



***Boletim de Pesquisa***

ISSN 0100-8102

*Número, 177*

*Outubro, 1997*

***Caracterização  
Físico-Hídrica de Cinco  
Perfis de Solos do  
Nordeste Paraense***

***Embrapa***

*REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL*

*Presidente da República*

*Fernando Henrique Cardoso*

*MINISTRO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO*

*Arlindo Porto Neto*

*EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA*

*Presidente*

*Alberto Duque Portugal*

*Diretores*

*Dante Daniel Giacomelli Scolari*  
*Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha*  
*José Roberto Rodrigues Peres*

*Chefia da Embrapa Amazônia Oriental*

*Emanuel Adilson Souza Serrão – Chefe Geral*  
*Jorge Alberto Gazel Yared – Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento*  
*Antonio Carlos Paula Neves da Rocha – Chefe Adjunto de Apoio Técnico*  
*Antonio Ronaldo Teixeira Jatene – Chefe Adjunto Administrativo*

ISSN 0100-8102

**Boletim de Pesquisa Nº 177**

Agosto, 1997

***Caracterização Físico-Hídrica  
de Cinco Perfis de Solos do  
Nordeste Paraense***

*Raimundo Cosme de Oliveira Junior  
Moacir Azevedo Valente  
Tarcísio Ewerton Rodrigues  
João Marcos Lima da Silva*

**Embrapa**

*Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:*

*Embrapa Amazônia Oriental*

*Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n*

*Telefones: (091) 246-6653, 246-6333*

*Telex: (91) 1210*

*Fax: (091) 226-9845*

*Caixa Postal, 48*

*66095-100 – Belém, PA*

*Tiragem: 200 exemplares*

#### **Comitê de Publicações**

*Antonio Ronaldo Camacho Baena – Presidente*

*Ari Pinheiro Camarão*

*Célia Maria Lopes Pereira*

*Ismael de Jesus Matos Viégas*

*Jo:ge Alberto Gazel Yared*

*Maria de Lourdes Reis Duarte*

*Maria de Nazaré Magalhães dos Santos – Secretária Executiva*

*Moacyr Bernardino Dias Filho – Vice-Presidente*

*Regina Célia Viana Martins da Silva*

*Raimundo Nonato Brabo Alves*

*Raimunda Fátima Ribeiro de Nazaré*

*Sonia Helena Monteiro dos Santos*

#### **Revisores Técnicos**

*Antonio Carlos da Costa P. Dias – FCAP*

*Antonio Ronaldo Camacho Baena – Embrapa Amazônia Oriental*

*Klaus Reichardt – CENA*

*Raimundo Freire de Oliveira – Embrapa Amazônia Oriental*

*Zilmar Ziller Marcos – ESALQ*

#### **Expediente**

*Coordenação Editorial: Antonio Ronaldo Camacho Baena*

*Normalização: Célia Maria Lopes Pereira*

*Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos*

*Moacyr Bernardino Dias Filho (texto em inglês)*

*Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho*

*OLIVEIRA JUNIOR, R.C. de; VALENTE, M.A.; RODRIGUES, T.E.; SILVA, J.M.L. da. Caracterização físico-hídrica de cinco perfis de solos do nordeste paraense. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 27p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 177).*

*1. Solo – Perfil – Brasil – Pará – Região Nordeste. 2. Solo – Propriedade químico-física – Brasil – Pará – Região Nordeste. I. Valente, M.A., colab. II. Rodrigues, T.E., colab. III. Silva, J.M.L. da., colab. IV. Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). V. Título. VI. Série.*

*CDD: 631.432098115*

*© Embrapa – 1997*

## **SUMÁRIO**

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>9</b>
<b><i>Infiltração.....</i></b>	<b>9</b>
<b><i>Retenção de água e água disponível.....</i></b>	<b>15</b>
<b><i>Condutividade hidráulica .....</i></b>	<b>18</b>
<b><i>Densidade global.....</i></b>	<b>19</b>
<b><i>Porosidade total.....</i></b>	<b>19</b>
<b><i>Granulometria.....</i></b>	<b>20</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>23</b>

# **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HÍDRICA DE CINCO PERFIS DE SOLOS DO NORDESTE PARAENSE<sup>1</sup>**

Raimundo Cosme de Oliveira Junior<sup>2</sup>

Moacir Azevedo Valente<sup>2</sup>

Tarclsio Ewerton Rodrigues<sup>3</sup>

João Marcos Lima da Silva<sup>2</sup>

*RESUMO: No processo de ocupação da Amazônia tem predominado as atividades agropastoris, onde a pecuária e as culturas de subsistência ocupam lugar de destaque. O conhecimento das propriedades físicas do solo é de grande importância, uma vez que estas podem limitar a eficiência dos insumos, o que reflete na diminuição da produtividade das culturas. Para determinação dos parâmetros físico-hídricos, foram coletados os seguintes perfis de solo na região do nordeste paraense: Latossolo Amarelo textura muito argilosa (O1), Latossolo Amarelo textura média (O2), Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa (O3), Podzólico Amarelo textura média/argilosa (O4) e Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa cascalhenta (O5). Os solos foram classificados de acordo com as normas adotadas pela Embrapa Solos e as análises realizadas de acordo com o Manual de Métodos de Análise de Solos. Os resultados obtidos permitem apresentar as seguintes conclusões: 1- solos da mesma classe, sob vegetação natural, com textura, estrutura e porosidade total semelhante, apresentam taxa de infiltração diferente, devido à diferença entre a macro e microporosidade, em decorrência, principalmente, da ação biológica no solo e obstrução dos poros; 2- os solos estudados apresentam baixa disponibilidade de água, devido apresentarem retenção de água a 1500KPa bastante elevada; 3- os solos representados pelos perfis O2, O3 e O4 apresentam, apesar de coletados em solos sob floresta, camadas de adensamento nos horizontes subsuperficiais, demonstrado pelos altos valores da densidade global; e, 4- todos os solos analisados devem ser utilizados com práticas de manejo que contemplem a conservação para evitar os efeitos erosivos e a degradação dos mesmos.*

*Termos para indexação: propriedades físicas, nordeste paraense, Amazônia.*

---

1 Trabalho realizado com recursos do convênio Embrapa/FAO.

2 Eng.- Agr., M.Sc. Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970. Belém, PA.

3 Eng.- Agr., Ph.D. Embrapa Amazônia Oriental.

## **PHISICAL-HYDRICAL CHARACTERIZATION OF FIVE SOILS PROFILES FROM THE NORTH EASTERN OF PARÁ STATE**

*ABSTRACT: During the occupation process of the Amazon agropastoris activities have predominated where cattle raising and subsistence crops occupy prominent place. The management of soil physicals properties is of great importance once it can limit the efficiency of the insumos what reflects in a reduction of the productivity of the cultures. To determine the physical-hydrical parameters were collected the following profiles in the northeast of Pará State: Yellow Latosol very clayey (O1), Yellow Latosol medium texture (O2), Red Yellow Latosol clayey (O3), Yellow Podzolic medium/clayey (O4) and Red Yellow Latosol clayey graveled (O5). The soils were classified according to the rule adopted by Embrapa Solos and the analyses realized according to the Methods of Soil Analysis Manual. The results obtained allow to introduce the following conclusions: 1- soil of same class under natural vegetation with texture and structure and total porosity similar present infiltration rate different due to difference between micro and macroporosity in consequence principally of the biological activities into soil and porous obstruction; 2- the soils present low availability water due to the high humidity retention presented at 1500KPa; 3- the soils represented by profiles O2, O4 and O3 presents dense layer, despite collected in the forest; and 4- all soils analyzed have to utilize management practices aiming the soil conservation to avoid the erosives effects and degradation.*

*Index terms: physicals properties, northeast of Pará State, Amazon.*

## INTRODUÇÃO

*Na ocupação da Amazônia tem predominado as atividades agropastoris, onde pastagem e culturas de subsistência ocupam lugar de destaque. Nessas áreas, são utilizadas práticas de manejo que vão desde as mais simples até as mais avançadas. Os efeitos dessas práticas sobre cada classe de solo podem ser previstos e evitadas as conseqüências negativas se forem conhecidas as principais características físicas, químicas, biológicas e mineralógicas dos solos.*

*O manejo físico do solo tem sido, no geral, considerado de menor importância do que o químico nos sistemas agrícolas. Vale ressaltar, no entanto, que os problemas de fertilidade podem ser solucionados por meio de aplicação de fertilizantes e corretivos, enquanto que as propriedades físicas do solo, de mais difícil controle, passam a ter maior importância porque limitam a eficiência daqueles insumos tecnológicos (Sanches, 1981). Por isso, o conhecimento das características físicas e hídricas do solo contribui para evitar certos fenômenos ou reações no solo que possam refletir, de forma positiva ou negativa, na produtividade das culturas.*

*A heterogeneidade dos solos é considerada como um dos maiores problemas para determinação e utilização dos parâmetros hídricos. Neste aspecto, pode ser verificado que a taxa de infiltração, o espaço poroso drenável, a capacidade de armazenamento de água e recarga dos solos, variam em relação às suas texturas e estruturas (Dieleman & Trafford, 1976; Gomes & Millar, 1978). Assim, a caracterização físico-hídrica do solo torna-se essencial para nortear as práticas de manejo, destacando-se a irrigação, a drenagem, os sistemas de cultivo e a subsolagem.*

*Dessa forma, visando à complementação dos dados existentes sobre os recursos naturais a fim de promover o desenvolvimento sustentado, é indispensável o conhecimento das propriedades físicas e hídricas das principais classes de solos de diferentes ecossistemas amazônicos.*

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

*Na região do nordeste paraense, foram coletados cinco perfis de solos sob vegetação de floresta, desenvolvidos de materiais provenientes de rochas sedimentares, constituídas por argilitos (Latossolo Amarelo textura muito argilosa - Perfil 01), arenitos argilosos (Latossolo Amarelo textura média - Perfil 02), argilitos e arenitos (Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa - Perfil 03 e Podzólico Amarelo textura média/argilosa - Perfil 04) e filito-clorita-xistos (Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa cascalhenta - Perfil 05).*

*Os solos estudados foram classificados conforme as normas contidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (3ª Aproximação) e adotadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos, unidade descentralizada da Embrapa (Embrapa, 1988a; 1988b).*

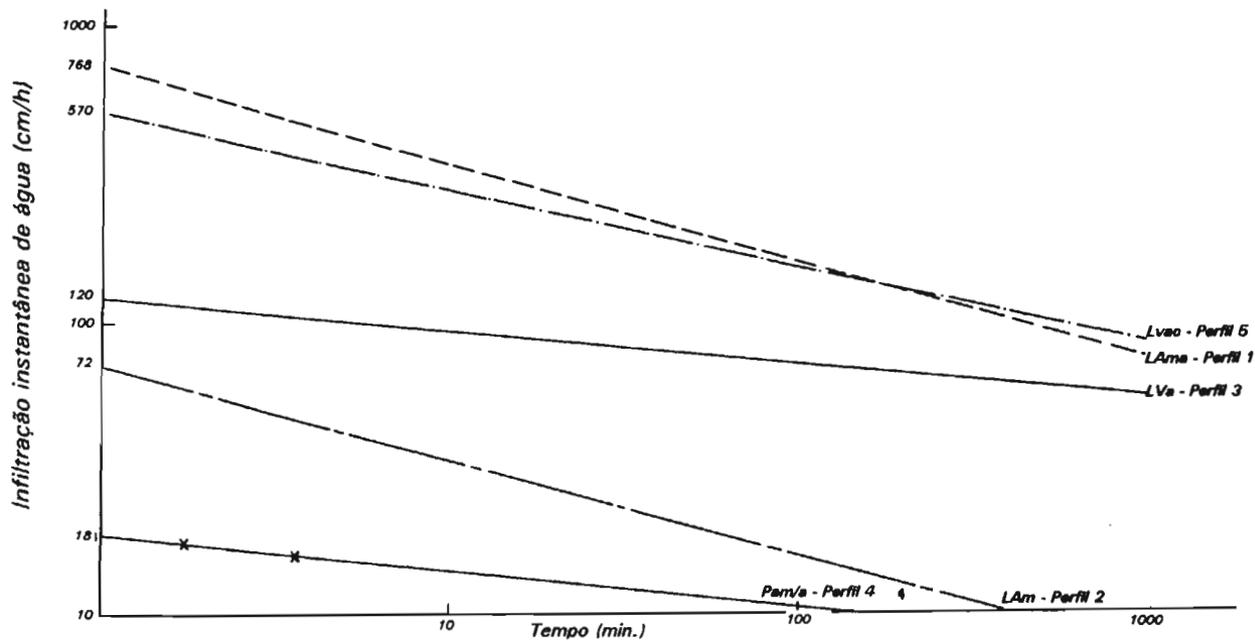
*As análises das amostras deformadas e indeformadas de solos foram realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Solos, de acordo com a metodologia adotada por este órgão e contida no Manual de Métodos de Análise de Solos (Embrapa, 1979), determinando-se os seguintes parâmetros: densidade global (Uhland, 1951), porosidade total (Donahue, 1952), microporosidade (Oliveira, 1968), macroporosidade (Oliveira, 1968), condutividade hidráulica (Uhland, 1949); curvas características de retenção de água (com exceção da água retida a 1500KPa) e água disponível (Richards, 1949); densidade de partículas (Donahue, 1952) e análise granulométrica (Embrapa, 1979).*

*Durante os trabalhos de campo, foram realizados testes de infiltração com cilindros infiltrômetros duplos, além da infiltração básica, segundo metodologia de Bertrand (1965). As amostras indeformadas foram coletadas em triplicata com cilindros de volume conhecido (100cm<sup>3</sup>). Nas amostras indeformadas, as análises foram realizadas em triplicata.*

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### ***Infiltração***

*As curvas de infiltração instantânea (II) de água no solo (Fig. 1) mostram que as maiores taxas de infiltração instantânea foram observadas nos solos dos perfis O1 (Lama) e O5 (LVac), com velocidade de infiltração instantânea de 768,0 e 570,0cm/h, respectivamente, enquanto que as taxas mais baixas, em ordem decrescente, corresponderam aos perfis O3 (LVa), O4 (Pam/a) e O2 (LAm), com valores variando na mesma ordem de 120,0; 72,0 e 18,0 cm/h. Observa-se ainda que a infiltração diminui à medida que aumenta o tempo, o que é normal para qualquer solo, em decorrência de vários fatores, dentre os quais citam-se: a) diminuição do gradiente do potencial hidráulico à medida que a água penetra no solo; b) dispersão das partículas individuais e sua deposição nos poros do solo, obstruindo parcial ou totalmente a passagem da água; c) expansão diferencial dos colóides do solo e; d) efeito desintegrante do ar preso dentro dos torrões e agregados individuais, quando a água entra bruscamente de todos os lados, sob um alto potencial hidráulico (Collis-George & Lal, 1971).*



LAm - Latossolo Amarelo textura muito argilosa; LAm - Latossolo Amarelo textura média; Lva - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa; PAm/a - Podzólico Amarelo textura média/argilosa; Lva - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa cascalhenta.

FIG. 1. Curvas de infiltração instantânea (II) de cinco solos do nordeste paraense.

*Diversos pesquisadores (Hillel, 1971; Forsythe, 1972; Swartzendruber & Hillel, 1973; Reichardt, 1975; Souza & Cogo, 1978; Hillel, 1982) têm estudado o efeito do conteúdo inicial de água do solo na infiltração, concluindo que, quanto maior o teor de umidade inicial, menor o movimento da água para baixo. Neste aspecto, levando-se em consideração que o solo representado pelo perfil O1 (Lama) apresentou maior valor de infiltração instantânea e encontrava-se com teor elevado de umidade atual (Tabela 1), espera-se que os valores da taxa de infiltração do mesmo seja bem mais alta em períodos mais secos. Contudo, do ponto de vista da conservação do solo, é muito mais importante conhecer suas propriedades transmissoras de água durante o período chuvoso, posto que, é nessa época que as relações precipitação/infiltração influenciam a ocorrência do processo erosivo (Medina & Leite, 1985).*

*Outros pesquisadores (Souza & Cogo, 1978; Jorge & Prado, 1988) observaram que a matéria orgânica possui influência decisiva na infiltração, principalmente devido aos seus efeitos no aumento da estabilidade dos agregados e da porosidade total. Assim, os solos com infiltração instantânea acima de 200cm/h perfis O1 (Lama) e O5 (LVac) apresentaram teores de matéria orgânica variando de 8,6% a 11,7%, respectivamente (Tabela 1). Porém, Oliveira Junior & Medina (1985) não encontraram influência da matéria orgânica na taxa de infiltração, devido ao mascaramento da mesma pela compactação superficial do solo, o que praticamente dominou o processo de infiltração de água no mesmo.*

*Como se observa na Tabela 1, o solo representado pelo perfil O5 (LVac) apresentou maior valor de poros não-capilares, favorecendo a infiltração da água no solo, com o que concordam Carreker et al. (1968), Kohnke (1969), Jorge & Prado (1988). Vale ressaltar, entretanto, que estes solos, quando incorporados ao processo produtivo, deverão sofrer alterações na porosidade, diminuindo os valores dos poros não-capilares e aumentando os da microporosidade ou poros capilares (Bouma & Hole, 1971; Souza & Cogo, 1978; Klute, 1982), acarretando diminuição na taxa de infiltração.*

TABELA 1. Principais características físicas dos perfis coletados.

Solo	Per.	Horiz.	Prof. (cm)	Granulom. (%)			Retenção de água V/V						A.D		M.O.	U.A.	C.H.	Dr	D <sub>s</sub>	Poros (%)				Macrop. (%)		
				Are	Sil	Arg	6	10	33	100	500	1500	(mm)	(mm/cm)						DET	CAL	MIC	DET	CAL	PBI	I.A.
LAm	01	A1/AB	0-13	03	18	79	38,1	37,1	36,3	34,4	32,6	32,4	3,9	5,1	3,8	33,0	1,4	2,47	0,95	59	62	38	21	24	03	0,61
		BA	13-27	03	13	84	40,4	39,6	38,2	36,9	35,5	35,4	2,8	3,9	1,9	36,0	1,4	2,53	1,22	52	52	40	12	12	00	0,77
		Bw1	27-54	02	09	89	39,4	38,5	35,9	34,3	32,9	32,7	3,2	8,6	1,3	33,2	0,2	2,50	1,16	51	54	39	12	15	03	0,72
		Bw2	54-102	02	09	89	42,6	41,5	39,4	37,3	35,8	35,7	3,7	17,8	0,7	37,0	0,0	2,53	1,22	51	52	43	08	09	01	0,83
		Bw3	102-158	02	11	87	43,5	42,3	41,0	38,9	37,3	37,0	4,0	22,4	0,5	40,5	0,0	2,56	1,31	50	49	44	06	05	01	0,90
		Bw4	158-235	04	18	78	44,1	43,0	41,1	39,1	36,4	36,0	5,1	39,3	0,4	39,2	---	2,53	1,30	49	49	44	05	05	00	0,90
LAm	02	A1	0-9	81	06	13	30,7	28,3	23,8	20,0	15,6	15,0	8,8	7,9	1,8	28,9	3,9	2,53	1,21	50	52	31	19	21	02	0,60
		A2	9-19	78	07	15	28,2	25,9	21,4	17,6	14,1	13,5	7,9	7,9	1,0	24,5	1,1	2,53	1,51	40	40	28	12	12	00	0,70
		AB	19-33	74	07	19	27,8	25,1	20,7	17,6	15,0	14,5	6,2	8,7	0,8	24,5	0,5	2,53	1,58	35	38	28	07	10	03	0,74
		BA	33-61	73	07	20	28,2	24,9	21,1	18,3	16,6	16,3	4,8	13,4	0,5	23,4	0,1	2,56	1,60	36	38	28	08	10	02	0,74
		Bw1	61-113	72	07	21	25,8	22,3	19,4	16,8	15,0	14,6	4,8	25,0	0,3	20,5	0,5	2,56	1,53	35	40	26	09	14	05	0,65
		Bw2	113-167	66	09	25	26,0	22,8	19,1	16,8	15,5	15,4	3,7	20,0	0,3	21,0	1,8	2,60	1,51	39	42	26	13	16	03	0,62
		Bw3	167-220	69	03	28	25,9	23,2	19,3	17,0	15,8	15,7	3,6	19,1	0,2	22,0	1,8	2,56	1,45	39	43	26	13	17	04	0,60
LVe	03	A1/AB	0-16	58	10	32	37,0	35,7	32,6	30,0	26,1	25,0	7,6	12,2	3,6	35,1	9,0	2,47	1,30	47	47	37	10	10	00	0,79
		BA	16-35	46	09	45	38,0	37,1	35,0	33,0	29,5	28,0	7,0	13,3	1,2	35,1	0,2	2,56	1,42	44	45	38	06	07	01	0,84
		Bw1	35-67	42	06	52	36,2	35,8	34,1	32,2	29,6	28,7	5,4	17,3	0,7	35,2	0,0	2,56	1,42	43	45	36	07	09	02	0,80
		Bw2	67-102	37	06	57	37,4	36,8	34,6	32,6	30,6	30,4	4,2	14,7	0,4	34,8	0,0	2,56	1,41	44	45	37	07	08	01	0,82
		Bw3	102-137	33	06	61	39,2	38,2	34,9	32,8	30,6	30,4	4,5	15,8	0,4	35,6	0,0	2,56	1,34	46	48	39	07	09	02	0,81
		Bw4	137-167	29	09	62	39,2	38,3	35,3	33,3	31,2	30,9	4,4	13,2	0,3	36,3	0,2	2,56	1,34	48	48	39	09	09	00	0,81
		BC	167-240	29	01	61	39,3	38,2	35,8	33,2	31,7	31,5	4,3	31,4	0,3	37,3	0,0	2,60	1,36	47	48	39	08	09	01	0,81
PAm/e	04	A1	0-10	74	08	18	26,0	25,8	21,8	19,4	17,2	16,6	5,2	14,6	1,3	23,4	14	2,56	1,45	43	43	26	17	17	00	0,60
		BA	28-55	56	07	37	31,2	30,5	26,5	24,0	22,3	22,0	4,5	12,2	0,7	26,7	0,4	2,56	1,45	41	43	31	10	12	02	0,72
		Bt1	55-94	53	06	41	31,5	30,4	26,2	24,0	22,7	22,3	3,9	15,2	0,5	24,6	1,2	2,56	1,43	43	44	32	11	12	01	0,73
		Bt2	94-148	57	06	37	29,5	27,5	22,0	19,3	17,7	17,5	4,5	24,3	0,3	20,5	3,1	2,60	1,42	42	45	30	12	15	03	0,67
		Bt3	148-220	52	06	42	31,6	29,0	23,8	21,2	20,0	19,7	4,1	29,5	0,3	22,3	1,5	2,60	1,43	42	45	32	10	13	03	0,71
LVac	05	A1/AB	0-18	28	17	55	32,8	30,0	24,4	23,0	21,5	21,0	3,4	6,1	4,6	>25	2,35	0,87	55	63	33	22	30	08	0,52	
		BA	18-38	23	15	62	38,5	35,1	30,8	28,6	27,0	26,2	4,6	9,2	2,8	10,4	2,53	0,98	59	61	39	20	22	02	0,64	
		Bw1	38-77	26	12	62									2,0											
		Bw2c	77-130	26	12	62									1,6											
		Bw3c	130-200	15	10	75								0,7												

Per. = perfil; Horiz. = horizonte; Prof. = profundidade; ARE = areia; SIL = silte; ARG = argila; A.D. = água disponível mm; CAL = calculedo; U.A. = umidade atual v/v; C.H. = condutividade hidráulica cm/h; Dr = densidade de partículas g/cm<sup>3</sup>; D<sub>s</sub> = densidade global g/cm<sup>3</sup>; DET = determinada; M.O. = matéria orgânica (% C\*1.724); MIC = microporosidade; PBI = poros bloqueados; I.A. = índice de aeração; Poros = porosidade total; Macrop. = macroporosidade.

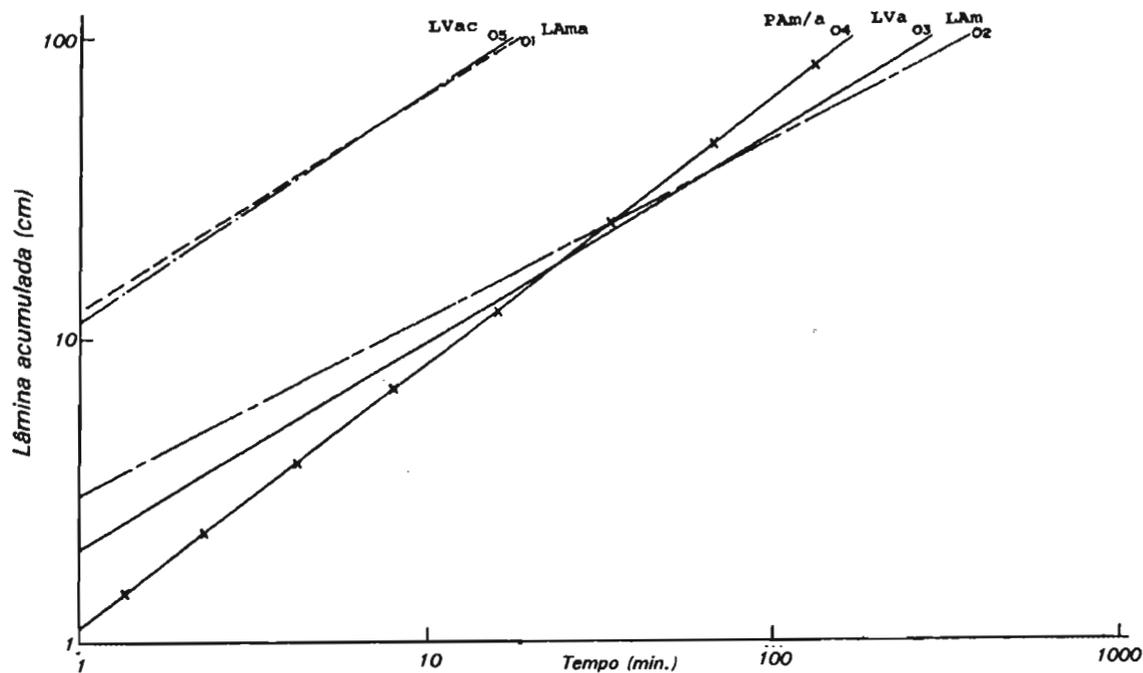
*A infiltração básica ou final, que é uma das formas mais utilizadas para expressar a infiltrabilidade do solo, isto é, a capacidade para absorver água em um determinado tempo, apresentou grandes variações, indo de 0,0005 cm/h, no solo representado pelo perfil O2, até 43,9 cm/h no solo representado pelo perfil O3 (Tabela 2).*

**TABELA 2. Valores da infiltração básica dos perfis estudados.**

<i>Solo</i>	<i>Perfil</i>	<i>Infiltração básica (cm/h)</i>
<i>Latossolo Amarelo textura muito argilosa</i>	<i>01</i>	<i>23,9000</i>
<i>Latossolo Amarelo textura média</i>	<i>02</i>	<i>0,0005</i>
<i>Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa</i>	<i>03</i>	<i>43,9000</i>
<i>Podzólico Amarelo textura média/argilosa</i>	<i>04</i>	<i>20,6000</i>
<i>Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa cascalhenta</i>	<i>05</i>	<i>10,0000</i>

*Na Fig. 2, observa-se que os solos que apresentaram as maiores taxas de infiltração instantânea foram também os que mostraram lâminas de água infiltrada maiores e vice-versa.*

*Estas variações são de particular interesse prático, haja vista o impacto diferencial na erosão do solo e, indiretamente, no crescimento das plantas (Hillel, 1971). Por exemplo, o Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, de Tomé Açu, com 43,9cm/h de infiltração básica, terá menor índice de erosão do solo, devido ao menor escoamento superficial do que o Latossolo Amarelo textura média, de Castanhal, com 0,0005cm/h. De acordo com O'Neal (1949), os solos são classificados com base na infiltração básica em: muito rápida – perfil O3 (LVa); rápida – perfis O1 (Lama) e O4 (PAm/a) –; moderadamente rápida – perfil O5 (LVac) e muito lenta – perfil O2 (LAm).*



LAma - Latossolo Amarelo textura muito argilosa; LAm - Latossolo Amarelo textura média; LVa - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa; PAm/a - Podzólico Amarelo textura média/argilosa; LVac - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa cascalhenta.

FIG. 2. Curva da lâmina d' água acumulada (D) em cinco solos do nordeste paraense.

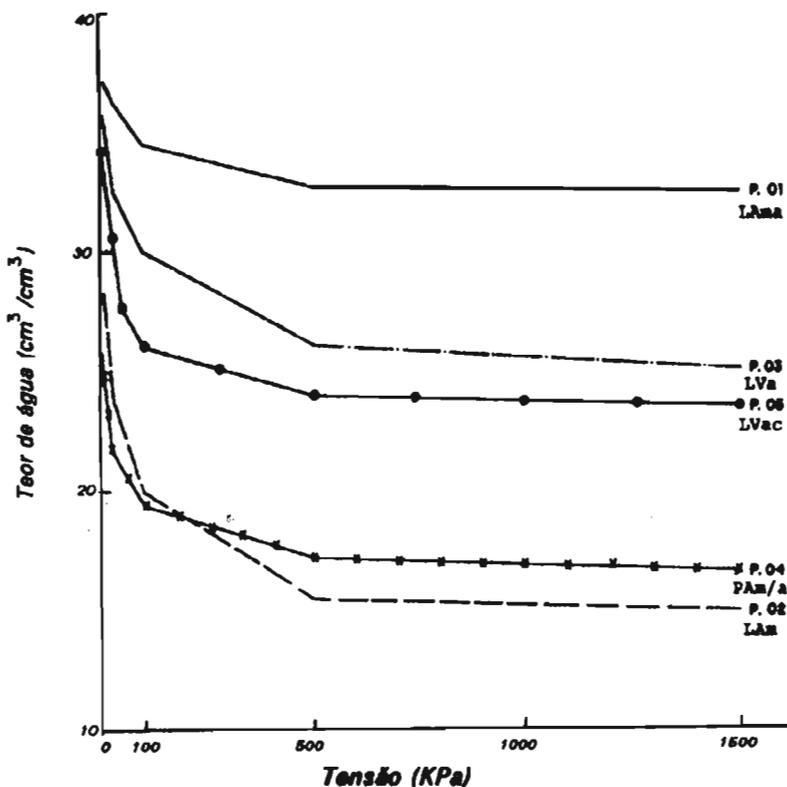
*As variações observadas na infiltração básica podem ter sido ocasionadas por vários fatores, onde se destacam os seguintes: canais abertos por minhocas e outros organismos não-detectados em alguns dos locais onde se realizaram os testes e ao adensamento não-uniforme das camadas superficiais do solo. Estas seriam, também, as causas da falta de coerência entre a taxa de infiltração e a densidade global.*

### **Retenção de água e água disponível**

*Os valores da retenção de água mostram que, independentemente da tensão, ocorre um aumento da retenção de água com a profundidade nos perfis 01, 03 e 04 (Tabela 1), discordando dos resultados obtidos por Stone & Silveira (1978), diminuindo no perfil 02, nas tensões de 6 e 100 KPa, mantendo-se estável nas tensões de 500 e 1500 kPa.*

*Entre as tensões de 500 e 1500KPa, considerando-se o horizonte B<sub>2</sub> de cada perfil, não houve diferenças significativas nos valores de umidade entre estas tensões, onde a uniformidade nos teores de argila deve ser a explicação, pois, conforme Hillel (1971), a retenção nessas tensões depende da textura e da superfície específica.*

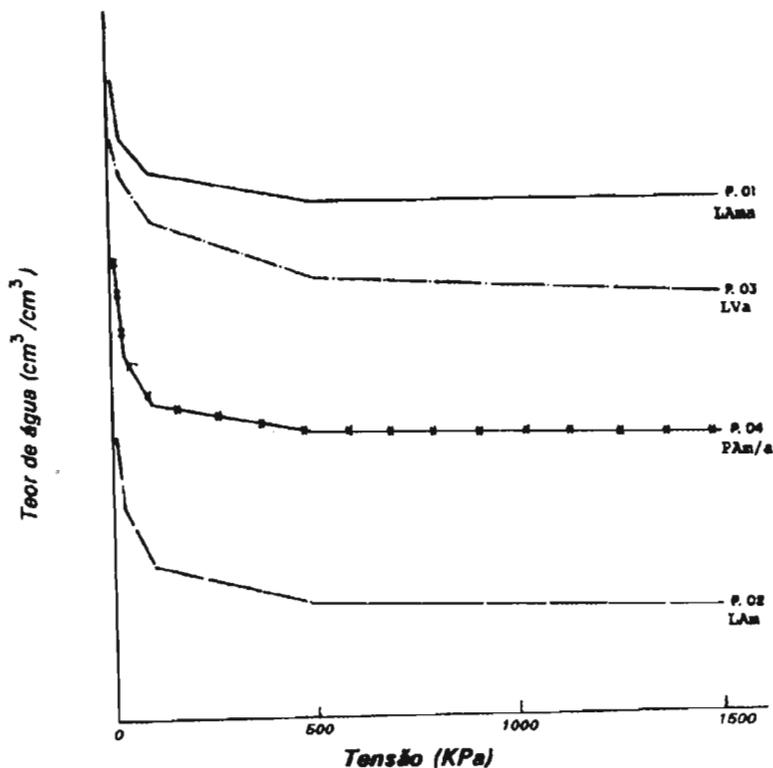
*As Figs. 3 e 4 mostram as curvas características de retenção de água (percentagem de água, em volume, versus a tensão na qual a água é retida no solo), para os horizontes A e B, respectivamente. Os resultados indicam tendência à horizontalidade a partir da tensão de 500KPa para os perfis 01 (L<sub>A</sub>ma), 02 (L<sub>A</sub>m) e 03 (L<sub>A</sub>va) no horizonte A. A partir da tensão de 100KPa, a tendência é observada nos perfis 01 (L<sub>A</sub>ma), 02 (L<sub>A</sub>m) e 04 (P<sub>A</sub>m/a), no horizonte B. Esta interpretação da curva indica que é mínima a quantidade de água disponível para os vegetais, nestes perfis, sob tensões superiores a 500KPa (Fontes & Oliveira, 1982).*



L.Ama - Latossolo Amarelo textura muito argilosa; LAm - Latossolo Amarelo textura média; LVa - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa; PAm/a - Podzólico Amarelo textura média/argilosa; LVac - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa cascalhenta.

FIG. 3. Curvas de retenção de água do horizonte A, de cinco solos do nordeste paraense.

Considerando-se a retenção de água entre as tensões de 10 e 500KPa, a deflexão da curva entre estes dois pontos é mais acentuada, isto para o horizonte A, nos perfis 02 (LAm), 03 (LVa), 04 (PAm/ a) e 01 (L.Ama), indicando maior retenção de água (Fontes & Oliveira, 1982).



LAm - Latossolo Amarelo textura muito argilosa; LAm - Latossolo Amarelo textura média; LVa - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa; PAm/a - Podzólico Amarelo textura média/argilosa; LVac - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa cascalhenta.

FIG. 4. Curvas de retenção de água do horizonte B, de quatro solos do nordeste paraense.

A quantidade de água disponível, calculada pela diferença entre os teores de umidade contidos nas tensões de 33 e 1500KPa, pode ser visualizada em diferentes profundidades na Tabela 1. Observando-se esta Tabela, pode-se inferir que os perfis 01, 02, 03 e 04 apresentam armazenamento (disponibilidade) superior a 95mm de água, conside-

*rando-se a profundidade total dos mesmos. Na prática, na ausência de chuvas, as culturas implantadas nesses solos poderão dispor de umidade suficiente por 15 dias, se a evapotranspiração for ao redor de 6mm/dia (Wolf & Soares, 1976).*

*De acordo com os teores de argila dos perfis analisados, especialmente do horizonte B, esperava-se que os teores de água disponível fossem bem maiores do que os obtidos, onde os valores alcançados, expressos em milímetros de chuva, nas profundidades estudadas (ao longo do perfil), variam de 95,8mm a 117,9mm, resultados estes que concordam com os obtidos por Oliveira & Melo (1978), com exceção do perfil O2, de textura média. Vale ressaltar, que o maior valor obtido refere-se a este perfil (O2 - LAm), com teor médio de argila igual a 24%, porém, com densidade global de 1,48g/cm<sup>3</sup>, superior a todos os demais perfis, resposta esta que assemelha-se às obtidas por Hill & Summer (1967) Petersen et al. (1968). Merece destaque os altos valores alcançados para a umidade retida a 1500KPa, com exceção do perfil O2 (LAm), influenciando, assim, no resultado da água disponível.*

*Em todos os perfis, 50% da água disponível encontra-se com tensões aproximadas acima de 310 KPa, calculada pela fórmula  $[Cc - ((Cc - Pm)/100) * 0.5]$ , segundo Loureiro & Dias (1974). Isto, segundo Daker (1970), restringe o desenvolvimento e a produção das principais culturas.*

### **Condutividade hidráulica**

*A análise dos resultados da condutividade hidráulica (Tabela 1) nos horizontes superficiais apresenta uma variação, de acordo com Embrapa (1979), de moderada a muito rápida (variando de 1,4 cm/h a mais de 25,0cm/h). Isto se deve à pequena percentagem de macroporos, o que, segundo Correa (1986), está intimamente associada à condutividade*

*hidráulica. A maior compactação do perfil O2 (Lam) em relação aos demais, demonstradas pelos altos valores de densidade global (Tabela 1), com a conseqüente diminuição da porosidade, seria a causa da menor condutividade hidráulica nesse solo, resultado esse que concorda com os obtidos por Hillel (1971). Na prática, isto pode se traduzir num incremento da erosão nesse solo, visto que, quando a intensidade da precipitação for superior a 4mm/h, se intensificará o escoamento superficial.*

### **Densidade global**

*Conforme mostrado na Tabela 1, verifica-se que os solos representados pelos perfis O2 (LAm), O3 (LVa) e O4 (PAm/a) apresentaram maiores valores para o parâmetro densidade global, situando-se entre 1,37 e 1,48g/cm<sup>3</sup>, o que, segundo Donahue et al. (1983), prejudica o bom desenvolvimento das culturas, devido à dificuldade do sistema radicular de romper esta camada compactada. A provável causa desse adensamento seria o baixo teor de matéria orgânica encontrado nesses solos, o que concorda com a afirmação de vários pesquisadores (Hillel, 1971; Baver et al. 1972; Gavande, 1973; Kiehl, 1979; Donahue et al. 1983). Além disso, segundo Sanches (1981), este maior adensamento nessas três classes de solos pode estar relacionado aos seus maiores conteúdos de areia (Tabela 1), impedindo, assim, a formação de grânulos estáveis, tornando-os mais susceptíveis à compactação, fato também observado por Silva et al. (1986).*

### **Porosidade total**

*Na Tabela 1 são apresentados os valores da porosidade total, macro e microporosidade, poros bloqueados e Índice de aeração. Verifica-se que os solos representados pelos perfis O1 (LAm) e O3 (LVa) foram classificados, se-*

*gundo Fontes & Oliveira (1982), como de média porosidade, os perfis O4 (PAm/a) e O2 (LAm) de baixa porosidade total e o perfil O5 (LVac) na classe alta porosidade.*

*Quanto à quantidade de poros bloqueados nos perfis analisados, observou-se uma seqüência crescente na seguinte ordem: perfis O3 (LVa), O1 (LAm), O4 (PAm/a), O2 (LAm) e O5 (LVac). Vale ressaltar que os poros bloqueados são aqueles que impedem o trajeto da água, prejudicando, assim, a capacidade de retenção e infiltração de água no solo.*

*Quanto às condições de aeração, para a totalidade dos solos estudados, de acordo com o critério empregado por Oliveira & Melo (1978), nos perfis O1 (LAm), O2 (LAm) e O4 (PAm/a), o horizonte A1 apresenta-se com índice de aeração médio, enquanto os perfis O3 (LVa) e O5 (LVac) foram classificados como de aeração baixa. O índice de aeração dá idéia da relação entre a microporosidade e a porosidade total; assim, quanto menor o seu valor absoluto, melhores condições de aeração terá o solo.*

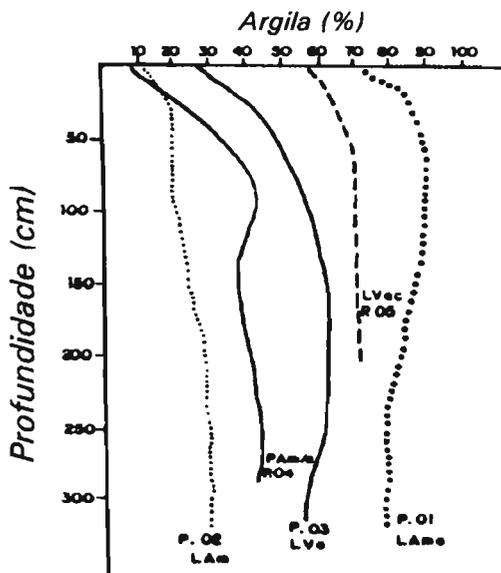
*Vale ressaltar que nos perfis O1 (LAm) e O2 (LAm), ocorre uma brusca queda na macroporosidade, com conseqüente aumento de microporos, formando uma camada adensada, o que é confirmado pelos altos valores da densidade global, concordando com os resultados relatados por Kiehl (1979).*

### **Granulometria**

*No perfil O2 (LAm), de textura média, a fração areia é o principal componente, com valores da ordem de 69% a 81%, enquanto que nos demais Latossolos – perfis O1 (LAm), O3 (LVa) e O5 (LVac) –, de textura argilosa a muito argilosa, a fração argila é o componente dominante com teores máximos em torno de 93% (Tabela 1).*

O solo Podzólico (perfil 04 (PAm/a), de textura média/argilosa, apresenta valores altos para a fração areia, em torno de 41% a 74%, com valores mais altos observados nos horizontes superficiais.

As curvas de distribuição de argila com a profundidade dos solos, apresentadas na Fig. 5, evidenciam um incremento gradativo nos valores da fração argila dos horizontes superficiais para os subsuperficiais nos perfis 01 (LAma), 02 (LAm), 03 (LVa) e 05 (LVac), caracterizando a presença de horizonte B latossólico nestes solos, enquanto que, a curva de distribuição de argila do solo representado pelo perfil 04 (PAm/a), mostra um incremento acentuado da fração argila do horizonte superficial para os subsuperficiais, demonstrado também pela relação textural B/A relativamente alta, portanto, havendo ocorrência do processo de iluviação e presença de horizonte B textural nesses solos.



LAma - Latossolo Amarelo textura muito argilosa; LAm - Latossolo Amarelo textura média; LVa - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa; PAm/a - Podzólico Amarelo textura média/argilosa; LVac - Latossolo Vermelho-Amarelo textura argilosa cascalhenta.

FIG. 5. Curvas de distribuição da argila em profundidade para os perfis 01, 02, 03, 04 e 05.

*A relação silte/argila nos Latossolos – perfis 01 (LAma), 02 (LAM), 03 (LVa) e 05 (Lvac) –, com valores variando de 0,01 a 0,46, demonstrando um elevado estágio de intemperismo, enquanto que, no solo Podzólico (perfil 04 (PAm/a), os valores são mais elevados, o que significa menor estágio de intemperismo.*

## **CONCLUSÕES**

*Considerando-se os resultados obtidos sobre as características físico-hídricas, conjuntamente com as informações obtidas no campo, é possível estabelecer as seguintes conclusões:*

*– solos da mesma classe, sob vegetação natural, com textura, estrutura e porosidade total semelhantes, apresentam taxas de infiltração diferentes, devido à diferença entre a macro e a microporosidade e/ou à obstrução dos poros;*

*– os solos apresentam baixa disponibilidade de água, devido apresentarem retenção de água a 1500KPa bastante elevada;*

*– os solos representados pelos perfis 02, 04 e 03 apresentam, apesar de coletados em solos sob floresta, camadas de adensamento nos horizontes subsuperficiais, demonstrado pelos altos valores da densidade global;*

*– todos os solos analisados devem ser utilizados com práticas de manejo que contemplem a conservação dos mesmos para evitar os efeitos erosivos e a degradação.*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. **Soil physics**. 4. ed. New York: J.Wiley Sons, 1972. 530p.
- BERTRAND, A.R. Rate of water intake in the field. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis**. I. Physical and mineralogical properties including statistics of measurements and sampling. Madison: American Society of Agronomy, 1965. Part I. p.197-209. (Agronomy, 9)
- BOUMA, J.; HOLE, F.D. Soil structure and hydraulic conductivity of adjacent virgin and cultivated pedons at two sites: a typic Argiudoll (silt loam) and a typic Eutrochept (clay). **Soil Science American Proceedings**, v.35, p.316-319, 1971.
- CARREKER, J.R.; BERTRAND, A.R.; ELKINS JR., C.B.; ADAMS, W.E. Effect of cropping system on soil physical properties and irrigation requirements. **Agronomy Journal**, Madison, v.60, p.299-302, 1968.
- COLLIS-GEORGE, N.; LAL,R. Infiltration and structural changes as influenced by initial moisture content. **Australian Journal of Soil Research**, v.9, p.107-116, 1971.
- CORREA, J.C. Características físicas de um Latossolo Amarelo muito argiloso do Estado do Amazonas sob diferentes métodos de preparo do solo. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., 1984, Belém. **Anais**. Belém, Embrapa-CPATU, 1986. v.1, p437-445
- DAKER, A. **A água na agricultura: manual de hidráulica agrícola**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1970. v.3.
- DIELEMAN, P.J.; TRAFFORD, B.D. **Drainage testing**. Roma: FAO, 1976. 172p. (Irrigation and Drainage Paper, 28).

- DONAHUE, R.L. **Laboratory manual for introductory soils.** Illinois: Interstate Printers and Publ., 1952. 159p.
- DONAHUE, R.L.; MILLER, R.W.; SHICKLUNA, R.C. **Soils: an introduction to soils and plant growth.** 5. ed. Englewood Cliff, New Jersey: Prentice Hall, 1983. 667p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solo.** Rio de Janeiro, 1979. v.1.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Classificação de Solos. (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (3a. aproximação).** Rio de Janeiro, 1988a.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. (Rio de Janeiro, RJ). **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento.** Rio de Janeiro, 1988b.
- FONTES, L.E.F.; OLIVEIRA, L.B. **Curvas de retenção de umidade de solos do norte de Minas Gerais, área de atuação da SUDENE.** Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1982. 19p. (Embrapa-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 4).
- FORSYTHE, W.M. **Física de suelos: manual de laboratório.** San Jose: IICA, 1972. 212p.
- GAVANDE, S.A. **Física de suelos: principios e aplicaciones.** México: J. Willey, 1973. 351p.
- GOMES, P.C.F.; MILLAR, A.A. Problemática da caracterização das propriedades hidráulicas de solos aluviais para fins de drenagem subterrânea. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.2, n.2, p.84-89, 1978.
- HILL, J.N.S.; SUMMER, M.E. Effects of bulk density on moisture characteristics of soil. **Soil Science**, v.103, n.4, p.234-238, 1967.

- HILLEL, D. **Soil and water: physical principles and processes.** New York: Academic Press, 1971. 288p.
- HILLEL, D. **Introduction to soil physics.** Orlando: Academic Press, 1982. 364p.
- JORGE, J.A.; PRADO, H. Porosidade, consistência e propriedades hídricas de três podzólicos vermelhos-amarelos e uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, n.1, p.1-6, 1988.
- KIEHL, J.E. **Manual de edafologia.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264p.
- KLUTE, A. Tillage effects on the hydraulic properties of soil: a review. In: UNGER, P.W.; VAN DOREN, D.M.J. ed. **Predicting tillage effects on soil physical properties and processes.** Madison: American Society of Agronomy, 1982. (ASA. Special Publication, 44).
- KOHNKE, H. **Soil physics.** 2. ed. New York: McGraww-Hill, 1969. 224p.
- MEDINA, B.F.; LEITE, J.A. Influência de três sistemas de manejo e duas coberturas vegetais na infiltração de água em um Latossolo Amarelo em Manaus, AM. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n. 11, p.1323-1332, 1985.
- LOUREIRO, B.T.; DIAS, U.S. Curvas de retenção de umidade de solo. **Seiva**, v.34, n. 81, p.10-20, 1974.
- OLIVEIRA, L.B. de. Determinação de macro e microporosidade pela "mesa de tensão" em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Série Agronomia, Rio de Janeiro, v.3, n.1, p.197-200, 1968.
- OLIVEIRA, L.B.; MELO, V. Caracterização físico-hídrica do solo. II. Unidade Utinga (Latossolo Vermelho-Escuro distrófico). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.3, p.67-81, 1978.

- OLIVEIRA Junior, R.C. de; MEDINA, B.F. Efeito de diferentes coberturas vegetais nas propriedades físicas do solo e no desenvolvimento da seringueira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 20., 1985, Belém. **Resumos...** Belém, 1985.
- O'NEAL, M.H. Soil characteristics significant in evaluating permeability. **Soil Science**, v.67, n.5, p.17-21, 1949.
- PETERSEN, G.W.; CUNNINGHAM, R.C.; MATELSKI, R.P. Moisture characteristics of Pensylvania soils. I. Moisture retention as related to texture. **Soil Science Society American Proceedings**, v.32, n.2, p.271-275, 1968.
- RICHARDS, L.A. ed. Methods of measuring soil moisture tension. **Soil Science**, v.68, p.95-112, 1949.
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Piracicaba. Centro de Energia Nuclear na Agricultura/Fundação Cargill, 1975. 286p.
- SANCHES, P. A. **Suelos del tropicos: características y manejo**. San Jose: IICA, 1981. 633p.
- SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L.; CAMARGO, O. A. Influência da compactação nas propriedades físicas de dois latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.2, p.91-95, 1986.
- SOUZA, L. S.; COGO, N. P. Caracterização física em solo da unidade de mapeamento São Jerônimo-RS (Paleudult), em três sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.2, p.170-175, 1978.
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Condutividade hidráulica de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.4, p.63-71, 1978.

- SWARTZENDRUBER, D.; HILLEL, D. *The physics of infiltration*. In: HADAS, A.; SWARTZENDRUBER, D.; RIJTEMA, P.E.; FUCHS, M.; YARON, B. **Physical aspects on soil, water and salts in ecosystems**. Berlin: Spring-Verlag, 1973. p.3-15 (*Ecological Studies*, 4)
- UHLAND, R.E. *Physical properties of soil as modified by crops and manegement*. **Soil Science American Proceodings**, v.14, p.361-366, 1949.
- WINKLER, E.I.G.; GOEDERT, W.J. *Características hídricas dos solos de Pelotas, RS*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.7, p.1-4, 1972.
- WOLF, J.M.; SOARES, W.V. *Características de umidade de um Latossolo Vermelho-Escuro do Distrito Federal*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agronomia, Brasília, v.11, p.101-106, 1976.



---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento  
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Caixa Postal 48,  
Telex (091) 1210, Fax (091) 226-9845 CEP 66017-970  
e-mail: [cpatu@cpatu.embrapa.br](mailto:cpatu@cpatu.embrapa.br)*



*Impressão e acabamento:  
Embrapa Produção de Informação*