

03335  
CPATU  
1997



FL-03335-

**de Pesquisa**

ISSN 0100-8102

Número, 174

Agosto, 1997

***Caracterização  
Físico-hídrica de  
um Podzólico  
Vermelho-amarelo  
Textura Arenosa/Média  
sob Diferentes Usos, em  
Igarapé-Açu, Pará***



Caracterização físico-hídrica  
1997 FL-03335 /



28811-1

**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*

***Caracterização Físico-hídrica  
de um Podzólico  
Vermelho-amarelo Textura  
Arenosa/Média sob Diferentes  
Usos, em Igarapé-Açu, Pará***

*Eduardo Jorge Maklouf Carvalho  
Milton Paulino da Costa  
Carlos Alberto Costa Veloso*



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

e-mail: [cpatu@cpatu.embrapa.br](mailto:cpatu@cpatu.embrapa.br)

Caixa Postal, 48

66095-100 – Belém, PA

Tiragem: 200 exemplares

#### **Comité de Publicações**

Antonio Ronaldo Camacho Baena – Presidente

Ari Pinheiro Camarão

Célia Maria Lopes Pereira

Ismael de Jesus Matos Viégas

Jorge Alberto Gazel Yared

Maria de Lourdes Reis Duarte

Maria de Nazaré Magalhães dos Santos – Secretária Executiva

Moacyr Bernardino Dias Filho

Regina Célia Viana Martins da Silva – Vice-Presidente

Raimundo Nonato Brabo Alves

Raimunda Fátima Ribeiro de Nazaré

Sônia Helena Monteiro dos Santos

#### **Revisores Técnicos**

Klaus Reichardt – CENA

Osny Bacchi – CENA

Raimundo da Silva Rego – Embrapa Amazônia Oriental

Tatiana Deane de Abreu Sá – Embrapa Amazônia Oriental

Paulo Fernando da Silva Martins – FCAP

#### **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

CARVALHO, E.J.M.; COSTA M.P. da; VELOSO, C.A.C. *Caracterização físico-hídrica de um podzólico vermelho-amarelo textura arenosa/média sob diferentes usos, em Igarapé-Açu, Pará.* Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997. 22p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 174).

1. Solo – Análise – Brasil-Pará – Igarapé-Açu. 2. Podzólico vermelho-amarelo – Propriedade físico-hídrica. I. Costa, M.P. da, colab. II. Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). III. Título. IV. Série.

CDD: 631.43098115

© Embrapa – 1997

## **SUMÁRIO**

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>20</b>

# **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HÍDRICA DE UM PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO TEXTURA ARENOSA/MÉDIA SOB DIFERENTES USOS, EM IGARAPÉ-AÇU, PARÁ**

*Eduardo Jorge Maklouf Carvalho<sup>1</sup>*

*Milton Paulino da Costa<sup>2</sup>*

*Carlos Aberto Costa Veloso<sup>1</sup>*

*RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido no município de Igarapé-Açu, Estado do Pará, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo textura arenosa/média, objetivando estudar o comportamento físico-hídrico em áreas sob diferentes sistemas. Foram selecionadas três áreas, submetidas aos sistemas de preparo: manual - mandioca em área preparada manualmente; mecanizado - mandioca em área preparada com grade pesada; e capoeira - área em pousio por quatro anos. Nestes locais coletaram-se amostras deformadas e indeformadas nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm, onde foram determinados os seguintes parâmetros: análise mecânica, densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e retenção de água nas pressões de -6, -10, -30, -100 e - 1500 kPa. Com base nos resultados, pode-se concluir que: os cultivos manual e mecanizado modificaram as propriedades físicas do solo, das camadas mais superficiais, quando comparados à área de capoeira; com exceção da microporosidade, as propriedades avaliadas não sofreram alterações, quando comparados o preparo manual e o mecanizado; o baixo armazenamento de água deste solo pode comprometer o rendimento das culturas, em casos de ocorrência de "veranicos", indicando que devem ser dadas maiores atenções na efetivação de práticas de manejo de solo, de modo a permitir maior retenção de água.*

*Termos para indexação: solo, propriedades físico-hídricas do solo, sistemas de manejo, mecanização.*

---

<sup>1</sup>Eng.- Agr., Dr., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

<sup>2</sup>Quím., M.Sc., Embrapa Amazônia Oriental.

# **PHYSICAL - HYDRICAL ASPECTS OF THE ARABLE LAYER OF SANDY SOILS OF "IGARAPÉ-AÇU", PARÁ STATE, UNDER DIFFERENT MANAGEMENT SYSTEMS**

**ABSTRACT:** *This work was carried out in the county of Igarapé-Açu, Para State, in Red Yellow Podzolic médium-sandy texture, aiming to study physical - hydrical aspects under different management systems. Three plots were selected one for each of the systems: A- cassava, manual operations; B- cassava mechanical operations, e C- four year old fallow. Deformed and not deformed soil samples were collected at depths of 0-5, 5-10, 10-20 and 20-30 cm, to determine mechanical analysis, bulk density, particles density, total porosity, macroporosity, microporosity and water retention at the pressures of -6, -10, -30, -100, and -1500 kPa. A and B modified the physical-hydrical soil properties in the upper layers. The low storage capacity of these soils can affect crop productivity, in case of water shortage.*

*Index terms: soil, soil physical-hydrical; management systems, machanization.*

## **INTRODUÇÃO**

*No Estado do Pará, como em toda a Amazônia brasileira, o sistema de cultivo baseia-se em uma agricultura itinerante, com práticas primitivas de preparo da área para o plantio de culturas de subsistência, onde a mandioca ocupa lugar de destaque.*

*As características físicas de um solo são modificadas de acordo com o tipo de uso e o cultivo a que é submetido. Algumas mudanças ocorrem num período curto de tempo ou mesmo em uma simples prática de preparo; outras, apenas com um manejo contínuo, serão visíveis ou mensuráveis (Vieira, 1981).*

A densidade do solo é uma propriedade relativamente instável, variando de solo para solo e dentro de um mesmo solo, em função, principalmente, do grau de compactação, do teor de matéria orgânica, da ausência ou presença de cobertura vegetal, do sistema de cultivo empregado e da profundidade (Kiehl, 1979; Gavande, 1976; Brady, 1989).

Existe uma estreita relação entre a densidade do solo e outros atributos, como porosidade total, macroporosidade e o teor de matéria orgânica. Tal fato é assinalado por Kiehl et al. (1972), que ressaltam que para uma correta interpretação dos resultados de densidade do solo, é indispensável compará-la com outras informações, como densidade de partículas, distribuição dos poros por tamanho, teor de matéria orgânica e grau de agregação. Segundo Grohman (1972), dentre as propriedades físicas do solo, sujeitas às alterações pelo cultivo, a porosidade total, por estar relacionada com o volume e a distribuição dos espaços porosos, merece especial atenção, visto que nesses espaços se processam os principais fenômenos que regulam o crescimento e a produção vegetal. Para Baver(1956), a variação da porosidade total é função do tamanho das partículas e do grau de agregação, tendo a matéria orgânica papel importante, pois favorece a formação de agregados, com conseqüente aumento na porosidade total.

De acordo com Brady (1989) e Vieira (1981), uma redução na macroporosidade ocasiona um aumento na microporosidade, sem que haja alteração nos valores de porosidade total. No entanto, Oliveira (1979), comparando pastagens com solos cultivados, encontrou uma redução na porosidade total, uma vez que foi maior a redução na macroporosidade e menor o acréscimo da microporosidade.

O solo é um reservatório de água para as plantas, e todas as práticas de manejo de água em agricultura visam à manutenção de seu nível em condições ideais para o desenvolvimento das culturas. Apesar de ser um reservatório aberto para a atmosfera e para os horizontes mais profundos do perfil, o solo retém água através de sua interação com a matriz (Reichardt, 1988).

*Segundo Cassel & Nielsen (1986), a capacidade de retenção de água pelo solo está diretamente relacionada à sua matriz e à distribuição espacial dos poros. Esta interação sofre também influência de fatores como: taxas de evaporação e transpiração local, tipo de cultura estabelecida, densidade de plantio, profundidade de raízes, natureza do perfil do solo em profundidade e impedimentos à drenagem.*

*As dificuldades em caracterizar medidas que representem a capacidade de campo têm feito surgir modelos teóricos que buscam uma previsibilidade da relação potencial mátrico versus umidade.*

*De acordo com Dourado Neto et al. (1990), o conhecimento da relação funcional entre umidade do solo e seu potencial mátrico na zona radicular das culturas, conhecida por curva de retenção da água, é fundamental na irrigação, visando uma otimização do uso da água.*

*Diversos trabalhos têm procurado ajustar a curva de retenção de água no solo. Atualmente tem-se utilizado o modelo matemático proposto por Van Genuchten (1980).*

*O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito dos sistemas de preparo do solo, manual (tradicional) e mecanizado, para o plantio da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.), sobre algumas propriedades físico-hídricas do solo, comparando-os com uma capoeira de quatro anos.*

## **MATERIAL E MÉTODOS**

*O estudo foi conduzido em área de agricultor, no município de Igarapé-Açu, Estado do Pará, a leste de Belém, entre os paralelos 01°40' de latitude sul e 46°37' de longitude oeste de Greenwich, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo textura arenosa/média, onde foram selecionadas três áreas contíguas, submetidas aos seguintes sistemas de preparo: **manual** - mandioca em área preparada manualmente; **mecanizado** - mandioca em área preparada com grade pesada (duas); **capoeira** - área em pousio por quatro anos. Em cada uma das áreas selecionadas foram abertas quatro trincheiras*

onde coletaram-se três amostras indeformadas em anéis volumétricos de 100 cm<sup>3</sup>, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm, para determinação da densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e retenção de água. Nas mesmas condições foram retiradas amostras deformadas para determinação da densidade de partículas, análise mecânica e retenção de água a -1500 kPa. As determinações foram efetuadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, seguindo metodologia descrita no Manual de Métodos de Análise de Solos (Embrapa, 1979). A análise de variância dos resultados utilizou o modelo inteiramente casualizado, sendo a comparação de médias efetuada pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

A granulometria foi determinada pelo método da pipeta; a densidade de partículas (D<sub>p</sub>), pelo método do balão volumétrico, utilizando álcool etílico como líquido penetrante para medir o volume do solo. A densidade do solo (D<sub>s</sub>) foi determinada pelo método do anel volumétrico com capacidade para conter amostra indeformada de 100 cm<sup>3</sup>, a porosidade total (P<sub>t</sub>), calculada pela equação  $P_t = (1 - D_s / D_p)$ . A microporosidade foi obtida através dos resultados das amostras submetidas à aplicação de pressão equivalente a -6 kPa. A macroporosidade resultou da diferença entre porosidade total e microporosidade. A retenção de água nos potenciais mátricos de -6, -10, -30 e -100 kPa foi determinada com amostras indeformadas, previamente saturadas com água, sobre placa de cerâmica porosa, mediante a aplicação das referidas pressões, em equipamento apropriado conhecido como "Câmara de Richards". A água retida a -1500 kPa foi obtida em amostras deformadas, submetidas ao mesmo procedimento. Com esses pontos ( $\theta$ ,  $\psi_m$ ) determinados, procedeu-se ao ajuste das curvas de retenção de água, de acordo com o modelo proposto por Van Genuchten (1980), representado pela equação:

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

onde:

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

$\theta_r =$  umidade volumétrica residual ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ )

$\theta_s =$  umidade volumétrica do solo saturado  
( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ )

$\psi_{mat} =$  potencial mátrico (kPa)

$\alpha, m$  e  $n =$  parâmetros da equação.

O ajuste foi efetuado pelo método que considerou

$\theta_s = \theta_{max}$ , com  $\psi_m = 0$  e,  $\theta_r = \theta_{min}$ , com  $\psi_m = -1500$  kPa.

No cálculo da água disponível foram considerados, respectivamente, como capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP), os potenciais mátricos - 6 e -1500 kPa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de análise granulométrica, nas diferentes profundidades, para os sistemas de preparo utilizados, são apresentados na Tabela 1. Esses resultados mostram como é característico destes solos, que a fração areia (grossa + fina) é predominante, variando de 930 a 740  $\text{g.kg}^{-1}$ , enquanto a fração argila variou de 40 a 200  $\text{g.kg}^{-1}$ , da superfície até a camada de 20-30 cm, tendo ocorrido poucas diferenças entre os sistemas de preparo, no que tange a esses parâmetros. Entretanto, no preparo mecanizado, em função da utilização da grade pesada, houve uma pequena inversão das frações texturais entre as camadas avaliadas, visto que na camada de 0-5 cm os percentuais de areia grossa são menores e os de areia fina e argila total são maiores, principalmente este último, que apontou diferença de 50 %.

**TABELA 1. Valores médios de análise granulométrica, em diferentes profundidades, para os sistemas de preparo utilizados.**

Tratamentos	Prof. (cm)	Granulometria (g. kg <sup>-1</sup> )				Classe textural
		Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila total	
Manual	0-5	720	210	30	40	Areia
Mecanizado	0-5	600	270	50	80	Areia
Capoeira	0-5	710	180	70	40	Areia
Manual	5-10	610	240	60	90	Areia
Mecanizado	5-10	680	220	30	70	Areia
Capoeira	5-10	690	220	40	50	Areia
Manual	10-20	590	220	60	130	Areia franca
Mecanizado	10-20	620	200	50	130	Areia franca
Capoeira	10-20	570	290	50	90	Areia
Manual	20-30	510	230	60	200	Franco-arenoso
Mecanizado	20-30	550	210	60	180	Franco-arenoso
Capoeira	20-30	560	260	70	110	Areia franca

Os valores médios de densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, para os diferentes tratamentos e profundidades são apresentados na Tabela 2, onde observa-se uma tendência de aumento da densidade do solo e da microporosidade, bem como a diminuição da porosidade total e da macroporosidade com o aumento da profundidade de amostragem. Isto torna-se bem evidenciado nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, principalmente para a variável densidade do solo no tratamento capoeira, onde ocorreu um aumento de 1,08 para 1,34. Vale salientar, que o valor de 1,08 kg .dm<sup>3</sup> está abaixo da faixa de densidade para a classe textural desse solo, po-

dendo isto ser explicado pelo elevado número de raízes existentes na superfície, dificultando, inclusive, a coleta das amostras indeformadas. Salienta-se, também, que o coeficiente de variação obtido para esse parâmetro foi de 5,46 %, considerado baixo em nível de campo, o que descarta a possibilidade de erro de amostragem ou de laboratório.

**TABELA 2.** Valores médios de densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, para os diferentes tratamentos, nas profundidades estudadas.

Tratamento	Prof. (cm)	Densidade		Total	Porosidade		
		Aparente	Real (kg . dm <sup>-3</sup> )		Macro (%)	Micro	
Manual	0-5	1,30 a	2,64	48 b	37 a	11 b	
Mecanizado	0-5	1,33 a	2,58	48 b	32 a	16 a	
Capoeira	0-5	1,08 b	2,59	56 a	40 a	16 a	
Manual	5-10	1,41 a b	2,55	44 a b	27 b	17 a	
Mecanizado	5-10	1,46 a	2,60	43 b	25 b	18 a	
Capoeira	5-10	1,34 b	2,62	48 a	34 a	14 b	
Manual	10-20	1,46 a	2,60	43 b	24 b	19 a	
Mecanizado	10-20	1,45 a	2,67	44 a b	26 a b	18 a b	
Capoeira	10-20	1,41 a	2,62	45 a	29 a	16 b	
Manual	20-30	1,46 a	2,54	44 a	24 a b	20 b	
Mecanizado	20-30	1,50 a	2,62	43 a	21 b	22 a	
Capoeira	20-30	1,47 a	2,56	43 a	26 a	17 c	

Médias seguidas verticalmente com a mesma letra, para cada profundidade, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

A área de capoeira, na camada superficial (0-5 cm), foi estatisticamente diferente das demais para as variáveis densidade do solo e porosidade total, apresentando valores de 1,08 kg . dm<sup>-3</sup> e 56 %, respectivamente. Tal fato deve estar associado, provavelmente, aos maiores teores de matéria orgânica existentes nesta camada.

*Apesar de não significativo estatisticamente, houve tendência de adensamento no sistema mecanizado, sendo isto mais evidente na camada de 5-10 cm, onde foram obtidos os maiores valores de densidade do solo e microporosidade, e os menores de porosidade total e macroporosidade. Esta compactação está ligada, provavelmente, ao efeito do implemento grade pesada sobre o solo.*

*Baena & Dutra (1982), em Areia Quartzosa Vermelha-Amarela encontraram valores de 1,31 a 1,35 kg .dm<sup>-3</sup> para densidade do solo e de 50% a 49 % de porosidade total, respectivamente para as camadas de 0-10 e 20-30 cm, em condições naturais de mata virgem.*

*Esses resultados são diferentes dos obtidos neste trabalho, onde valores maiores foram encontrados para densidade do solo, e menores para porosidade total, a partir da subsuperfície. Essa diferença pode ser devida à melhor estruturação do solo sob condições naturais.*

*Falesi et al. (1980) encontraram em Latossolo Amarelo textura média (classe textural franco-arenoso), na profundidade de 0-20 cm, valores de densidade do solo equivalentes a 1,49 e 1,53 kg .dm<sup>-3</sup>, e porosidade total de 43,17 e 41,26 %, respectivamente em área de capoeira de porte médio e roçado de mandioca.*

*A Tabela 3 apresenta os valores médios de umidade obtidos nos potenciais de -6, -10, -30, -100 e -1500 kPa, onde pode ser observado, para todos os tratamentos, que existe uma tendência de aumento da retenção de água com o aumento da profundidade amostrada, estando isto associado ao aumento dos teores de argila total em profundidade, como pode-se observar na Tabela 1.*

*A importância da textura na retenção de água é comentada por diversos autores. Segundo Costa (1979), a influência da textura do solo é muito grande na retenção de água. Entretanto, de acordo com o mesmo autor, solos da*

mesma classe de textura podem ter curvas de retenção de umidade diferentes, não só devido às diferenças de granulometria nas mesmas classes de textura, mas também como resultado de diferenças de teor em matéria orgânica, tipo de argila, e diferenças de microestrutura com elas relacionadas. Brady (1989) complementa, comentando que os solos de textura mais fina retêm maior percentagem de água, ao longo de toda a faixa de energia. Tal condição é prevista por possuírem maior percentagem de material coloidal, maior espaço poroso e superfície adsortiva muito maior. Sanchez (1981) também mostra a importância da textura na retenção de água, ao comparar curvas de retenção de água para diferentes classes texturais.

**TABELA 3.** Valores médios de umidade volumétrica ( $m^3 \cdot m^{-3}$ ), em diferentes tensões (kPa) e diferentes profundidades, para os sistemas de manejo utilizados.

Tratamentos	Prof. (cm)	Umidade volumétrica ( $m^3 \cdot m^{-3}$ )				
		Tensões (kPa)				
		6	10	30	100	15000
Manual	0-5	0,109 b	0,091 b	0,068 b	0,061 b	0,046 b
Mecanizado	0-5	0,155 a	0,137 a	0,096 a	0,081 a	0,066 a
Capoeira	0-5	0,166 a	0,133 a	0,114 a	0,107 a	0,051 b
Manual	5-10	0,169 a	0,150 a	0,121 a	0,103 a	0,083 a
Mecanizado	5-10	0,179 a	0,160 a	0,121 a	0,101 a	0,071 a
Capoeira	5-10	0,133 b	0,099 b	0,078 b	0,070 b	0,033 b
Manual	10-20	0,187 a	0,168 a	0,139 a	0,122 a	0,093 b
Mecanizado	10-20	0,182 ab	0,166 a	0,133 a	0,118 a	0,098 a
Capoeira	10-20	0,159 b	0,127 b	0,105 b	0,090 b	0,051 c
Manual	20-30	0,198 b	0,181 a	0,142 a	0,134 a	0,121 a
Mecanizado	20-30	0,215 a	0,181 a	0,158 a	0,139 a	0,111 b
Capoeira	20-30	0,169 c	0,141 b	0,117 b	0,106 b	0,061 c

Médias seguidas verticalmente com a mesma letra, para cada profundidade, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5 % da probabilidade.

*Observa-se também, que a partir da camada de 5-10 cm a retenção de água na área de capoeira é significativamente diferente das demais, com valores de retenção sempre inferiores aos sistemas manual e mecanizado. Este fato pode estar ligado aos menores percentuais de argila neste tratamento, acarretando diminuição na capacidade de retenção de água pelo solo.*

*A Fig. 1 apresenta as curvas características de retenção de água, ajustadas pelo modelo de Van Genuchten (1980). Os parâmetros referentes à Equação de Van Genuchten ( $\alpha$ ,  $m$ ,  $n$ ,  $\theta_r$ ,  $\theta_s$ ), bem como os respectivos coeficientes de ajuste ( $ca$ ), para os diferentes tratamentos e profundidades, são apresentados na Tabela 4. A análise desses dados mostra, para todos os sistemas e profundidades estudadas, que existe uma grande perda inicial de água pelo solo, da saturação até a capacidade de campo (-6 kPa). Esse valor, ao qual a literatura se refere como porosidade drenável, é muito elevado neste solo e, em consequência, os valores de água disponível para as plantas são baixos, podendo causar sérios problemas para as culturas, principalmente para as de ciclo curto, em casos de ocorrência de "veranicos". Este aspecto pode ser bem visualizado através da Fig. 2, a qual apresenta dados relativos referentes à porosidade drenável e à capacidade de armazenar água disponível pelo solo.*

*A análise desta figura mostra, sem ressalvas, para todos os tratamentos e profundidades, que do total de água que o solo pode reter, da saturação até o ponto de murcha permanente (-1500 kPa), apenas um pequeno percentual, que varia de 14,5 a 32,6 %, respectivamente, da camada superficial para a mais profunda, está disponível para as plantas.*

*Observa-se também, de modo geral, que há uma tendência, em profundidade, de diminuição da porosidade drenável (PD) e aumento da capacidade de armazenar água disponível em função do aumento nos percentuais de argila.*

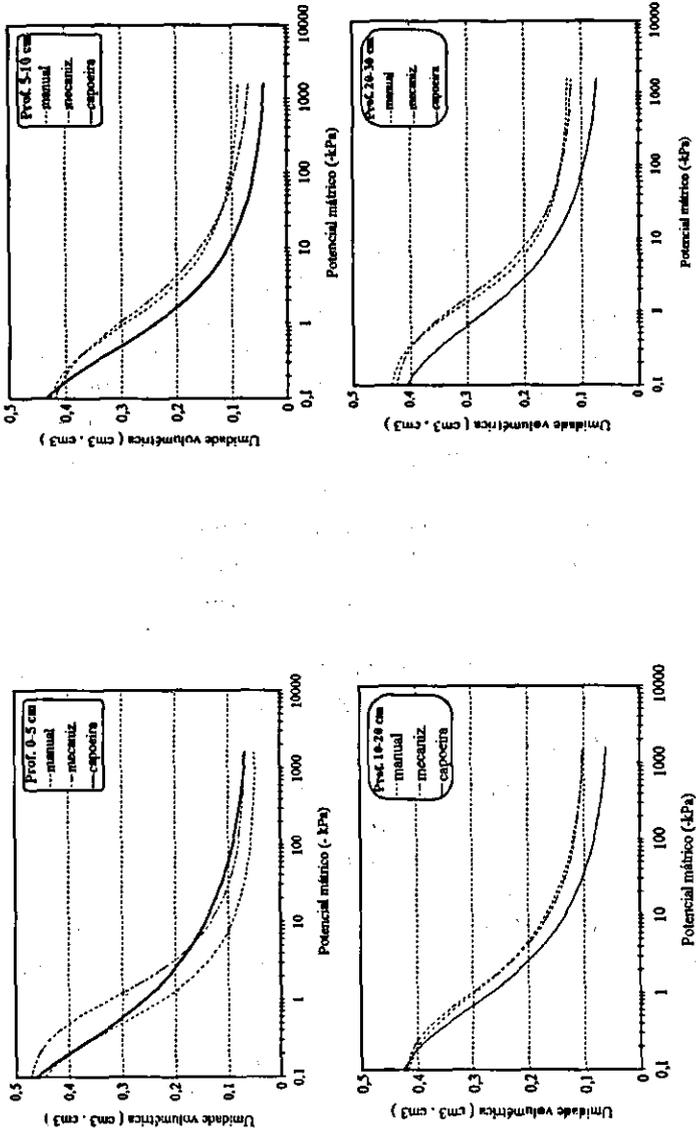
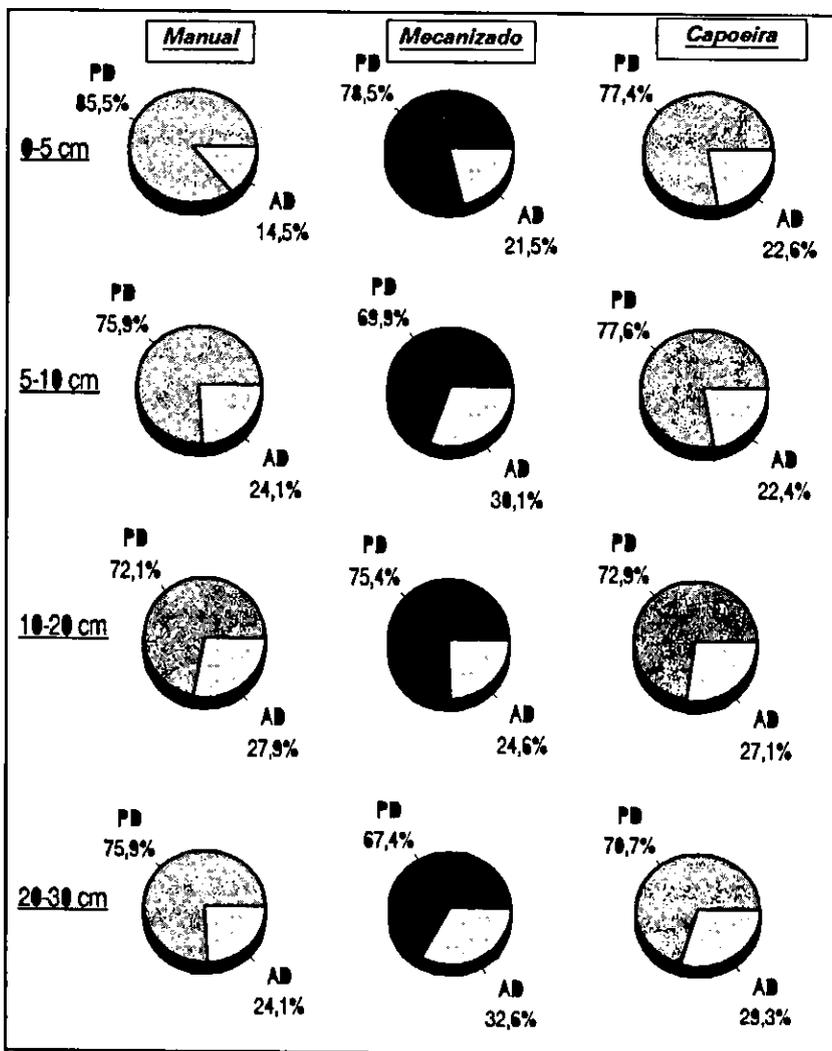


FIG. 1. Curva de retenção de água ajustada ao modelo de Van Genuchten, para os sistemas de preparo e profundidades estudadas.

**TABELA 4.** Parâmetros referentes à equação de Van Genuchten (1980), para os diferentes tratamentos e profundidades, usando-se o método no qual os valores extremos de umidade foram fixados em:  $\theta_s = \theta_{max}$  e  $\theta_r = \theta_{min}$ , com  $n$  dependente de  $m$ .

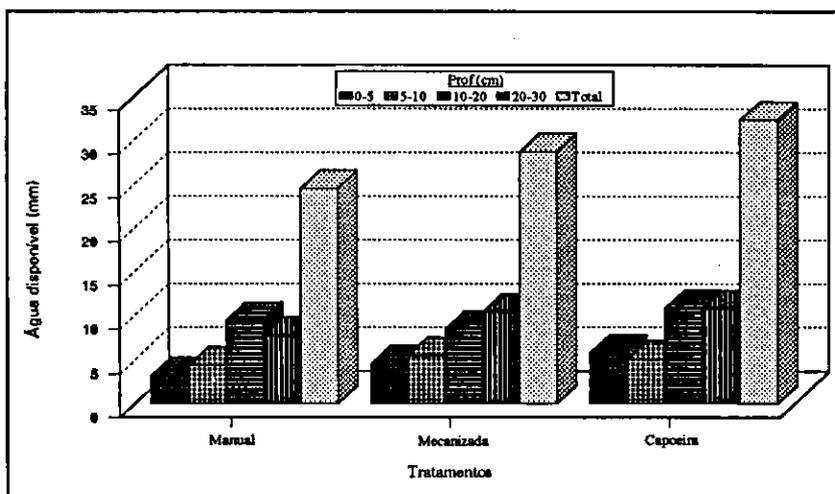
Tratamentos	Prof. (cm)	Parâmetros da equação de Van Genuchten					
		$\alpha$ (1/cm)	$m$	$n$	$\theta_r$	$\theta_s$	$ca$
Manual	0-5	0,4144	0,3760	1,6025	0,046	0,480	1,000
Manual	5-10	0,2340	0,3480	1,5337	0,083	0,440	1,000
Manual	10-20	0,2544	0,3169	1,4639	0,093	0,430	0,999
Manual	20-30	0,1739	0,3738	1,5970	0,121	0,440	1,000
Mecanizado	0-5	0,1689	0,3921	1,6450	0,066	0,480	1,000
Mecanizado	5-10	0,2221	0,2958	1,4201	0,057	0,430	0,998
Mecanizado	10-20	0,2056	0,3486	1,5353	0,097	0,430	1,000
Mecanizado	20-30	0,1558	0,3392	1,5133	0,111	0,430	0,998
Capoeira	0-5	1,2776	0,2627	1,3563	0,051	0,570	0,997
Capoeira	5-10	0,5457	0,3081	1,4454	0,033	0,480	0,998
Capoeira	10-20	0,3735	0,3010	1,4306	0,051	0,450	0,998
Capoeira	20-30	0,3949	0,2840	1,3966	0,061	0,430	0,997

Ainda com relação à Fig. 2, é fácil observar que, em geral, as diferenças entre os tratamentos são pequenas, mas alguns aspectos precisam ser comentados. Na profundidade de 0-5 cm, o preparo manual apresentou o menor percentual de água disponível e, conseqüentemente, a maior porosidade drenável, devido, possivelmente, à menor microporosidade, enquanto que a área de capoeira teve um comportamento inverso em função do maior teor de matéria orgânica. Para a profundidade de 5-10 cm, a área mecanizada com mandioca apresentou o maior percentual de água disponível, devido ao adensamento desta camada e conseqüente redução da porosidade total e macroporosidade, e aumento da microporosidade, decorrente do uso do implemento grade pesada, conforme apresentado na Tabela 2. Estes mesmos aspectos podem ser verificados na Fig. 3.



PD = Porosidade drenável; CAAD = Capacidade de armazenar água disponível.

FIG. 2. Dados relativos de porosidade drenável e capacidade de armazenar água disponível, para os sistemas de preparo, nas profundidades estudadas.



**FIG. 3.** Valores médios de capacidade de armazenar água disponível por camada e total (0-30 cm), para os sistemas de preparo, nas profundidades estudadas.

Com os valores de umidade referentes aos potenciais matriciais de -6 e -1500 kPa, da curva de retenção de água ajustada pelo modelo de Van Genuchten (1980), calculou-se a capacidade de armazenamento de água disponível por profundidade e a total, referente à soma das diferentes camadas. Estes resultados são apresentados na Fig. 3. Pela análise desses dados, observa-se, de modo geral, que os valores de água disponível são baixos, apresentando tendência de aumento em profundidade, devido à elevação nos percentuais de argila total e microporosidade.

Com relação à água disponível total (0-30 cm), a área de capoeira foi a que apresentou a maior capacidade de armazenamento de água, em função do valor mais elevado na superfície, função, provavelmente, do maior teor de matéria orgânica na superfície.

## CONCLUSÕES

1. Os cultivos manual e mecanizado modificaram as propriedades físicas do solo, das camadas mais superficiais, quando comparados à área de capoeira.

2. Com exceção da microporosidade, as propriedades avaliadas não sofreram alterações, quando comparam-se os preparos manual e mecanizado.

3. O baixo armazenamento de água deste solo pode comprometer o rendimento das culturas, em casos de ocorrência de "veranicos", indicando que maiores atenções devem ser dadas na efetivação de práticas de manejo de solo, de modo a permitir maior retenção de água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAENA, A.R.C.; DUTRA, S. *Propriedades físicas de solos submetidos a diferentes sistemas de cultivo*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1981. 23p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 30)
- BAVER, L. *Soil physics*. New York: John Wiley, 1956. 489p.
- BRADY, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7 ed. São Paulo: Freitas Bastos, 1989. 878p.
- CASSEL, D.K.; NIELSEN, D.R. *Field capacity and available water capacity*. In: KLUTE, A. ed. *Methods of soil analysis*. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. Pt.1, p.901-26.
- COSTA, J.B. *Caracterização e constituição do solo*. 29 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkion, 1979. 527p.

- DOURADO NETO, D.; JONG-VAN-LIER, Q.; J.V.; BOTREL, T.A.; LIBARDI, P.L.** Programa para confecção da curva de retenção de água no solo utilizando o modelo de Genuchten. *Engenharia Rural*, Piracicaba, v.1, n.2, p.92-102, 1990.
- EMBRAPA.** Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro, 1979. n.p.
- FALES, I.C.; BAENA, A.R.C.; DUTRA, S.** **Conseqüências da exploração agropecuária sobre as condições físicas e químicas dos solos da microrregião do nordeste paraense.** Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 49p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 14).
- GAVANDE, S.A.** **Física de solos: princípios e aplicações.** México, Ed. Limusa, 1976. 351p.
- GROHMAN, F.** Porosidade. In: **MONIZ, A.C. Elementos de pedologia.** São Paulo: Polígono, 1972. p.77-84.
- JONG-VAN-LIER, Q.; DOURADO NETO, D.** Valores extremos de umidade do solo referentes ao modelo de Van Genuchten. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.17, p.325-329, 1993.
- KIEHL, E.J.** **Manual de edafologia.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.
- KIEHL, E.J.; KINJO, T.; MARCOS, Z.Z.** **Caracterização e interpretação das propriedades do solo.** 2 ed. Piracicaba: ESALQ-Departamento de Solos e Geologia, 1972. 119p.
- OLIVEIRA, M. de.** **Comportamento de características e propriedades físicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo, sob condições de pasto natural e cultivado na região de Lavras, MG.** Lavras: ESAL, 1979. 109p. Tese Mestrado.

- REICHARDT, K.** Capacidade de campo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.12, p.211-216, 1988.*
- SANCHEZ, P.A.** *Suelos del trópicos: características y manejo. San José: IICA, 1981. 634p. (IICA. Libros y Materiales Educativos, 48).*
- VAN GENUCHTEN, M.T.** A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil. *Soil Science Society of America Journal, Madison, v.44, n.5, p.892-898, 1980.*
- VIEIRA, M.J.** Propriedades físicas do solo. In: *FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Plantio direto no Estado do Paraná. Londrina, 1981. cap. 2, p.19-32. (IAPAR. Circular, 23).*

***A QUALIDADE TOTAL É  
ALCANÇADA ATRAVÉS DA AÇÃO  
PARTICIPATIVA DE TODOS OS  
EMPREGADOS NA BUSCA DE UM IDEAL***



---

*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*



*Impressão e acabamento:  
Embrapa Produção de Informação*