitude 51°11'W, e Altitude 566 m. Através de levantamento realizado na área, classificou-se o solo como Latossolo Roxo Distrófico, textura argilosa, muito profundo, relevo plano a suavemente ondulado, boa drenagem em todos os horizontes, e perfil constituído de horizonte Ap (0 cm - 20 cm), B21 (21 cm - 70 cm) e B22 (71 cm - 160 cm) (INTARCO 1973). A área em estudo, após o desbravamento, foi cultivada com cafeeiro por cerca de vinte anos. Nos três últimos anos, o solo vem sendo cultivado com culturas anuais e submetido a práticas usuais de cultivo, tais como aração, gradagem e cultivo manual e mecanizado.

Selecionado o local do experimento, foi aberta uma trincheira onde foram coletadas amostras naturais e deformadas nas camadas 0 cm - 20 cm, 21 cm - 40 cm, 41 cm - 60 cm e 61 cm - 80 cm. As amostras naturais foram coletadas em cilindros volumétricos de 100 cm³ e, juntamente com as amostras restantes, foram efetuadas análises de laboratório, em três repetições, dos parâmetros descritos a seguir, obtendo-se um valor médio para cada camada.

Granulometria - A amostra de terra fina secada ao ar foi separada em peneira de 0,053 mm de diâmetro, para determinação de areia. A argila foi determinada pelo método da pipeta, utilizando-se agitador mecânico e NaOH 0,1 N como dispersante. O teor de silte foi obtido pela diferença entre areia e argila.

Densidade de partículas - Foi determinada pelo método do picnômetro, segundo Blake (1965).

Densidade global - As amostras naturais obtidas no cilindro volumétrico foram secadas em estufa a 105°C, para determinação do peso seco, que dividido pelo volume do cilindro, resultou o valor da densidade global.

Curva característica da umidade do solo - Obtida segundo o método descrito por Richards (1954), com amostras naturais para as tensões de 0 (saturado), 0,01; 0,033 e 0,1 Mpa e amostras deformadas para 0,3; 1,0 e 1,5 Mpa. Os valores obtidos para cada camada de solo foram ajustados em equações do tipo:

$$\theta = 10^a \cdot \psi(b + c \log \psi), \text{ onde:}$$

$$\theta = \text{umidade (cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3})$$

a, b, c = coeficientes

ψ = potencial matricial (cm)

Porosidade - Porosidade total (P%): foi calculada pela expressão:

$$P(\%) = \frac{\text{densidade de partículas} - \text{densidade global} \cdot 100}{\text{densidade de partículas}}$$

- microporosidade: obtida através da curva característica, tomando-se o valor correspondente de umidade à tensão de 0,006 Mpa.

- macroporosidade: obtida pela diferença entre porosidade total e microporosidade.

Condutividade hidráulica - A condutividade hidráulica foi determinada pelo método do perfil instantâneo proposto por Hillel et al. (1972), cujo procedimento é descrito a seguir: cercou-se uma área de 5 m x 5 m, no centro da qual foram instaladas duas baterias de tensiômetros a 10 cm, 30 cm, 50 cm, 70 cm e 90 cm. A seguir, adicionou-se água ao solo, até que este atingisse a saturação em todo perfil estudado, a qual foi constatada quando a leitura dos tensiômetros tornou-se constante. Após a infiltração do excesso de água, cobriu-se a parcela com um plástico preto, para evitar a evaporação da água do solo. Sobre o plástico foi colocada uma camada de cobertura morta, para evitar o aquecimento pela exposição direta à radiação solar. O experimento foi conduzido durante 54 dias, sendo realizadas leituras diárias na primeira semana, e a cada três dias no período restante. O modelo de cálculo parte da equação geral que descreve o movimento de água no solo na componente vertical:

$$\frac{\sigma \theta}{\sigma t} = \frac{\sigma}{\sigma^2} \frac{k(\theta) \cdot \sigma \psi}{\sigma Z} \quad (1), \text{ onde:}$$

$$\theta = \text{umidade (cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3})$$

t = tempo (s)

Z = profundidade do solo (cm)

k = condutividade hidráulica (cm . s⁻¹)

ψ = potencial total da água no solo (cm)

Foram realizadas simplificações que permitiram o cálculo analítico de K (θ), de forma semelhante à utilizada por Prevedello et al. (1981), obtendo-se expressões que mostram a variação da umidade e do potencial matricial em função do tempo.

O gradiente de potencial hidráulico foi estimado por diferenças finitas, através da expressão:

RESULTADOS E DISCUSSÃO

$$\frac{\Delta\psi}{\Delta Z} = \frac{(\psi_m)Z_2 - (\psi_m)Z_1 + \Delta Z}{\Delta Z} \quad (2)$$

A umidade média correspondente a cada valor de K (θ) calculado, foi obtida utilizando-se a equação simplificada de variação de umidade com o tempo, nos respectivos tempos de medida:

$$\theta = \frac{\theta Z_2 + \theta Z_1}{2} = \frac{Ct^D Z_2 + Ct^D Z_1}{2} \quad (3), \text{ onde:}$$

θ = umidade (cm³ . cm⁻³)
 t = tempo (dia)
 Z₁, Z₂ = profundidade (cm)
 C, D = coeficientes

Capacidade de campo (CC) - Para a determinação da CC, utilizou-se a mesma parcela na qual se determinou a condutividade hidráulica. Assim, logo após a saturação do solo, foram feitas medições simultâneas e diárias de umidade do solo e potencial matricial, obtendo-se expressões que mostram a variação desses parâmetros em função do tempo:

$$\theta = Ct^D \quad (4)$$

ψ_m = A t^B (5), onde:
 θ = umidade (cm³ . cm⁻³)
 ψ_m = potencial matricial (cm)
 A, B, C, D = coeficientes

Considerou-se o solo na capacidade de campo quando a taxa de decréscimo de umidade volumétrica diária, calculada através da equação 4, foi menor que 0,25%. Tomou-se o tempo para atingir a capacidade de campo para cada profundidade, e calculou-se o valor correspondente de potencial matricial através da equação 5.

Ponto de murcha permanente (PMP) - Considerou-se como PMP a umidade correspondente à tensão de 1,5 Mpa, aplicada à amostra deformada na placa-de-Richards.

Água disponível (%) - foi obtida pela diferença entre as percentagens de umidade na capacidade de campo e ponto de murcha permanente.

Armazenamento - A água disponível (mm), o armazenamento máximo (solo saturado) foi calculado, tomando-se o respectivo valor de umidade volumétrica multiplicado pela espessura de cada camada. Determinaram-se, também, os valores acumulados no perfil até a profundidade de 80 cm, fazendo-se a somatória dos valores obtidos nas camadas subsequentes.

Infiltração - As curvas de infiltração instantânea (V) e acumulada (I) de água no solo, foram determinadas através da técnica de infiltrômetros de cilindros duplos (Haise et al. 1956), utilizando-se cinco repetições e calculando-se as médias dos valores obtidos para cada tempo de determinação.

Os teores de argila, silte e areia obtidos na análise granulométrica, assim como os valores de densidade de partículas, densidade global e os resultados de porosidade para as quatro camadas de solo, encontram-se na Tabela 1. Pode-se observar certa uniformidade granulométrica ao longo do perfil, embora tenham ocorrido valores um pouco mais elevados de argila nas duas primeiras camadas. Observou-se menor densidade de partículas na camada 0 cm - 20 cm, provavelmente por causa do maior conteúdo de matéria orgânica e menores teores de silte e areia nesta camada. Maiores valores de densidade global ocorreram nas camadas 0 cm - 20 cm e 21 cm - 40 cm. Também foi maior o valor encontrado para macroporos nestas camadas, embora valores mais elevados de porosidade total tenham ocorrido nas duas camadas mais profundas.

Na Tabela 2, encontram-se os valores de umidade do solo relativos às respectivas pressões aplicadas na determinação da curva característica de umidade, para as quatro camadas do solo. Estes dados foram ajustados a equações do tipo $\theta = 10^a \psi (b + c \log \psi)$, cujos coeficientes a, b e c, além dos respectivos coeficientes de determinação (r²), são apresentados na Tabela 3. A partir destas equações, foram traçadas as curvas de umidade em função do potencial matricial, as quais se encontram na Fig. 1. Observa-se que maior retenção de umidade ocorreu nas camadas 0 cm - 20 cm e 21 cm - 40 cm, em relação a 41 cm - 60 cm e 61 cm - 80 cm, em função do maior teor de matéria orgânica existente nas camadas superficiais. Sob baixas tensões, ocorreu maior retenção na camada 21 cm - 40 cm que na 0 cm - 20 cm. Estes dados indicam, ainda, que a maior retenção de umidade do solo estudado ocorre sob tensões abaixo de 0,1 Mpa, o que concorda com os resultados obtidos por Freire et al. (1976), que encontrou maiores variações de umidade nas tensões próximas de 0,01 e 0,1 Mpa e quantidade mínima de água disponível para tensões acima de 1 Mpa, em estudos realizados em Latossolo Vermelho-Escuro e Podzólico Vermelho-Amarelo em Lavras, MG.

Para a determinação da capacidade de campo e condutividade hidráulica insaturada, os dados de

TABELA 1. Granulometria, densidade de partículas, densidade global e porosidade em função da profundidade de um Latossolo Roxo Distrófico. Londrina, PR.

Profundidade (cm)	Granulometria (%)			Densidade de partículas (g.cm ⁻³)	Densidade global (g.cm ⁻³)	Porosidade (%)		
	Argila	Silte	Areia			Total	Macro-poros	Micro-poros
0 - 20	82 ± 6	13 ± 4	5 ± 1	2,74 ± 0,18	1,14 ± 0,15	58,4	44,5	13,9
21 - 40	82 ± 7	11 ± 2	7 ± 1	2,78 ± 0,12	1,13 ± 0,13	59,3	44,5	14,8
41 - 60	80 ± 9	14 ± 3	6 ± 1	2,84 ± 0,11	1,00 ± 0,14	64,5	41,6	23,8
61 - 80	79 ± 8	14 ± 2	7 ± 2	2,83 ± 0,16	1,00 ± 0,16	64,7	42,3	22,4

TABELA 2. Umidade do solo e tensão aplicada na determinação da curva característica de umidade, em quatro camadas do perfil de um Latossolo Roxo Distrófico. Londrina, PR.

(Mpa)	θ (cm ³ .cm ⁻³)			
	Camada do solo (cm)			
	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80
0	52,7	49,5	50,8	51,0
0,01	42,0	43,2	39,3	39,8
0,033	36,8	38,4	34,6	35,4
0,1	35,7	36,4	32,8	32,7
0,3	33,1	33,8	31,2	31,2
1,0	33,2	33,1	30,8	30,7
1,5	33,0	32,7	30,4	30,8

variações da umidade em função do tempo de drenagem foram plotados na Fig. 2, sendo que os parâmetros C e D correspondentes às equações do tipo $\theta = Ct^D$, são apresentados na Tabela 4. Os valores de potencial matricial em função de tempo encontram-se na Fig. 3, enquanto os parâmetros A e B, correspondentes às equações do tipo $\psi = A t^B$, são apresentados na Tabela 5.

Observa-se, nas curvas $\theta = f(t)$ (Fig. 2), que a capacidade de campo foi atingida em sete dias nas camadas 0 cm - 20 cm e 21 cm - 40 cm, em seis dias na de 61 cm - 80 cm, e em cinco dias na de 41 cm - 60 cm. Observa-se, ainda, que as taxas de decréscimo de umidade em função do tempo foram semelhantes, exceto na camada 21 cm - 40 cm, onde a taxa de decréscimo foi menor no período inicial medido, porém a curva se estabilizou em

valores mais elevados, o que sugere ter havido maior velocidade de fluxo no período logo após a inundação do solo.

Em relação às variações de potencial matricial com o tempo (Fig. 3), os maiores acréscimos de tensões foram observados na primeira semana, correspondente ao período de maior decréscimo de umidade. A partir das curvas apresentadas nas Fig. 2 e 3, foram encontrados os valores de umidade na capacidade de campo e correspondentes tensões para as diferentes camadas, cujos valores encontram-se na Tabela 6, juntamente com os valores de umidade do solo no ponto de murcha permanente ($\psi = 1,5$ Mpa). Foram encontrados valores mais elevados de tensão na capacidade de campo à medida que as camadas foram mais profundas, atingindo tensões ao redor de 0,008 Mpa para 0 cm - 20 cm e 21 cm - 40 cm, 0,009 Mpa para 41 cm - 60 cm e cerca de 0,01 Mpa para a camada 61 cm - 80 cm. Estes valores são semelhantes aos dados obtidos para Latossolo Roxo por Freire (1979), porém são mais elevados que os determinados por Brunini et al. (1976), no mesmo tipo de solo. Em relação à umidade na capacidade de campo, teores mais elevados ocorreram nas camadas superiores, sendo 44,3% e 43,0% para 21 cm - 40 cm e 0 cm - 20 cm, respectivamente, e menores teores de umidade para 41 cm - 60 cm e 61 cm - 80 cm, onde foram encontrados teores de 39,4% e 39,8%, respectivamente. Para umidade do solo no ponto de murcha permanente, foram encontrados valores semelhantes nas camadas 0 cm - 20 cm e 21 cm - 40 cm (cerca de 33,0%), e teores menores nas duas camadas mais profundas (cerca de 30,8%). Estes valores elevados de PMP de-

TABELA 3. Parâmetros a, b e c, e coeficientes de determinação (r^2) para as equações $\theta = 10^a \cdot (b + c \log \psi)$ em quatro profundidades de um Latossolo Roxo Distrófico. Londrina, PR.

Parâmetro	Profundidade (cm)			
	0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80
a	1,940024	1,912329	1,905017	1,944896
b	-0,211191	-0,178720	-0,206508	-0,230620
c	0,026402	0,020149	0,025598	0,029057
r^2	0,977	0,988	0,993	0,989

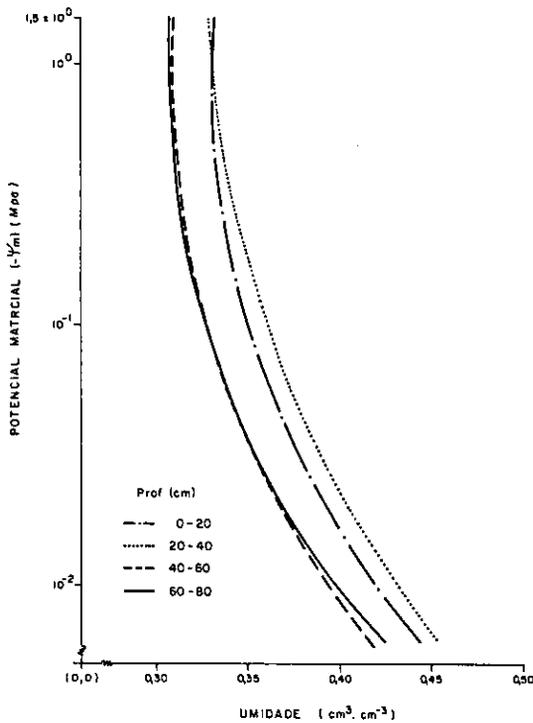


FIG. 1. Curvas características de umidade de três camadas de um Latossolo Roxo Distrófico. Londrina, PR.

vem-se, certamente, à elevada percentagem de argila e conseqüente microporosidade desse solo (Tabela 1).

Os dados de armazenamento de água (mm) apresentados na Tabela 6 mostram que maiores valores ocorreram nas duas camadas superficiais. Os dados demonstram ainda boa retenção de umidade na faixa de água disponível ao longo do perfil, sendo 20 mm até 20 cm de profundidade, 43 mm

até 40 cm, 60,2 mm até 60 cm e 78,2 mm até 80 cm de profundidade. Ainda na Tabela 6, observam-se elevados valores de armazenamento total de água para solo saturado, atingindo 408,00 mm até a profundidade de 80 cm, conseqüência do alto valor de porosidade total ao longo do perfil. O conhecimento desses valores é de extrema importância, pois permite estimar a quantidade de água efetivamente à disposição das plantas durante o seu ciclo, além de caracterizar a ocorrência de períodos de excesso e deficiência hídrica com fins climatológicos ou para previsão de rendimentos das culturas (Doorenbos & Kassan 1979, Braga 1982).

Com as equações do tipo $\theta = f(t)$ e $\psi = f(t)$, apresentadas nas Fig. 2 e 3, foram calculados os valores de condutividade hidráulica insaturada, para as quatro camadas estudadas. Os dados obtidos foram plotados na Fig. 4 e ajustados em equações do tipo $K = E$ e $(F.0)$ para cada camada; os valores das constantes E e F, bem como os coeficientes de ajuste r^2 , encontram-se na Tabela 7.

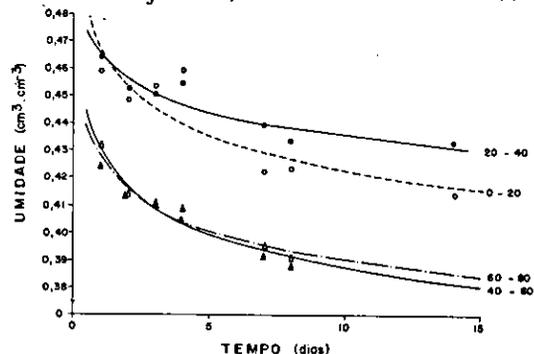


FIG. 2. Curvas de variação da umidade (θ) em função do tempo (t), utilizadas na determinação da capacidade de campo.

TABELA 4. Parâmetros C e D e coeficientes de determinação (r^2) para as equações $\theta = Ct^D$, de quatro camadas de um Latossolo Roxo Distrófico. Londrina, PR.

Profundidade (cm)	Parâmetros		C.D.
	C	D	r^2
0 - 20	0,4667	-0,0427	0,5771
21 - 40	0,4650	-0,0284	0,7278
41 - 60	0,4300	-0,0449	0,8772
61 - 80	0,4280	-0,0399	0,6081

TABELA 5. Parâmetros A e B e coeficientes de determinação (r^2) para as equações $\psi = At^B$, de cinco camadas de um Latossolo Roxo Distrófico. Londrina, PR.

Profundidade (cm)	Parâmetros		C.D.
	C	D	r^2
0 - 20	-43,5460	0,3087	0,9522
21 - 40	-52,0291	0,2592	0,9751
41 - 60	-50,771	0,2950	0,9658
61 - 80	-65,1193	0,2542	0,9919
81 - 100	-77,0767	0,2552	0,9856

TABELA 6. Valores médios das constantes físico-hídricas e armazenamento de água no solo de um Latossolo Roxo Distrófico. Londrina, PR.

Profundidade (cm)	Constante físico-hídrica			Armazenamento (mm)			
	CC (Mpa)	θ_{CC} (%)	θ_{pmp} (%)	AD		Máximo (solo saturado)	
				mm/camada	acumulado	mm/camada	acumulado
0 - 20	$-7,9 \times 10^{-3}$	43,0	33,0	20,0	20,0	105,4	105,4
21 - 40	$-7,8 \times 10^{-3}$	44,3	32,9	23,0	43,0	99,0	204,4
41 - 60	$-9,0 \times 10^{-3}$	39,4	30,8	17,2	60,2	101,6	306,0
61 - 80	$-10,2 \times 10^{-3}$	39,8	30,8	18,0	78,2	102,0	408,0

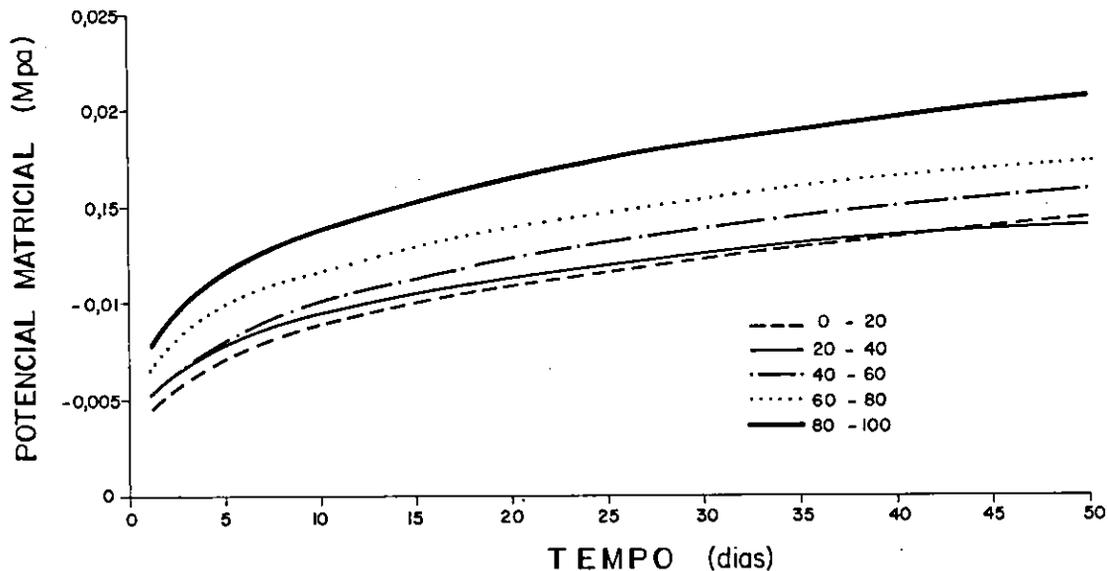


FIG. 3. Potencial matricial em função do tempo para várias camadas de um Latossolo Roxo Distrófico. Londrina, PR.

TABELA 7. Valores dos parâmetros E, F e coeficientes de determinação (r^2) para equações $K = E$ e $(F.\theta)$, em quatro camadas de Latossolo Roxo Distrófico. Londrina, PR.

Profundidade (cm)	Parâmetros		C.D.
	E	F	r^2
0 - 20	$5,48.10^{-13}$	62,79	0,998
21 - 40	$1,43.10^{-14}$	75,62	0,997
41 - 60	$2,04.10^{-11}$	61,60	0,998
61 - 80	$5,81.10^{-13}$	70,90	0,998

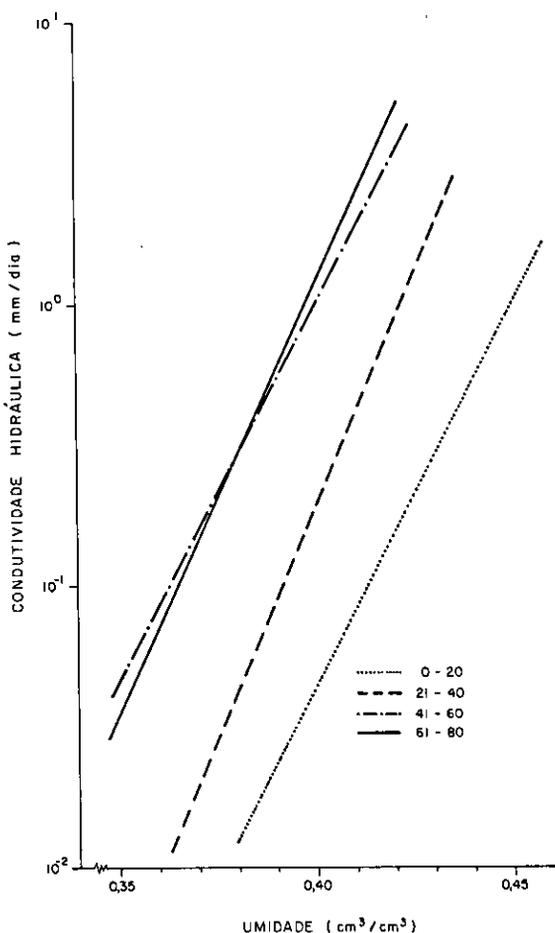


FIG. 4. Condutividade hidráulica insaturada para quatro camadas de um Latossolo Roxo Distrófico. Londrina, PR.

Através da análise dos valores de K, considerando-se a umidade na capacidade de campo para as diferentes camadas, é possível comparar os valores obtidos. Assim, utilizando-se a equação (3) para o cálculo de θ_{CC} , obtiveram-se os seguintes valores:

0 - 20: $\theta_{CC} = 43,0\%$ e $K = 0,29 \text{ mm.dia}^{-1}$;
 21 - 40: $\theta_{CC} = 44,3\%$ e $K = 5,06 \text{ mm.dia}^{-1}$;
 41 - 60: $\theta_{CC} = 39,4\%$ e $K = 0,71 \text{ mm.dia}^{-1}$;
 61 - 80: $\theta_{CC} = 39,8\%$ e $K = 1,05 \text{ mm.dia}^{-1}$.

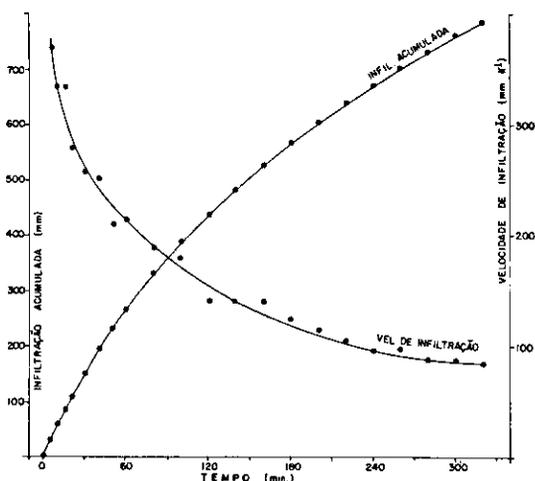


FIG. 5. Infiltração acumulada e velocidade de infiltração em Latossolo Roxo Distrófico. Londrina, PR.

Observa-se um valor mais baixo de condutividade hidráulica para a camada 0 cm-20 cm, seguido pelos valores obtidos nas camadas 41 cm - 60 cm, 61 cm - 80 cm e 21 cm - 40 cm. A maior permeabilidade desta última camada evidencia uma característica favorável deste solo, pois mostra uma boa capacidade de ascensão de umidade das camadas mais profundas para o atendimento à demanda evapotranspirativa ou extração pelas culturas.

Na Fig. 5 encontram-se os resultados das curvas de infiltração acumulada I (mm/h) em função do tempo (min.), representada pela equação $I = 10,60 t^{0,768}$, ($r^2 = 0,994$) e infiltração instantânea, $v = 867,96 t^{-0,379}$, ($r^2 = 0,937$). A estabilização da curva de infiltração instantânea (v), que representa a infiltração básica, foi atingida em cerca de 270 minutos, apresentando um valor

relativamente elevado (cerca de 100 mm/h). Valores elevados de infiltração instantânea também foram atingidos no início do experimento (mais de 350 mm/h para $t = 5$ min.), o que reflete a boa drenagem interna do solo.

CONCLUSÕES

1. A maior retenção de umidade do solo estudado ocorre sob tensões abaixo de 0,1 Mpa.

2. Os valores de umidade e tensão na capacidade de campo (θ_{CC}) foram, respectivamente, de 43% e 0,008 Mpa para 0 cm - 20 cm, 44,3% e 0,008 Mpa para 20 cm - 40 cm, 39,4% e 0,009 Mpa para 40 cm - 60 cm e 39,8% e 0,01 Mpa para 60 cm - 80 cm. O tempo necessário para atingir estes valores variou de cinco a sete dias.

3. A umidade no ponto de murcha permanente foi de 33,0% para 0 cm - 40 cm e 30,8% para 41 cm - 80 cm.

4. O armazenamento de água na faixa de água disponível foi de 20 mm até 20 cm de profundidade, 43 mm até 40 cm, 60,2 mm até 60 cm e 78,2 mm até 80 cm. O armazenamento total de água para solo saturado foi 407,6 mm.

5. As equações do tipo $\theta = 10^a \psi(b + c \log \psi)$, $\psi = A t^B \theta = C t^D$ (θ = umidade; ψ = potencial matricial; t = tempo; a, b, c, A, B, C e D = coeficientes), apresentaram ajustes satisfatórios, contribuindo para simplificação do trabalho sem prejuízo da precisão dos resultados obtidos.

6. A camada 0 cm - 20 cm apresenta menor permeabilidade ($K = 0,29$ mm.dia⁻¹, para $\theta_{CC} = 43,0\%$), enquanto a camada 21 cm - 40 cm é a mais permeável ($K = 5,06$ mm.dia⁻¹, para $\theta_{CC} = 44,3\%$).

7. O solo estudado apresenta boa velocidade de infiltração de água ($v = 100$ mm.dia⁻¹ após a estabilização).

AGRADECIMENTOS

Ao Técnico Agrícola José Carlos da Silva, pelos trabalhos prestados na instalação do experimento e coleta de dados.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO JÚNIOR, T.C.; MAGALHÃES, C.A. de; CASTRO, P.T. de. Determinação da condutividade hidráulica em um solo Podzólico-Vermelho-Amarelo em condições de campo. *Pesq. agropec. bras.*, 18(7): 805-10, 1983.
- ARCHER, J.R. & SMITH, P.D. The relation between bulk density, available water capacity, and air capacity of soils. *J. Soil Sci.*, 23(4):475-9, 1972.
- BLAKE, G.R. Particle density. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis; physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling* Madison, Wis., Am. Soc. Agron., 1965. p.371-3.
- BRAGA, H. Caracterização da seca agrônômica através de novo modelo de balanço hídrico, na região de Laguna, litoral sul do Estado de Santa Catarina. Piracicaba, ESALQ/USP, 1982. 157p. Tese Mestrado.
- BRUNINI, O.; REICHARDT, K.; GROHMANN, F. Determinação da água disponível em Latossolo Roxo em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15., Campinas, 1975. Anais. Campinas, Soc. Bras. Ci. Solo, 1976.
- CORREA, J.C. Características físico-hídricas dos solos Latossolo-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo e Podzol Hidromórfico do estado do Amazonas. *Pesq. agropec. bras.*, 19(3): 347-60, 1984.
- DOORENBOS, J. & KASSAN, A.H. Yield response to water. s.l., FAO, 1979. 193p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 33).
- FORSYTHE, W.M. Las propiedades físicas, los factores físicos de crecimiento y la productividad del suelo. *Fitotec. Latinoam.*, 4:165-76, 1967.
- FREIRE, J.C. Condutividade hidráulica e capacidade de campo de Latossolo Roxo Distrófico não saturado. *R. bras. Ci. Solo*, 3(2):73-7, 1979.
- FREIRE, J.C.; SOUZA, J.J.; LOPES, A.S.; BAHIA, V.G.; BAHIA, F.G.F.T.C. Água disponível em dois solos do município de Lavras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 15., Campinas, 1975. Anais. Campinas, Soc. Bras. Ci. Solo, 1976.
- HAISE, H.R.; DONNAN, W.W.; PHELAN, J.T. LAWHON, L.F.; SHOCKEY, D.G. The use of cylinder infiltrometers to determine the intake characteristics of irrigated soils. Washington, USDA, 1956. 10p.
- HILLEL, D. Solo e água; fenômenos e princípios físicos. Porto Alegre, UFRS, 1970. 231p.
- HILLEL, D.; KRENTOS, V.O.; STYLIANOU, Y. Procedure and test of an internal drainage method for measuring soil hydraulic characteristics *in situ*. *Soil Sci.*, 114:395-400, 1972.
- INTARCO - COMPANHIA DE LEVANTAMENTOS TÉCNICOS. IAPAR/Londrina estudos pedológicos; levantamento detalhado dos solos. São Paulo, 1973. v. 1.
- KOHNKE, H. *Soil physics*. 2. ed. New York, McGraw-Hill, 1968. 224p.

- MILLER, D.E. Flow and retention of water in layered soils. Washington, s.ed., 1969. 28p.
- NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W.; ERH, P.T. Spatial variability of field measured soil water properties. *Hilgardia*, 42:215-59, 1973.
- PREVEDELLO, B.M.S.; PREVEDELLO, C.L.; LIBARDI, P.L. Simplificação analítica do método do perfil instantâneo para obtenção da condutividade hidráulica não saturada em condições de campo. *R. bras. Ci. Solo*, 5:93-7, 1981.
- REICHARDT, K.; GROHMANN, F.; LIBARDI, P.L.; QUEIROZ, S.V. Spatial variability of physical properties of a tropical soil. II. Soil-water retention curves and hydraulic conductivity. Piracicaba, CENA, 1976. 24p. (Boletim técnico)
- RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soil. Washington, USDA, 1954. (Agriculture handbook, 60)
- SAUNDERS, L.C.V.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Condutividade hidráulica da terra roxa estruturada em condições de campo. *R. bras. Ci. Solo*, 2:164-7, 1978.
- SCOPEL, I.; COGO, N.P.; KLANT, E. Infiltração da água em solos do litoral-norte do Rio Grande do Sul. *R. bras. Ci. Solo*, 2:167-70, 1978.
- SOUZA, L. da S. & COGO, N.P. Caracterização física em solo da unidade de mapeamento São Jerônimo-RS (Peledult), em três sistemas de manejo. *R. bras. Ci. Solo*, 2:170-5, 1978.
- REICHARDT, K. & LIBARDI, P.L. An analysis of soil-water movement in the field. I. Hydrological field site characterization. s.l., CENA/ESALQ, 1974. 21p. (Boletim científico, 21)