

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HÍDRICA
DOS PRINCIPAIS SOLOS DA REGIÃO DE
MARABÁ-CARAJÁS, ESTADO DO PARÁ**

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n

Telefones: (091) 276-6653, 276-6333

Fax: (091) 276-9845

e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br

Caixa Postal, 48

66095-100 – Belém, PA

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações

Leopoldo Brito Teixeira – Presidente

Antonio de Brito Silva

Expedito Ubirajara Peixoto Galvão

Joaquim Ivanir Gomes

Oriel Figueira de Lemos

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

Célia Maria Lopes Pereira

Maria de N. M. dos Santos – Secretária Executiva

Revisores Técnicos

Antonio Ronaldo Camacho Baena – Embrapa-CPATU

Antonio Carlos da Costa P. Dias – FCAP

Expediente

Coordenação Editorial: Leopoldo Brito Teixeira

Normalização: Célia Maria Lopes Pereira

Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos

Antonio Ronaldo Camacho Baena (texto em inglês)

Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho

OLIVEIRA JUNIOR, R.C. de; RODRIGUES, T.E.; SILVA, J.M.L da; VALENTE, M.A. **Caracterização físico-hídrica dos principais solos da região de Marabá-Carajás, Estado do Pará.** Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 43p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 205).

1. Solo – Propriedade físico-hídrica – Brasil – Pará – Região de Carajás-Marabá. 2. Relação solo-água. I. Rodrigues, T.E., colab. II. SILVA, J.M.L. da, colab. III VALENTE, M.A., colab. IV. Embrapa, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). V. Título. VI. Série.

CDD: 631.43098115

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
METODOLOGIA	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
INFILTRAÇÃO	10
DENSIDADE DO SOLO	17
POROSIDADE TOTAL.....	17
CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA	18
RETENÇÃO DE ÁGUA	19
ÁGUA DISPONÍVEL	20
GRANULOMETRIA	22
CONCLUSÕES	25
ANEXO	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HÍDRICA DOS PRINCIPAIS SOLOS DA REGIÃO DE MARABÁ – CARAJÁS, ESTADO DO PARÁ¹

Raimundo Cosme de Oliveira Junior²

Tarcísio Ewerton Rodrigues³

João Marcos Lima da Silva²

Moacir Azevedo Valente²

RESUMO: Foram coletadas amostras de quatro perfis de solos da região de Carajás-Marabá, para determinação das características físico-hídricas. Os perfis coletados foram de ALISSOLO CRÔMICO Argilúvico típico textura média/argilosa (P-01), ARGISSOLO VERMELHO Distroférico típico textura argilosa/muito argilosa (P-02), LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico textura muito argilosa (P-03) e CAMBISSOLO HÁPLIC Tb Distrófico típico textura argilosa cascalhenta (P-04). As amostras de solos foram analisadas no Laboratório da Embrapa Solos. As maiores taxas de infiltração foram observadas nos perfis de LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, seguido do ARGISSOLO Vermelho Distroférico e, as menores taxas foram observadas nos perfis de ALISSOLO CROMICO Argiluvico. Foi verificado um decréscimo da retenção de umidade com a profundidade, em função do decréscimo da matéria orgânica. Os perfis 02 e 03 foram os que apresentaram maior disponibilidade de água, superior a 55mm. A densidade do solo variou de 0,93 a 1,08g/cm³, evidenciando a ausência de compactação.

Termos para indexação: propriedades físico-hídricas, Amazônia, solos, Carajás.

¹Trabalho financiado com recursos do Convênio Embrapa/FAO.

²Eng. Agr., MSc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

³Eng. Agr., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental.

PHYSICAL-HIDRICAL CHARACTERIZATION OF THE PRINCIPAL SOILS OF THE MARABÁ – CARAJÁS REGION, STATE OF PARÁ

ABSTRACT: Samples of four soils profiles of the area of Carajás-Marabá were collected, for determination of the physical-hydrical characteristics. The profiles collected were of ALISOL CROMICO Argiluvico tipic mediumclayey texture (P-01), ARGISOL RED Distroférric tipic clayey/very clayey texture (P-02), LATOSOL RED Distroférric típico very clayey texture (P-03) and Cambissolo clayey texture (P-04). The soils samples were analyzed in Embrapa Soils' laboratory. The highest infiltration rates were observed in the Latossolo Red-dark profiles, followed by Podzólico Vermelho-Escuro and, the smallest rates were observed in the profiles of Red-Yellow Podzólic. A diminishing of humidity retention was verified with depth, in function of the diminishing of the organic matter. The profiles 02 and 03 were the ones that presented higher water availability, superior to 55mm. Soil density varied from 0,93 to 1,08g/cm³, evidencing no compaction.

Index terms: physical-hydrical properties, Amazônia, soils, Carajás.

INTRODUÇÃO

A região Carajás/Marabá abrange uma superfície de aproximadamente 106.250 km², englobando três micror-regiões homogêneas, as quais pertencem nove municípios. Está situada entre as coordenadas geográficas de 05°06' a 08° de latitude sul e 48° 05' a 52° de longitude oeste de Greenwich. É limitada, a leste, pelos rios Araguaia e Tocantins e, a oeste, pelo rio Xingu. As cidades mais importantes são: Marabá, Parauapebas, Itupiranga, São Félix do Xingu e Conceição do Araguaia.

Esta região caracteriza-se pelas diversas variações climáticas, geológicas, geomorfológicas, edáficas, assim como, pela exuberância diversificada da flora e da fauna, estando incluída na região tropical úmida, onde a necessidade

de expansão de áreas para reduzir a pressão populacional está em conflito direto com a necessidade de preservar o ecossistema.

É uma área ocupada, predominantemente, por atividades agropastoris, onde a criação de gado de corte e o cultivo de culturas de subsistência ocupam lugar de destaque. Nestes cultivos, são utilizadas práticas de manejo que vão desde as mais primitivas (predominantes) até as mais avançadas. Os efeitos dessas práticas sobre cada classe de solo podem ser previstas com alta probabilidade e as consequências negativas evitadas, se forem conhecidas as principais características físicas, químicas, biológicas e mineralógicas dos solos.

Em vista disso, nos sistemas agrícolas, o manejo de propriedades físicas do solo tem sido, no geral, considerado de menor importância do que as propriedades químicas. Conforme os sistemas de manejo se tornam mais intensivos e mecanizados, os problemas de fertilidade são solucionados, por meio de aplicação de fertilizantes e corretivos, enquanto que as propriedades físicas do solo, num manejo adequado, passam a ser mais importantes porque contribuem para a limitação do uso eficiente dos insumos tecnológicos (Sanchez, 1981).

A caracterização físico-hídrica do solo torna-se, portanto, essencial para nortear as práticas de manejo, destacando-se a irrigação, a drenagem, os cultivos e a subsolação, assim como a textura e estrutura do solo, responsáveis pela porosidade, atuam de forma decisiva no manejo e economia da água no solo (Dieleman & Trafford, 1976; Gomes & Millar, 1978).

Dessa forma, visando a complementação dos dados existentes sobre os recursos naturais, considerados necessários para o zoneamento agroecológico-econômico da região amazônica e, para promover o seu desenvolvimento sustentado, é indispensável o conhecimento das propriedades físicas e hídricas das principais classes de solos de diferentes ecossistemas amazônicos.

METODOLOGIA

Na região de Carajás/Marabá, foram descritos e amostrados quatro perfis de solos, sob vegetação natural, desenvolvidos de materiais resultantes de produtos da alteração de granitos, granodioritos, migmatitos, dioritos e quartzitos (ALISSOLO CROMICO Distroférrico típico textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta - P 01), jaspilitos-hematíticos, metabasitos expilitos e filitos (ARGISSOLO VERMELHO Distroférrico típico textura argilosa/muito argilosa - P 02), argilitos e siltitos (LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico textura muito argilosa- P 03) e filitos-cloritaxistos e clorita-sericita-xistos (Cambissolo HÁPLICO Tb Distrófico típico textura argilosa cascalhenta - P 04), cujas descrições morfológicas estão inseridas no Anexo.

Os solos foram classificados conforme as normas contidas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (4ª Aproximação), e adotadas pela Embrapa (Embrapa, 1997).

Para realização das análises em laboratórios, foram coletadas 24 amostras deformadas e 36 amostras indeformadas de solos para determinações das propriedades físicas e hidrológicas.

Durante os trabalhos de campo, também foram realizados testes de infiltração, segundo metodologia de Bertrand (1965), nas classes de solos amostradas, na profundidade de 0-20cm. A velocidade de infiltração (*Ii*) e a infiltração acumulada (*D*) foram determinadas mediante cilindros infiltrômetros duplos de carga constante. Na proximidade dos locais em que foram realizadas as provas de infiltração (três por solo), coletaram-se amostras de solo para determinação de umidade.

Os valores de infiltração instantânea e acumulada foram plotados em papel log-log, em função do tempo, expressando-se os resultados através da equação de Kostiakov, citado por Chanduvi (1970), que para velocidade de infiltração se escreve como:

$$I_i = Kt^m \quad (1)$$

e para infiltração acumulada:

$$D = Kt^n \quad (2)$$

onde **K** é uma constante e **m** e **n** são as declividades das respectivas curvas.

A velocidade de infiltração básica ou final (**I_b**), por sua vez, estimou-se quando a mudança entre dois valores contíguos era igual ou menor que 10%. Sua expressão matemática (Chanduvi, 1970) obtém-se diferenciando a infiltração instantânea com respeito ao tempo, podendo-se assim estabelecer o tempo (**t**), em minutos, no qual deverá ocorrer a infiltração básica:

$$t = 600 m$$

onde **m** tem o mesmo significado que na equação (1).

As análises das amostras deformadas e indeformadas de solos foram realizadas de acordo com a metodologia contida no Manual de Métodos de Análise de Solos (Embrapa, 1979), determinando-se os seguintes parâmetros: densidade do solo (Uhland, 1949), microporosidade (Oliveira, 1968), macroporosidade (Oliveira, 1968), condutividade hidráulica (Uhland, 1949), curvas características de retenção de água e água disponível (Richards, 1949), densidade de partículas (Donahue, 1952), análise granulométrica (Embrapa, 1979) e análise de agregados (Oliveira & Paula, 1973).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

INFILTRAÇÃO

As curvas de infiltração de água no solo, nas áreas das unidades pedogenéticas em estudo (Figs. 1 a 3), mostram que as maiores taxas de infiltração inicial (interseção da reta com o eixo das ordenadas) foram observadas nos solos representados pelos perfis 02 (Argissolo Vermelho - PVdf) e 03 (Latossolo Vermelho - LVdf), com velocidade de infiltração instantânea de 204,0 e 450,0 cm/h, respectivamente, enquanto que as taxas mais baixas foi do perfil 01 (Alissolo Cromico - ACf), com valores de 60 cm/h. O perfil 04 (Cambissolo Háplico - CXbd), devido aos teores elevados de cascalhos, não foi possível proceder o teste de infiltração.

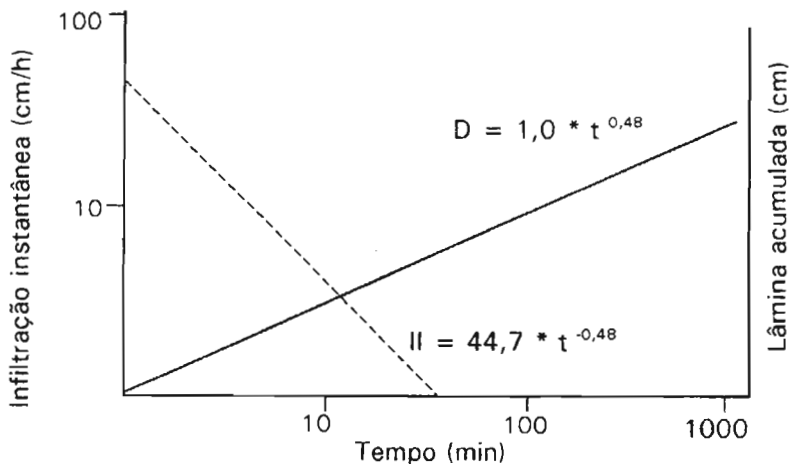


FIG. 1. Curva de velocidade de infiltração instantânea (II) e lâmina acumulada (D) do perfil 01 (Alissolo Crômico Argilúvico textura média/argilosa), na profundidade de 0-20cm.

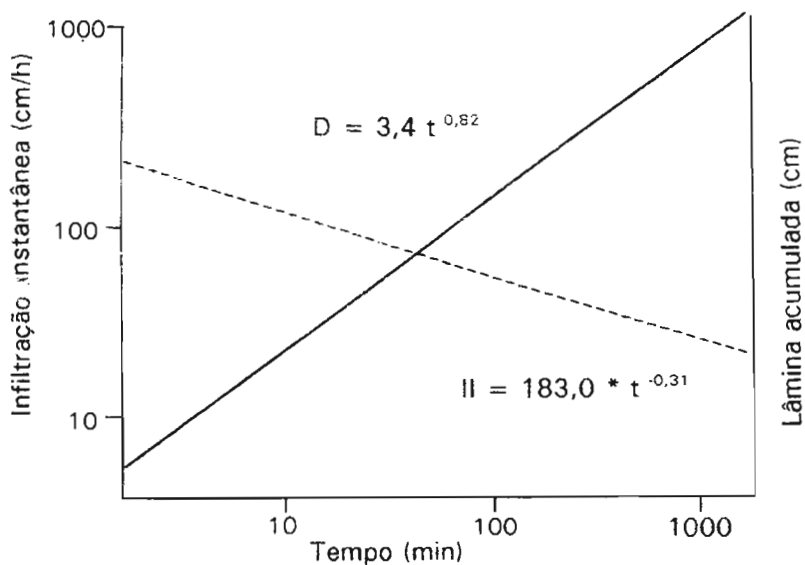


FIG. 2. Curva de velocidade de infiltração instantânea (II) e lâmina acumulada (D) do perfil 02 (Argissolo Vermelho textura argilosa/muito argilosa), na profundidade de 0-20cm.

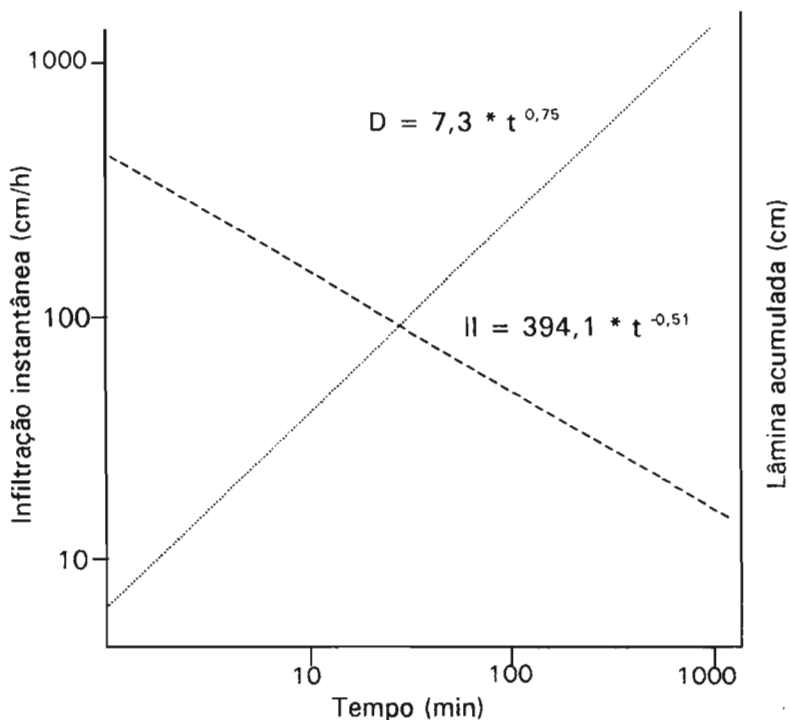


FIG. 3. Curva de velocidade de infiltração instantânea (II) e lâmina acumulada (D) do perfil O3 (Latossolo Vermelho textura muito argilosa), na profundidade de 0-20cm.

Ainda analisando estas figuras, observa-se que a capacidade do solo em absorver água diminui com o tempo, o que é normal para solos com perfis uniformes ou quase uniformes, em decorrência de vários fatores, dentre os quais citam-se os seguintes (Collis-George & Lal, 1971): 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 dos torrões e agregados individuais, quando a água entra bruscamente de todos os lados, sob um alto potencial hidráulico.

Inúmeros pesquisadores (Musgrave, 1955; Hillel, 1971; Forsythe, 1975; Gavande, 1975; Reichardt, 1975; Souza & Cogo, 1978; Hillel, 1982) têm estudado o efeito do conteúdo inicial de água do solo na taxa de infiltração, concluindo que, quanto maior o teor de umidade inicial, menor o movimento da água para baixo. Neste aspecto, levando-se em consideração que os solos representados pelos perfis 03 e 02 apresentaram maiores taxas de infiltração inicial e encontravam-se com teores elevados de umidade atual (Tabela 1), correspondentes a 65% e 56% da capacidade de campo, respectivamente para os perfis 02 e 03, espera-se que os valores da taxa de infiltração dos mesmos sejam bem mais altas 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 determinam a ocorrência do processo erosivo (Medina & Leite, 1984).

Segundo Horton, citado por Oliveira Junior & Medina (1985), a redução da velocidade de infiltração com o tempo, depois de iniciado o teste, é largamente controlado por fatores operando na superfície do solo, tais como: expansão dos colóides, fechamento de pequenas fendas ou rachaduras e compactação devida a um arranjo das partículas do solo.

Clark et al. (1966) afirmaram que, em certas situações, a capacidade de infiltração aumenta linearmente com a agregação do solo, concordando com os dados obtidos neste estudo (Tabela 2), onde os solos representados pelos perfis 03 e 02 apresentaram porcentagem de agregados >0.5mm superiores a 86%, considerando a profundidade de 70cm.

Wischmeier & Mannering (1965), Souza & Cogo (1978) e Jorge & Prado (1988) observaram que a matéria orgânica possui influência decisiva na taxa de infiltração, principalmente devido a seus efeitos no aumento da estabilidade dos agregados e da porosidade total. Assim, dos solos com infiltração instantânea acima de 200cm/h, o perfil 03 apresenta teores de matéria orgânica em torno de 11.9%, em todo o perfil (Tabela 1). Porém, Oliveira Junior & Medina (1985) não encontraram influência da matéria orgânica na taxa de infiltração, devido ao mascaramento da mesma pela compactação do solo superficial, o que praticamente dominou o processo de infiltração de água no mesmo.

TABELA 1. Principais características físicas dos perfis estudados na região de Marabá-Carajás, Estado do Pará.

Horiz.	Profund.	Granuometria (g/kg)			Retenção de Água (KPa)					A.D.		M.O.	U.A.	C.H.	Dr	Da	Porosidade (%)		MIC	Macropor.		%		
		Areia	Silte	Argila	6	10	33	100	500	1500	(mm)						(mm/cm)	DET		CAL	DET	CAL	PBI	I.A.
ALISSOLO CRÔMICO Argilúvico típico A moderado textura média/argilosa cascalhenta relevo ondulado (Perfil 01)																								
A1	0 - 6	300	370	330														2,53						
AB	- 19	210	380	410														2,58						
Bac	- 42	150	310	540														2,60						
Bt2	- 50	110	290	600														2,63						
BC	- 68	80	410	510														2,63						
ARGISSOLO VERMELHO Distroférrico típico A moderado textura argilosa/muito argilosa relevo ondulado (Perfil 02)																								
A ₁	0 - 10	130	470	400	42,5	40,9	38,9	36,8	35,2	35,0	3,9	3,9	3,2	39,8	7,6	2,60	0,93	61	64	43	18	21	03	0,67
AB	- 23	110	170	720	40,4	39,4	37,2	35,5	34,2	34,0	3,2	4,2	2,1	38,1	7,3	2,60	0,99	59	62	40	19	22	03	0,64
BA	- 58	070	130	600	41,3	40,2	37,6	36,0	35,4	34,9	2,7	9,5	1,0	37,3	1,6	2,67	1,05	56	61	41	15	20	05	0,67
Bt ₁	- 100	050	070	880	42,4	40,8	38,6	36,5	35,9	35,4	3,2	13,4	0,3	35,5	2,8	2,74	1,05	57	62	42	15	20	06	0,68
Bt ₂	- 148	050	090	860	42,3	41,1	38,5	36,1	35,0	34,1	2,4	11,5	0,2	36,3	3,0	2,57	1,05	58	59	42	18	17	01	0,71
Bt ₃	- 180	050	110	840	44,5	42,9	41,2	39,7	39,0	38,5	2,7	8,8	0,2	40,2	0,8	2,57	1,08	57	58	45	12	13	01	0,78
LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico A moderado textura muito argilosa relevo plano (Perfil 03)																								
A ₁	0 - 11	020	060	920	39,8	39,5	37,0	35,5	35,0	34,0	3,0	3,3	5,9	34,0	>25	2,57	0,98	56	63	40	16	23	07	0,63
AB	- 24	020	030	950	41,5	40,0	36,8	36,7	35,9	35,3	1,5	2,0	3,4	35,2	8,4	2,86	0,98	63	66	42	21	24	03	0,64
BA	- 49	030	010	980	40,2	38,7	36,8	35,1	33,9	33,3	3,5	8,8	2,4	33,4	11	2,88	1,03	61	64	40	21	24	03	0,63
Bw ₁	- 65	030	040	930	40,4	39,0	35,0	32,9	30,7	30,0	5,0	8,0	1,6	32,4	9,5	2,86	0,97	62	66	40	22	26	04	0,61
Bw ₂	- 132	030	040	930	43,7	41,7	38,5	33,8	31,3	30,6	5,9	39,5	1,0	35,3	5,1	2,90	1,02	62	65	44	18	21	03	0,68
Bw ₃	- 190	020	050	930	43,8	40,5	36,8	33,8	31,3	30,7	5,9	34,2	0,7	35,3	5,0	2,90	1,00	63	66	44	19	22	03	0,67
CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa cascalhenta relevo suave ondulado (Perfil 04)																								
Ac ₁	0 - 6	580	28	160														2,50						
ABc	- 13	490	31	200														2,63						
BAc	- 30	410	33	260														2,60						
Bic ₁	- 58	390	29	320														2,67						
Bic ₂	- 78	240	27	490														2,63						
BCC	- 110	150	36	490														2,67						

Horiz. = horizonte; Profund. = profundidade; A.D. = água disponível; M.O. = matéria orgânica; C.H. = condutividade hidráulica; Dr. = densidade de partículas; Da. = densidade do solo; DET = determinada; CAL = calculada; MIC = microporosidade; PBI = poros bloqueados; I.A. = índice de aeração; Macrop. = macroporosidade.

TABELA 2. Valores da percentagem de agregados e da estabilidade de agregados. > 0,50mm dos perfis estudados.

Solo	Perfil	Horizontes	Agregados %	Estabilidade de agregados >0,50mm - %
ACf	01	A1	89.8	67.1
		AB	81.0	82.2
		BAc	72.6	52.3
		Bt2	72.8	81.5
PVdf	02	A1	93.2	97.1
		AB	84.3	96.6
		BA	81.7	95.2
		Bt1	78.5	97.2
LVdf	03	A1	98.5	97.1
		AB	98.5	96.6
		BA	96.5	96.4
		Bw1	90.0	93.2
CXbd	04	A1	96.1	36.1
		BAc	84.7	19.7
		BAc	63.6	23.6
		Bic1	63.6	31.9

Como se observa na Tabela 1, os solos representados pelos perfis 03 e 02, apresentaram maiores valores de poros não capilares, favorecendo a infiltração da água no solo, com o que concordam Carreker et al. (1968), Kohnke (1968) e Jorge & Prado (1988). Vale ressaltar, entretanto, que estes solos quando entrarem no processo produtivo deverão sofrer alterações na sua porosidade, diminuindo os valores dos poros não capilares e aumentando os da microporosidade ou poros capilares (Bouma & Hole, 1971; Souza & Cogo, 1978 e Klute, 1982), acarretando uma diminuição na taxa de infiltração.

A infiltração básica ou final é uma das formas mais utilizadas para expressar a infiltrabilidade do solo, isto é, a sua capacidade para absorver água em um determinado tempo, apresentou grandes variações (Tabela 3), indo de 0,04cm/h, no solo representado pelo perfil 01(ACf) até 36,2cm/h naquele representado pelo perfil 02 (PVdf). 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 Argissolo Vermelho argiloso/muito argiloso da Serra dos Carajás, com 36,2cm/h de infiltração básica, terá menor índice de erosão do solo, devido ao menor escorrimento superficial do que o Alissolo Crômico média/argilosa cascalhenta de Marabá, com 0,04cm/h. De acordo com O'Neal (1949), os solos são classificados com base na infiltração básica em: muito rápida (perfil 02 - PVdf), rápida (perfil 03 - LVdf) e muito lenta (perfil 01 - ACf).

TABELA 3. Valores da infiltração instantânea (Inf. inst.), infiltração básica (Inf. básica) e umidade atual (um. atual) de três dos perfis analisados.

Solo	Perfil	Localização	Inf. inst. cm/h	Inf. básica cm/h	Um. atual %
PVdfa/ma	02	Serra dos Carajás	204.0	36.2	29.5
LVdfma	03	Serra dos Carajás	450.0	21.3	26.5
ACfm/a	01	Marabá	60.0	0.04	16.5

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

De acordo com Embrapa (1980) e Gent Jr. et al. (1984), há um decréscimo significativo no processo de transmissão de água no solo após o desmatamento da floresta natural, havendo no Estado do Amazonas (Embrapa, 1980) uma diminuição na infiltração de 30cm/h antes da derrubada para 3-4cm/h depois dessa operação, não se verificando diferenças significativas entre a operação manual e a mecanizada. Lal (1976), trabalhando na Nigéria, também encontrou diminuição na taxa de infiltração, onde o autor explicou que a deteriorização da estrutura e a formação de crostas na superfície do solo seriam as responsáveis pelo decréscimo da taxa de infiltração de água no solo.

DENSIDADE DO SOLO

Conforme mostrado no Tabela 1, verifica-se que os solos representados pelos perfis 02 e 03 apresentaram valores para a variável densidade do solo, situando-se entre 0,93 e 1,08g/cm³, o que, segundo Grohmann & Queiroz Neto (1966) e Donahue et al. (1983), não prejudicaria o bom desenvolvimento das culturas. Estes valores encontrados estão abaixo da faixa encontrada para solos minerais, de 1,10 a 1,60g/cm³ (Hillel, 1971). Porém, deve ser ressaltado que tão logo esses solos adentrem no processo produtivo, os valores da densidade do solo tendem a aumentar e os produtores devem estar conscientes de que práticas conservacionistas precisam ser estabelecidas para minimizar estes aumentos.

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 03 (LVdfma) e 02 (Pvdfa/ma) apresentaram maiores valores da porosidade total, classificando-se, segundo Fontes & Oliveira (1982), como de alta porosidade total.

Quanto à quantidade de poros bloqueados, nos perfis analisados, observou-se uma seqüência crescente na seguinte ordem: perfis 02 (Pvdfa/ma) e 03 (LVdfma). 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.

As condições de aeração do solo, para dois dos perfis estudados, de acordo com o critério empregado por Oliveira & Melo (1978), perfis 02 (Pvdfa/ma) e 03 (LVdfma), os horizontes apresentam-se com índice de aeração médio. 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.

Observando-se ainda na Tabela 1, que mostra os valores da porosidade, verifica-se que os perfis 03 (LVdfma) e 02 (Pvdfa/ma) apresentam maiores valores para a macroporosidade, e os mesmos apresentam praticamente a metade do percentual de microporos, sendo isto bastante uniforme ao longo de todo o perfil. Vale ressaltar que no perfil 03 (LVdfma) ocorre uma brusca queda na macroporosidade, com conseqüente aumento de microporos, formando uma camada adensada, o que é confirmado pelos altos valores da densidade do solo, concordando com os resultados relatados por Kiehl (1979).

CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA

A condutividade hidráulica ou coeficiente de permeabilidade do solo é de larga aplicação nos problemas de drenagem e fornece informações indiretas da estrutura e da estabilidade estrutural dos solos (Klute, 1982).

A análise dos resultados da condutividade hidráulica (Tabela 1), nos horizontes superficiais, mostra uma variação de rápida a muito rápida (7,6 a >25,0cm/h). Verifica-se pela Tabela 1 que a densidade do solo tem papel importante

na condutividade hidráulica; quando há aumento daquela, ocorre uma diminuição desta. Outro fator a ser considerado é a porosidade total, em que o perfil 03, com valor médio de porosidade total mais elevado do que o perfil 02, apresenta condutividade, também, mais elevada. Outro aspecto a considerar é o teor de água existente nos solos; os perfis 02 e 03 possuíam, em média, 38% e 34%, respectivamente, de umidade e, mesmo assim, a condutividade hidráulica foi, no mínimo, classificada como rápida. Segundo Reichardt et al. (1976), isto é devido à alta estruturação dos solos, que asseguram alta condutividade próxima à saturação e à profundidade do lençol freático, neste caso, acima de 70m. Considerando o exposto, dificilmente estes solos podem ser saturados em condições naturais, sendo importante informação prática, hája vista, as implicações de ordem climática (precipitação), com influência positiva nos processos erosivos dos solos estudados.

RETENÇÃO DE ÁGUA

Os teores de umidade mostram que, independente da tensão, ocorre uma diminuição da retenção de água com a profundidade (Tabela 1), concordando com os resultados obtidos por Stone & Silveira (1978), e os maiores valores da umidade na superfície, devem-se, provavelmente, aos teores mais elevados de matéria orgânica, resultados estes que concordam com os de Grohmann & Medina (1962), Maclean & Yager (1972), Winkler & Goedertt (1972) e Freire & Scardua (1978). As variações nos horizontes subsuperficiais devem-se aos teores de argila mais elevados (perfil 02 (PVdfa/ma)), resultados que se assemelham aos obtidos por Gavande (1968), e a maior quantidade de microporos (perfil 03 (LVdfma)), concordando com os resultados de Hill & Summer (1967), Hillel (1971) e Baver et al. (1972).

Entre as tensões de 5 a 15atm, considerando-se o horizonte B2 de cada perfil, não houve diferenças significativas nos valores de umidade, 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.

A Fig. 4 mostra as curvas características de umidade (porcentagem de água, em volume, versus a tensão na qual a água é retida no solo). A partir da tensão de 1atm, a tendência à horizontalidade é observada nos perfis 02 (PVdfa/ma) e 03 (LVdfma, horizonte A1). Esta interpretação da curva indica que é mínima a quantidade de água para os vegetais, nestes perfis, sob tensões superiores àquela considerada (Fontes & Oliveira, 1982).

Considerando-se a retenção de umidade entre as tensões de 0.1 e 5atm, a deflexão da curva entre estes dois pontos é mais acentuada, considerando-se o horizonte A1, nos perfis 02 (PVdfa/ma), 03 (LVdfma), indicando maior retenção de umidade (Fontes & Oliveira, 1982).

ÁGUA DISPONÍVEL

A quantidade de água disponível nos solos amostrados pode ser visualizada em diferentes profundidades na Tabela 1 e, considerando-se os percentuais retidos nas tensões de 0.33 e 15atm, como o limite superior e inferior, respectivamente, correspondente a faixa disponível, observa-se nesta Tabela, que o aumento da densidade do solo proporcionou maior quantidade de água disponível nos perfis analisados, resultados estes que concordam com os de Hill & Summer (1967) e Petersen et al. (1968), onde estes autores consideraram que os efeitos da densidade sobre as características hídricas referem-se às diferenças na geometria e distribuição dos poros. Ressalta-se, porém, que o perfil 03 (LVdfma), por apresentar maiores teores de argila (Lal, 1974) e matéria orgânica (Cunningham, 1963), não segue como mencionado acima, apresentando densidade global média ao redor de $0,99\text{g/cm}^3$ e água disponível média de $0,50\text{mm/cm}$, classificada por Fontes & Oliveira (1982) como da classe baixa.

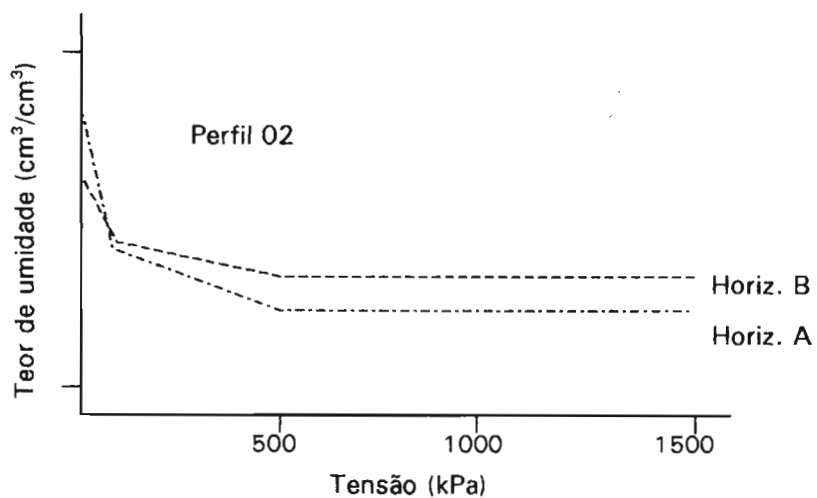
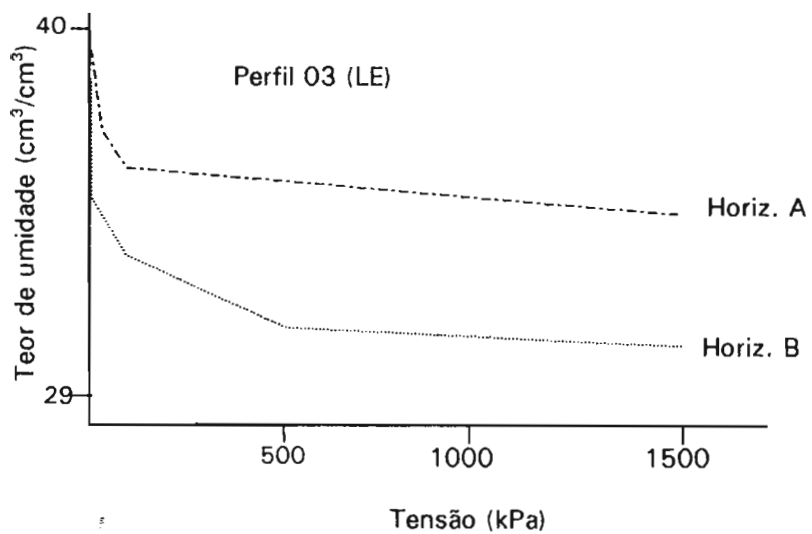


FIG. 4. Curvas características de umidade dos perfis 02 (PVdfa/ma) e 03 (LVdfma) estudados.

Ainda nesta Tabela, pode-se inferir que os perfis 02 e 03 apresentam armazenamento (disponibilidade) superior a 55mm de água, com exceção do perfil 02 (PVdfa/ma), com menos de 50mm, considerando-se a profundidade de 120cm. Na prática, na ausência de chuvas, as culturas implantadas nesses solos poderão dispor de umidade suficiente por nove dias, se for levada em consideração a evapotranspiração ao redor de 6mm/dia (Wolf & Soares, 1976).

A Tabela 4 dá uma idéia das tensões entre as quais se encontram os primeiros 50% da água disponível. Verifica-se que os perfis se apresentaram com tensões aproximadas acima de 3,1atm. Isto, segundo Daker (1970), restringe o desenvolvimento e a produção das principais culturas.

TABELA 4. Tensões a que estão submetidos os primeiros 50% de água disponível em dois horizontes de dois dos perfis de solos estudados.

Solo	Perfil	Horizonte	Água disponível %	Tensão aprox. atm
PVdfa/ma	02	A1	37.0	3.2
		Bt1	37.0	3.2
LVdfma	03	A1	35.5	3.3
		Bw1	32.5	3.5

GRANULOMETRIA

Na granulometria do perfil do Latossolo estudado, ocorre um predomínio absoluto da fração terra fina. Quanto aos Podzólicos e ao Cambissolo, a granulometria mostrou também que a fração terra fina é dominante, mas, apresentam uma quantidade significativa de cascalho no perfil 01 (PVC).

No Latossolo (perfil 03) e solos Argissolos (perfil 02), de textura argilosa a muito argilosa, a fração argila é o componente dominante com teores máximos em torno de 93% (Tabela 1). No perfil 04 (CXbda) são observados os valores mais elevados da fração silte entre todos os perfis estudados.

As curvas de distribuição de argila com profundidade dos solos apresentados na Fig. 5 evidenciam um incremento gradativo nos valores da fração argila dos horizontes superficiais para os subsuperficiais, caracterizando a presença de horizonte B latossólico no perfil 03 (LVdfma), enquanto que, a maioria das curvas de distribuição de argila dos solos representados pelos perfis 01 (Acfm/a), 02 (PVdfa/ma), mostram um incremento acentuado da fração argila dos horizontes superficiais para os subsuperficiais, demonstrado também pela relação textural B/A relativamente alta, portanto, a ocorrência do processo de iluviação e presença de horizonte B textural nesses solos.

Os Cambissolos da região apresentam-se muito rasos, com uma granulometria composta de um percentual muito elevado das frações cascalho e calhaus. Na fração granulométrica da terra fina, o silte apresenta valores bastante altos, com resultados nos horizontes superficiais mais elevados que os percentuais da fração argila, de modo que, a relação silte/argila na maioria dos horizontes são bem superiores a 0,7. Esses solos apresentam bom desenvolvimento de estrutura com presença de superfícies foscas, todavia não ocorrendo mecanismo de iluviação.

A relação silte/argila, observada na maior parte dos solos estudados, é muito baixa no Latossolo (perfil 03), com valores variando de 0.01 a 0.46, demonstrando um elevado estágio de intemperismo, enquanto que, os solos Alissolos e Argissolos (perfis 01 e 02) e Cambissolo (perfil 04) apresentam valores mais elevados, principalmente, nos horizontes subsuperficiais.

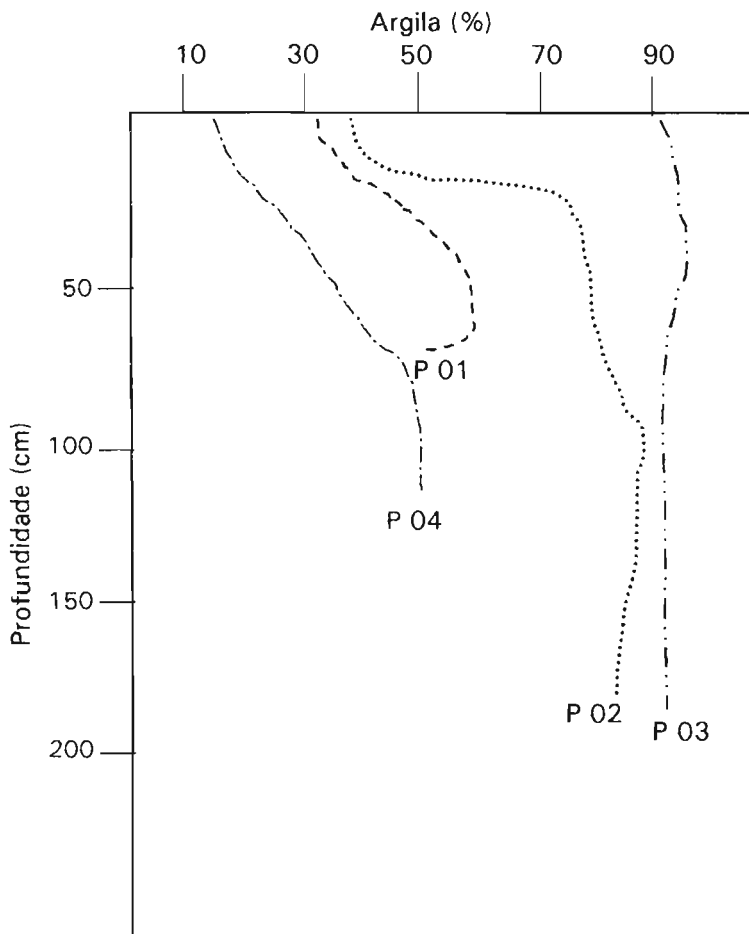


FIG. 5. Curvas de distribuição de argila dos solos estudados na região de Marabá-Carajás.

O grande percentual da fração silte que ocorre nos horizontes superficiais de alguns solos, aliados ao relevo com declividades acentuadas, induzem a uma aceleração do processo erosivo quando submetidos a uso intensivo, enquanto que, os solos com baixos teores de silte e relevo plano a sua ve ondulado apresentam susceptibilidade à erosão com menor intensidade.

CONCLUSÕES

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

- nos solos da mesma classe, sob vegetação natural, com textura, estrutura e porosidade total semelhantes, apresentam taxa de infiltração diferentes, devido, principalmente, à diferença entre a macro e microporosidade e/ou a obstrução dos poros.
- os solos apresentam disponibilidade de água baixa, devido apresentarem retenção de umidade a 15atm bastante elevada.
- a condutividade hidráulica nos perfis 02 e 03 é classificada como rápida e muito rápida.
- a infiltração básica nos perfis estudados (01, 02 e 03) varia de muito lenta (P. 01) a muito rápida (P. 02).
- a infiltração instantânea dos perfis 02 e 03 permite inferir baixo risco de erosão para estes solos.
- os perfis 02 e 03 apresentam armazenamento (disponibilidade) superior a 55mm de água.
- os perfis 02 e 03 apresentam altos valores para porosidade total, sendo a microporosidade responsável por 75%.
- os solos representados pelos perfis 02 e 03 apresentam densidade do solo variando de 0,93 a 1,08g/cm³.
- a presença de cascalhos na massa do solo encontrada no perfil 04 pode prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular das principais culturas da região.
- as propriedades físico-hídricas apresentadas pelos perfis 02 e 03 apresentam melhores condições de manejo do que os perfis 01 e 04.

ANEXO

PROJETO: Embrapa/FAO

PERFIL: 01

DATA: 29.06.91

CLASSIFICAÇÃO: ALISSOLO CRÔMICO Argilúvico típico A moderado textura média/ argilosa cascalhenta fase floresta equatorial subperenifólia relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: ACf

LOCALIZAÇÃO: a 8 km da Vila Brejo do Meio, lado direito. Marabá – PA.

SITUAÇÃO, DECLIVE E VEGETAÇÃO: Perfil de trincheira coletado no topo de elevação com 25% de declividade sob vegetação de mata primitiva.

LITOLOGIA: Granitos, granodioritos, migmatitos, dioritos e quartzitos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Xingu.

PERÍODO: Pré-Cambriano inferior a Médio.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produtos da intemperização de rochas do Complexo Xingu.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado.

EROSÃO: Nula.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta equatorial subperenifólia

USO ATUAL: Mata explorada.

CLIMA: Awi (Köppen).

DESCRITO E COLETADO POR: João Marcos Lima da Silva e Raimundo Cosme de Oliveira Junior

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A₁ - 0 – 6 cm, bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido); argila arenosa; fraca a moderada pequenas e médias granular e bloco subangular; ligeiramente duro; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual,

AB - 6 – 19 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); argila; moderada pequenas e médias bloco angular e subangular; ligeiramente duro e friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara.

Bac - 19 – 42 cm, vermelho (2,5YR 4/8, úmido); muito argilosa cascalhenta; moderada a forte pequenas e médias bloco angular e subangular com cerosidade moderada e abundante; ligeiramente duro; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara.

Bt₂ - 42 – 50 cm, vermelho (2,5YR 4/8, úmido); muito argilosa; moderada a forte, pequenas e médias bloco angular e subangular com cerosidade moderada e abundante; ligeiramente duro; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e clara.

BC - 50 – 68 cm, variegado composto de vermelho (10YR 4/8, único) e amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido); argila; moderada pequenas e médias bloco angular e subangular e prismáticas; ligeiramente duro; friável, plástico e pegajoso.

C - 68 – 110 cm⁺, não foi coletado pelo fato de mostrar início de intemperização, sem estrutura e não coerente.

Raízes - Muito finas muitas no A₁, muito finas finas e médias poucas no AB e BAc e raras no Bt₂ e BC.

Observações:

- Profundidade efetiva até 110 cm.
- Atividade de organismos muita até o horizonte Bt₂.
- Presença de cascalhos em todo o horizonte BAc.
- Perfil apresenta pouca profundidade, mostrada também em – cortes observados.

PROJETO: Embrapa/FAO

PERFIL: 02

DATA: 24.06.91

CLASSIFICAÇÃO: ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico A moderado textura argilosa/ muito argilosa fase floresta equatorial com bambu relevo ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: PVdf

LOCALIZAÇÃO: A 46 km do portão da mina de manganês, na Serra dos Carajás. Parauapebas – PA.

SITUAÇÃO, DECLIVE E VEGETAÇÃO: Perfil de trincheira coleado sob vegetação de mata primária em relevo ondulado com 25% de declive.

LITOLOGIA: Jaspilitos-hematíticos, metabositos expilitos, filitos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Grupo Grão-Pará.

PERÍODO: Pré-Cambriano médio a superior.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produtos da intemperização de rochas do Grupo Grão-Pará.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Ondulado.

RELEVO REGIONAL: Ondulado a forte ondulado.

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta equatorial subperenifólia com bambu.

USO ATUAL: Mata.

CLIMA: Ami (Köppen).

DESCRITO E COLETADO POR: João Marcos Lima da Silva e Raimundo Cosme de Oliveira Junior

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A₁ - 0 – 10 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); argila arenosa, moderada pequena e média granular e bloco subangular e angular; ligeiramente duro; friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

AB - 10 – 23 cm, vermeho-amarelado (5YR 4/6, úmido); argila arenosa; moderada pequena e média bloco angular e subangular; ligeiramente duro; friável, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.

BA - 23 – 58 cm, vermelho-escuro (2,5YR 3,5/6, úmido); argila; moderada pequena e média blocos angulares e subangulares, cerosidade fraca e comum; ligeiramente duro; friável, plástico e muito pegajoso; transição plana e gradual.

Bt₁ - 58 – 100 cm; vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); muito argilosa; moderada pequena e média bloco angular e subangular, cerosidade moderada e comum, ligeiramente duro; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa.

Bt₂ - 100 – 148 cm, vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); muito argilosa; moderada pequena e média bloco angular e subangular, cerosidade moderada e comum, ligeiramente duro; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa.

Bt₃ - 148 – 180 cm⁺, vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmido); muito argilosa; moderada pequena e média bloco angular e subangular, cerosidade moderada e comum, ligeiramente duro; friável, muito plástico e muito pegajoso.

Raízes - Muito finas e finas poucas no A₁ e AB, comuns no BA e raras ao longo do perfil.

Observações:

- Profundidade efetiva até 180 cm.
- Pouca atividade de organismos no perfil.
- Poros e canais de todos os tamanhos comuns em todo o perfil.
- Presença de relativa quantidade de chumbinho de caça a partir do horizonte Bt₁.

PROJETO: Embrapa/FAO

PERFIL: 03

DATA: 22.06.91

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico A moderado textura muito argilosa fase floresta equatorial subperenifólia relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: LVdf

LOCALIZAÇÃO: Na Serra dos Carajás, a 100 m do portão do Parque Botânico. Parauapebas – PA.

SITUAÇÃO, DECLIVE E VEGETAÇÃO: Perfil de trincheira sob vegetação de mata primária em relevo plano.

LITOLOGIA: Argilitos e siltitos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Rio Fresco.

PERÍODO: Proterozóico Inferior.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produtos da intemperização de rochas da Formação Rio Fresco.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Não rochoso.

RELEVO LOCAL: Plano.

RELEVO REGIONAL: Plano a suave ondulado.

EROSÃO: Não aparente.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta equatorial subperenifólia.

USO ATUAL: Mata primária.

CLIMA: Ami (Köppen).

DESCRITO E COLETADO POR: João Marcos Lima da Silva e Raimundo Cosme de Oliveira Junior.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A₁ - 0 – 11 cm, vermelho-escuro (10YR 4/4, úmido); argila; fraca a moderada pequenas e médias, granular e bloco subangular; friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

AB - 11 – 24 cm, vermelho-escuro (10YR 3/6, úmido); argila; fraca pequena e média bloco granular e subangular; friável; plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

BA - 24 – 49 cm, vermelho-escuro (10YR 3,5/6, úmido); argila; fraca que se desfaz em muito pequenas, pequenas e médias em bloco subangular; friável; plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

Bw₁ - 49 – 65 cm, vermelho-escuro (10YR 3,5/6, úmido); argila; fraca que se desfaz em muito pequenas, pequenas e médias em bloco angular e subangular com presença de superfícies foscas; muito friável; plástico e pegajoso; transição plana e difusa

Bw₂ - 65 – 132 cm, vermelho (10R 4/6, úmido); argila; fraca que se desfaz em muito pequenas, pequenas e médias em bloco angular e subangular com presença de superfícies foscas; muito friável; plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

Bw₃ - 132 – 190 cm⁺, vermelho (10R 4/6, úmido); argila; fraca que se desfaz em muito pequenas, pequenas e médias em bloco angular e subangular com presença de superfícies foscas; muito friável; plástico e pegajoso.

Raízes - Muito finas, finas e médias muitas no A₁, comuns no AB, poucas no BA e raras no Bw₁, Bw₂ e Bw₃.

Observações: Profundidade efetiva até 1,90 cm. Atividade de organismos comum no A₁, pouca no AB e raras até a profundidade de 1,90 cm. Poros e canais muito pequenos, pequenos e médios muitos ao longo do perfil. Presença de grânulos de argila floculada no BA e Bw₁, que quando trabalhadas, aumentam a textura do solo. A partir do Bw₂ ocorre presença de regiões com consistência solta. Perfil coletado seco com boa luminosidade. Presença de microestruturas nos horizontes Bw₁, Bw₂ e Bw₃.

PROJETO: Embrapa/FAO

PERFIL: 04

DATA: 03.07.91

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico A moderado textura argilosa cascalhenta fase floresta equatorial subperenifólia relevo suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: Cxbd.

LOCALIZAÇÃO: A 35 km de Marabá, em direção a Parauapebas, entrando em ramal à direita, distando 2,5 km da PA-150, lado esquerdo. Parauapebas-PA.

SITUAÇÃO, DECLIVE E VEGETAÇÃO: Perfil de trincheira coletado no topo de elevação, com declive de 15%, sob vegetação de mata primitiva.

LITOLOGIA: filitos, clorita-xistos, clorita-sericita xistos.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Grupo Tocantins.

PERÍODO: Pré-Cambriano Médio a Superior.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produtos da intemperização de rochas do Grupo Tocantins.

PEDREGOSIDADE: Não pedregoso.

ROCHOSIDADE: Na rochoso.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado.

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado e ondulado.

EROSÃO: Nula.

DRENAGEM: Bem drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta equatorial subperenifólia.

USO ATUAL: Mata explorada.

CLIMA: Aw (Köppen).

DESCRITO E COLETADO POR: João Marcos Lima da Silva e Raimundo Cosme de Oliveira Junior.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ac₁ - 0 – 6 cm, bruno-escuro (10YR 3/3, úmido); franco arenosa cascalhenta; fraca pequena e média granular; friável, não plástico e não pegajoso; transição plana e gradual.

Abc - 6 – 13 cm, bruno-forte (10YR 4/3, úmido); franco arenosa cascalhenta; estrutura mascarada pela presença de concreções; friável, não plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

Bac - 13 - 30 cm, amarelo-brunado (10YR 6/6, úmido); franco-argilo-arenosa cascalhenta; estrutura mascarada pela presença de concreções; friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição plana e clara.

Bic₁ - 30 – 58 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); franco-argilo-arenosa cascalhenta; estrutura mascarada pela presença de concreções; friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição plana e clara.

Bic₂ - 58 – 78 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); argila; moderada pequena e média em bloco angular e subangular, presença de superfície fosca; friável; plástico e muito pegajoso; transição plana e clara.

BCc - 78 – 100 cm, variegado composto de bruno-forte (7,5YR 5/8, úmido) e vermelho (2,5yr 4/8, úmido); fraca a moderada pequena e média em bloco angular e subangular; friável; plástico e muito pegajoso; transição plana e clara.

C - 110 – 140 cm⁺, não foi coletado em virtude de encontrar-se em determinados pontos início, de intemperização, ainda sem desenvolvimento de estrutura; não coerente.

Raízes - Finas e médias muitas no Ac₁ e Abc, poucas no Bac e raras no restante do perfil.

Observações:

– Profundidade efetiva do solo até o início do horizonte C.

– Presença de muita castanheira dentro desta unidade de solo, como observado próximo ao local do perfil.

– Atividade de microorganismos comuns nos horizontes Ac₁ e ABc e poucos até o B_{ic2}; poros e canais muito pequenos, pequenos e médios muitos até o B_{ic2}.

– O Perfil apresenta sensível diferenciação visual de seus horizontes, observado também nos cortes de estrada.

– Esta unidade apresenta-se dominante em toda a região do município, variando principalmente de raso a pouco profundo, com presença nítida do horizonte C.

– Presença de grande quantidade de liteira no local do perfil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. **Soil physics**. 4. ed. New York: J. Wiley, 1972. 530p.
- BERTRAND, A.R. Rate of water intake in the field. In: BLACK, C.A., ed. **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. (ASA 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 Society of American Proceedings**, v.35, p.316-319, 1971.
- CARREKER, J.R.; BRERTRAND, 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.
- CHANDUVI, A.F. Método simplificado para determinar constantes de infiltración. La Molina, Minist. Agric., Cen. Dren. Recup. Tierras, Univ. Agr. de La Molina. 1970. 20p.
- CLARK, A.L.; GREELAND, D. J.; QUIRK, J.P. Changes in some physical properties of the surface of on improverished red-brown earth under pasture. **Australian Journal of Soil Research**, v.5, p.59-68, 1966.
- 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.
- CUNNHINGHAM, R.K. The effect of clearing a tropical forest. **Journal of Soil Science**, v.14, p.334-345, 1963.

- DAKER, A. **A água na agricultura**: manual de hidráulica agrícola. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1970. v.3. Irrigação e drenagem.
- 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. 52p.
- DONAHUE, R.L.; MILLER, R.W.; SHICKLUNA, R.C. Soils: an introduction to soils and plant growth. 5. ed. [s.l]: 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. 212p
- EMBRAPA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus-AM. Sistemas de desmatamento. **Relatório Técnico Anual da UEPAE de Manaus**. Manaus, 1980. p.267-281.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos: 4ª aproximação. Rio de Janeiro, 1997. 169p.
- FORSYTHE, W.M. Física de suelos: manual de laboratório. San Jose, IICA, 1975. 212p.
- 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).
- FREIRE, J.C.; SCARDUA, R. Curvas características de retenção de água de um latossolo roxo distrófico do Município de Lavras, Minas Gerais. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.2, n.2, p.95-98, 1978.
- GAVANDE, S.A. Water retention characteristics of some Costa Rican soils. Turrialba. v.18 n.1, p.34-38, 1968.

- GAVANDE, S.A. **Física de solos**: princípios e aplicações. México: J. Willey, 1975. 351p.
- GENT JUNIOR., J.A.; BELLARD, R.; HASSAM, A.E.; CASSEL, D.K. Impact of harvesting and site preparation on physical properties of Piedmont forest soil. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.48, n.173-177, 1984.
- 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.
- GROHMANN, F.; MEDINA, H.P. Características de umidade dos principais solos do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Piracicaba, v.21, n.18, p.285-295, 1962.
- GROHMANN, F.; QUEIROZ NETO, J.P. Efeito da compactação artificial de dois solos limo-argilosos sobre a penetração das raízes de arroz. **Bragantia**, Campinas, v.25, n.2, p.421-32, 1966.
- 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, 1998. 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. **Predicting tillage effects on soil physical properties and processes**. [s.l]: American Society Agronomy, 1982. 112p. (ASA. Special Publication, 44).
- KOHNKE, H. Soil physics. 2a. ed. New York, McGraww-Hill, 1969. 224p.
- LAL, R. Soil erosion on Alfisols in Western Nigeria. V. The changes in physical properties and the response of crops. **Geoderma**, Amsterdam, v.16, p.419-431, 1976.
- MACLEAN, A.H.; YAGER, T.V. Available water of Zambian soils in relation to pressure plate measurements and particle size analysis. **Soil Science**, v.113, n.1, p.23-29, 1972.
- MEDINA, B.F.; LEITE, J.A. Influência de três sistemas de manejo e duas coberturas vegetais na infiltração de água em um Latossolo Amarelo de Manaus-AM. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.11, p.1323-1331, 1985.
- MUSGRAVE, G.W. How much of the rain enters the soil? In: STEFFEND, A., ed. **Water**. Washington, Department of Agriculture, 1955. p151-159.
- OLIVEIRA, L.B. de. Determinação de macro e microporosidade pela "mesa de tensão" em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.3, p.197-200, 1968.
- OLIVEIRA, L.B.; MELO, V. Caracterização físico-hídrica do solo. II. Unidade Utinga (LatossoloVermelho-Escuro, distrófico). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.13, n.3, p.67-81, 1978.
- OLIVEIRA, L.B. de, PAULA, J.L. **Notas de aula**: curso de pós-graduação em biodinâmica e produtividade do solo. Santa Maria: UFSM, 1973. Mimeografado.

- OLIVEIRA, L.B. de, PAULA, J.L. 1973. Mimeografado.
- 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**. Campinas: SBCS, 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 Pennsylvania soils. I. Moisture retention as related to texture. **Soil Science Society of American Proceedings**, v.32, n.2, p.271-275, 1968.
- REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. Centro de Energia Nuclear na Agricultura. USPCNEN e Fundação Cargill, Piracicaba, 1975. 286p.
- 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 (CENA. Biblioteca, 005).
- RICHARDS, L.A. ed. Methods of measuring soil moisture tension. **Soil Science**, v. 68, p.95-112, 1949.
- SANCHES, P.A. **Suelos del tropicos: características y manejo**. San Jose: IICA, 1981. 633p.
- 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.

- UHLAND, R.E. Physical properties of soils as modified by crops and management. **Soil Science of American Proceedings**, v.14, p.361-366. 1949.
- WINKLER, E.I.G.; GOEDERT, W.J. Características hídricas dos solos de Pelotas, R.S. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.7, p.1-4, 1972.
- WISCHMEIER, W.H.E.; MANNERING, S.V. Effect of organic matter content of soil on infiltration. **Journal of Soil Water Conservation**, v.20, n.4, p.150-152, 1965.
- WOLF, J.M.; SOARES, W.V. Características de umidade de um latossolo vermelho-escuro do Distrito Federal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Série Agronomia, v.11, p.101-106, 1976.



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Caixa Postal 48,
Fax (091) 276-9845 CEP 66017-970
e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br

