

CARACTERÍSTICAS DE RETENÇÃO DE ÁGUA DE UM SOLO PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DE GOIANA, PERNAMBUCO¹

JOSÉ ALOÍSIO ALVES MOREIRA² e CLEMENTE JOSÉ CARNEIRO GUSMÃO DA SILVA³

RESUMO - Foi determinada a retenção de água, em amostras de solo com estrutura deformada e indeformada, de cinco horizontes de um perfil de Podzólico Vermelho-Amarelo (PVA), localizado na Unidade de Execução de Pesquisa (UEP) de Itapirema, em Goiana, PE. Determinou-se também a umidade, na capacidade de campo, *in situ*, com o objetivo de verificar seu relacionamento com os valores de tensão nas curvas de retenção de água obtidas em laboratório. Os resultados indicaram que, em baixas tensões, as amostras deformadas retiveram mais água do que as indeformadas. Observou-se que a tensão em que a água é retida, na capacidade de campo, foi relativamente uniforme em todo o perfil, nos dois tipos de estrutura. Em amostras deformadas, os valores de tensão na capacidade de campo foram 0,006 M Pa, para o horizonte A_p, e 0,01 M Pa, para os horizontes A₃, B_{1t}, B_{21t} e B₂₂. Para amostras indeformadas, a tensão encontrada foi em torno de 0,006 M Pa, para todos os horizontes.

Termos para indexação: física do solo, estrutura do solo, água no solo, irrigação.

WATER RETENTION CHARACTERISTICS OF A RED-YELLOW PODZOLIC SOIL AT GOIANA, PERNAMBUCO STATE, BRAZIL

ABSTRACT - The water retention capacity of disturbed and undisturbed soil samples taken from five horizons of a Red-Yellow Podzolic soil in Itapirema, Goiana, Pernambuco State, Brazil, was determined. The relation between the water content *in situ* at field capacity and the tension values of the soil retention curves obtained in laboratory was also studied. The results showed that at low tensions the disturbed samples retained more water than the undisturbed ones. At field capacity, the tension at which the water was retained was similar throughout the entire profile in both disturbed and undisturbed samples. The tension values at field capacity for the disturbed samples were 0,006 M Pa for the A_p horizons and 0,01 M Pa for the A₃, B_{1t}, B_{21t} and B₂₂ horizons; for the undisturbed samples the corresponding tension values were around 0,006 M Pa for all horizons.

INTRODUÇÃO

Na Zona da Mata do Norte do Estado de Pernambuco, ocorrem grandes áreas denominadas tabuleiros, que têm o seu potencial quase totalmente explorado pela monocultura de cana-de-açúcar. Nestas áreas, onde predominam solos Podzólicos Vermelho-Amarelo, Haynes (1970) verificou que, além do baixo nível de fertilidade, a baixa capacidade de retenção de água constitui fator relevante na limitação da produção agrícola. Em virtude dessa característica, a irrigação deve ser um meio para repor a água no solo nas épocas de maior insuficiência hídrica.

Entretanto, para se fazer uma irrigação racional, é necessário conhecer diversos parâmetros do solo, dentre os quais a capacidade de retenção de água e a capacidade de campo. Dentre as várias informações mostradas por esses dois parâmetros, estão aquelas relacionadas com o movimento da água no solo (Childs & Collis-George 1950, Millington & Quirk 1959, 1961; Stone & Silveira 1978, Silveira & Stone 1979, Freire 1979), com a capacidade de armazenamento de água e com a disponibilidade de água para as plantas (Mota 1976, Oliveira & Melo 1971, Winkler & Goedert 1972).

A quantidade de água que uma camada ou horizonte de solo retém à capacidade de campo pode ser estimada pela multiplicação do seu teor em peso pela densidade global da camada ou horizonte. De acordo com Young & Dixon (1966) valores super ou subestimados de lâmina de água podem ser obtidos se o teor de umidade é obtido de amostras deformadas. Em decorrência desse fato, estimativas mais reais podem ser obtidas mediante a utilização de amostras indeformadas, que represen-

¹ Aceito para publicação em 2 de outubro de 1986.
Parte do trabalho de tese do primeiro autor, para obtenção de título de M.Sc., na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

² Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74000 Goiânia, GO.

³ Eng. Agr., Ph.D., Prof.-Titular, Dep. de Energia Nuclear, Univ. Fed. de Pernambuco, Caixa Postal 2071, CEP 50000 Recife, PE.

tam melhor as características hídricas naturais do solo.

A pesquisa visou determinar as curvas de retenção de água em amostras de solo com estrutura deformada e indeformada, a umidade do solo na capacidade de campo, *in situ*, a sua relação com os valores de tensão nas curvas de retenção de água de amostras deformadas e indeformadas, obtidas em laboratório, de cinco horizontes do perfil PVA.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo usado foi um Podzólico Vermelho-Amarelo localizado na Unidade de Execução de Pesquisa (UEP) pertencente à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), no município de Goiana, PE.

Foram coletadas amostras de solo com estrutura deformada (TFSA) e indeformada, nos horizontes A_p , A_3 , B_{1t} , B_{21t} e B_{22} . Para a análise granulométrica foi utilizada metodologia semelhante à empregada por Genrich & Bremner (1974). As frações separadas na análise granulométrica, a densidade global (dg), a densidade de partículas (dp) e a superfície específica total do solo foram determinadas de acordo com a metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979a, b). A porosidade total foi calculada pela fórmula: $P(\%) = 100 \left(1 - \frac{dg}{dp}\right)$.

O carbono orgânico foi determinado segundo Allison et al. (1965).

Foi considerado como valor de microporosidade o espaço poroso ocupado por água após uma sucção exercida por uma coluna de água de 60 cm de altura. Utilizou-se, nessa determinação, a unidade de sucção empregada por Grohmann (1960). A macroporosidade foi calculada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

A determinação da retenção de água nas amostras deformadas e indeformadas foi feita com uma unidade de sucção nas tensões de 0,0005 a 0,01 M Pa. Para as tensões superiores 0,01 M Pa foram utilizados aparelhos de pressão e placas porosas, de Richards (1947).

Para as determinações nas amostras indeformadas foram utilizados anéis volumétricos de 245 cm³, nas tensões 0,0005 a 0,01 M Pa. Nas tensões superiores foram utilizados anéis volumétricos de 30 cm³. Para amostras deformadas (TFSA), foram utilizados, em todas as tensões, anéis volumétricos de 30 cm³.

As amostras de solo foram saturadas com água destilada e submetidas às tensões de 0,0005; 0,001; 0,003; 0,006; 0,01; 0,033; 0,07; 0,10; 0,30; 0,50; 1,00 e 1,50 M Pa, em três repetições. Após o equilíbrio, as amostras foram pesadas e secadas em estufa a 105°C - 110°C, até peso constante. Os teores de água retidos pelas amostras de solo, com base no peso seco foram transformados em base volumétrica, com o auxílio da densidade global de cada horizonte.

Para a determinação da capacidade de campo utilizou-se a metodologia sugerida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979b), com modificações nas medidas de umidade, nos cinco horizontes, que foram feitas com uma sonda de nêutrons, fabricada pela Campbell Pacific Nuclear (130 S. Buchanan Circle, Pacheco, Califórnia, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Tabela 1 mostram que a densidade global diminuiu com a profundidade, em virtude do aumento do teor de argila (Tabela 2), que afetou também a superfície específica. A densidade das partículas foi uniforme ao longo do perfil. Os teores de carbono orgânico diminuíram com a profundidade e, por serem baixos em todo o perfil, provavelmente pouco influenciaram a capacidade de retenção de água. A porosidade total também aumentou com a profundidade, por causa do aumento da quantidade de argila nos horizontes subsuperficiais. O horizonte $B_1 t$ possuía silte e argila em quantidades semelhantes aos horizontes B_{21t} e B_{22} (Tabela 2), mas apresentou porosidade total menor porque tinha uma camada adensada ou compactada, comprovada pelo valor da densidade global (Tabela 1), que contribuiu para diminuir a macroporosidade. Nos horizontes A_p e A_3 predominaram os macroporos, mas os microporos aumentaram nos horizontes B, em virtude da maior quantidade de argila, que favoreceu o aparecimento de poros de menor diâmetro.

Os teores de argila, bastante diferentes entre os horizontes A e B (Tabela 2), mostraram uma desuniformidade textural, esperando-se, com isto, uma diferença na retenção de água entre esses horizontes.

As curvas de retenção de água (Fig. 1 a 5) dos horizontes e nos dois tipos de estrutura foram feitas com os dados na Tabela 3. Observou-se que as curvas de retenção de água foram diferentes em intervalos de baixas tensões, nos quais as amostras indeformadas retiveram sempre mais água. Por causa da impossibilidade de ser repetir o mesmo arranjo das partículas do solo, em amostras manipuladas, variações no conteúdo de água, decorrentes de alteração estrutural, são mais significativas a baixas tensões (Richards & Fireman 1943, Young & Dixon 1966, Scardua 1972). Para altos valores

de potencial matricial, a retenção da água fica mais na dependência dos fenômenos capilares do que das forças de absorção; estas, predominantes em altas tensões (Reichardt 1975).

Nas amostras indeformadas dos horizontes B, as menores variações de umidade com o incremento das tensões foram verificadas no horizontes B_{1t}. Segundo Naar & Wigal (1962), a curva de retenção de água dá o tamanho aparente dos poros esvaziados pela tensão h. Observou-se, pois, que a distribuição de poros por tamanho, no horizonte B_{1t}, foi mais uniforme, condicionada por uma zona de adensamento e/ou compactação existente nesse horizonte. Quando se comparou a retenção de água nos horizontes B, notou-se que a zona de adensamento e/ou compactação contribuiu para diminuir a quantidade de macroporos do horizonte B_{1t}, induzindo menor capacidade de retenção de água até a tensão de 0,003 M Pa.

Nos horizontes A_p e A₃, a retenção de água foi menor que nos horizontes B, em decorrência do menor teor de argila. Do mesmo modo, o maior conteúdo de argila foi a causa da maior retenção de água no horizonte A₃ do que no A_p.

Comparando-se a estrutura da amostra, as maiores variações de umidade foram: no horizonte A_p, em tensões abaixo de 0,004 M Pa; no horizonte A₃, no intervalo de tensão até 0,015 M Pa; nos horizontes B, 0,07 M Pa, para o horizonte B_{1t} e 0,01 M Pa, para os horizontes B_{21t} e B_{22t}.

Observando-se as curvas de retenção de água, nos dois tipos de estrutura, nota-se que foi pouca a disponibilidade de água a partir de 0,1 M Pa. Resultados semelhantes foram obtidos por Winkler & Goedert (1972), Mota (1976), em solos Podzólicos Vermelho-Amarelos.

A Tabela 4 mostra os dados de umidade do solo durante o período de drenagem do perfil. Foi con-

TABELA 1. Valores médios de carbono orgânico (C. org.) densidade global, densidade de partículas, microporosidade, porosidade total e superfície específica (St), dos horizontes amostrados.

Horizonte	Profundidade (cm)	C. org. %	Densidade		Porosidade			(St) m ² /g
			Global	Partículas	Micro	Macro	Total	
A _p	0 - 25	0,91	1,56	2,59	15,2	24,6	39,8	17,5
A ₃	25 - 46	0,54	1,59	2,60	16,1	22,7	38,8	26,0
B _{1t}	46 - 65	0,59	1,55	2,56	22,2	17,2	39,4	37,0
B _{21t}	65 - 110	0,42	1,48	2,60	21,4	21,7	43,1	40,0
B _{22t}	110 - 115	0,44	1,48	2,60	21,1	22,0	43,1	50,5

TABELA 2. Valores médios da distribuição granulométrica percentual e classificação textural do material de solo dos diversos valores horizontes.

Horizonte	Profundidade (cm)	Areia			Silte	Argila	Classificação textural
		Grossa	Fina	Total			
				%			
A _p	0 - 25	52,8	36,7	89,5	4,7	5,8	Areia-franca
A ₃	25 - 46	46,8	35,7	82,5	4,9	12,6	Areia-franca
B _{1t}	46 - 65	43,6	25,1	68,7	4,4	26,9	Franc. arg. arenoso
B _{21t}	65 - 110	41,4	27,6	69,0	5,1	25,9	Franc. arg. arenoso
B _{22t}	110 - 115	39,9	26,1	66,0	5,5	28,5	Franc. arg. arenoso

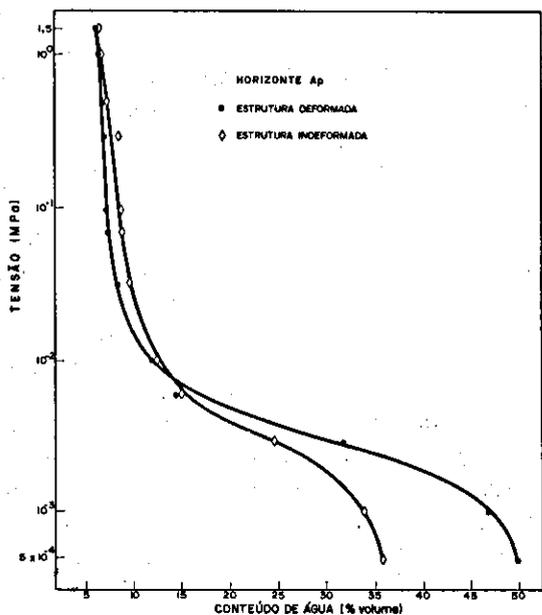


FIG. 1. Curvas de retenção de água do horizonte A_p , obtidas por secagem de amostras com estrutura deformada e indeformada (média de três repetições).

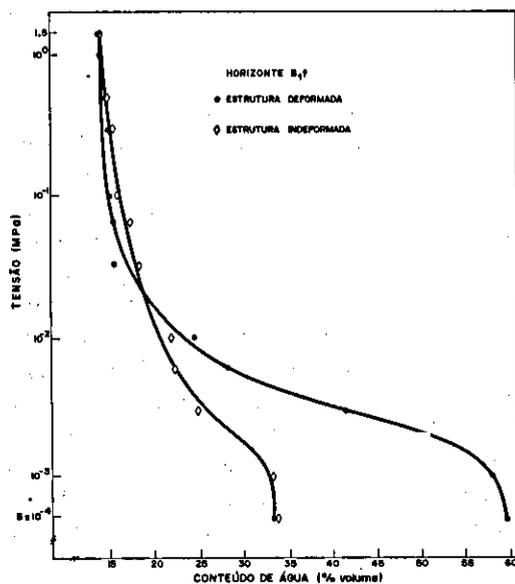


FIG. 3. Curvas de retenção de água do horizonte B_{1t} , obtidas por secagem de amostras com estrutura deformada e indeformada (média de três repetições).

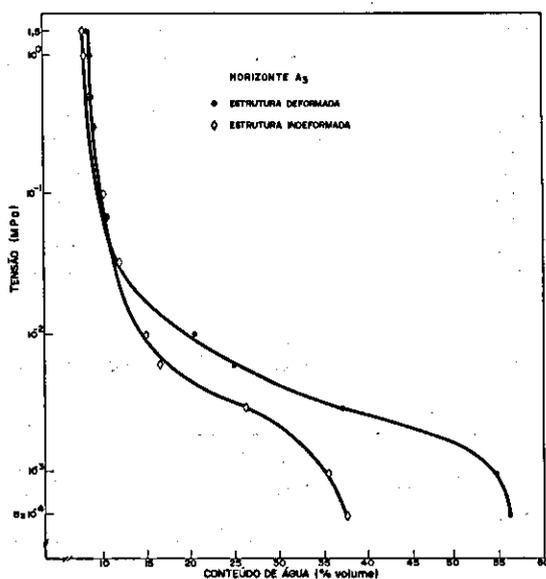


FIG. 2. Curvas de retenção de água do horizonte A_3 , obtidas por secagem de amostras com estrutura deformada e indeformada (média de três repetições).

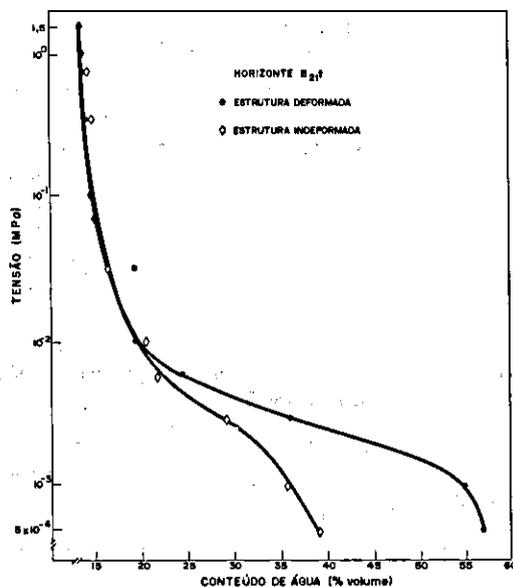


FIG. 4. Curvas de retenção de água do horizonte B_{21t} , obtidas por secagem de amostras com estrutura deformada e indeformada (média de três repetições).

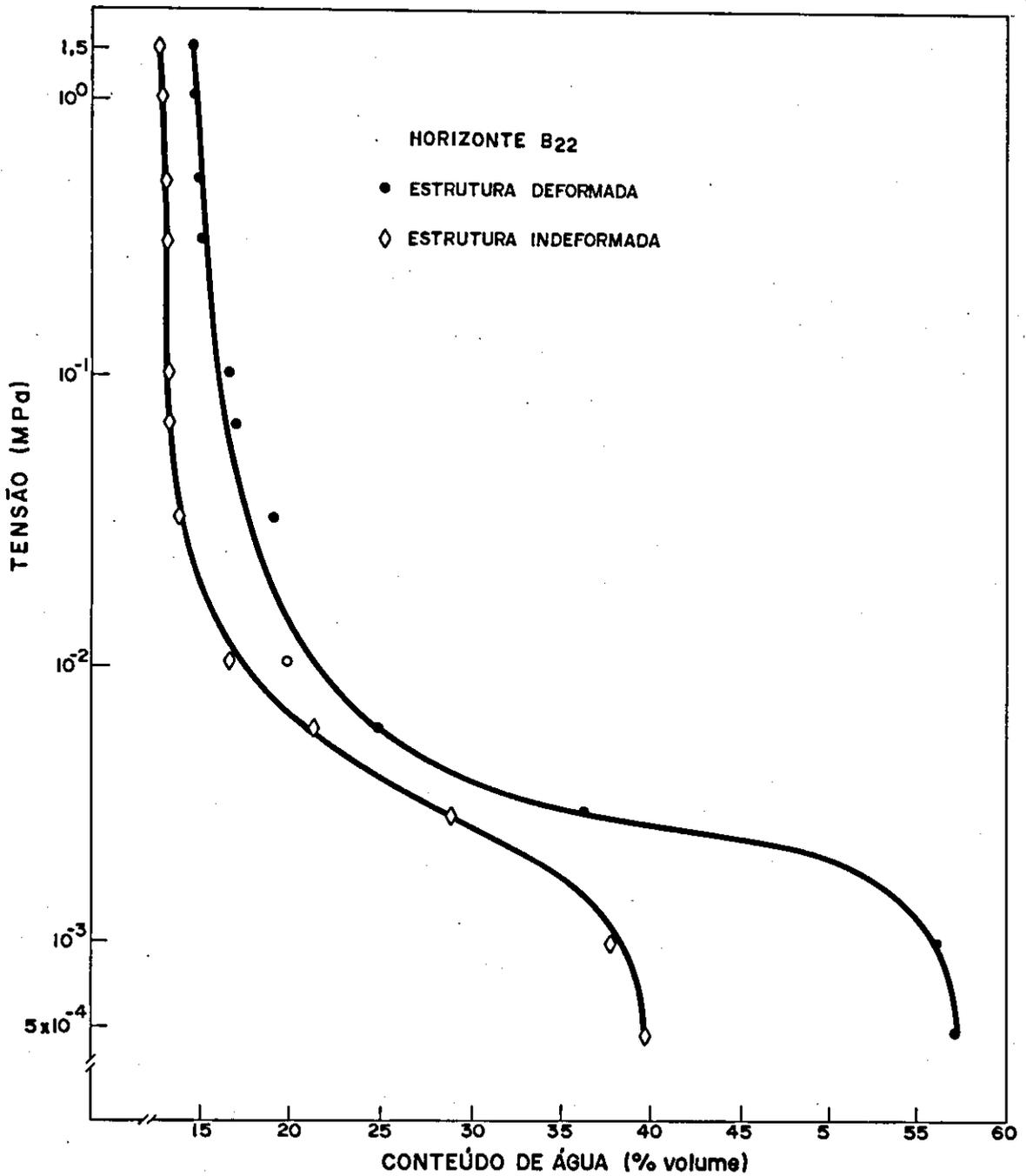


FIG. 5. Curvas de retenção de água do horizonte B₂₂, obtidas por secagem de amostras com estrutura deformada e indeformada (média de três repetições).

TABELA 3. Valores médios do conteúdo de água, em percentagem por volume, obtido por secagem, de amostras com estruturas deformada (TFSA) e indeformada, de diversos horizontes do solo, nas tensões estudadas.

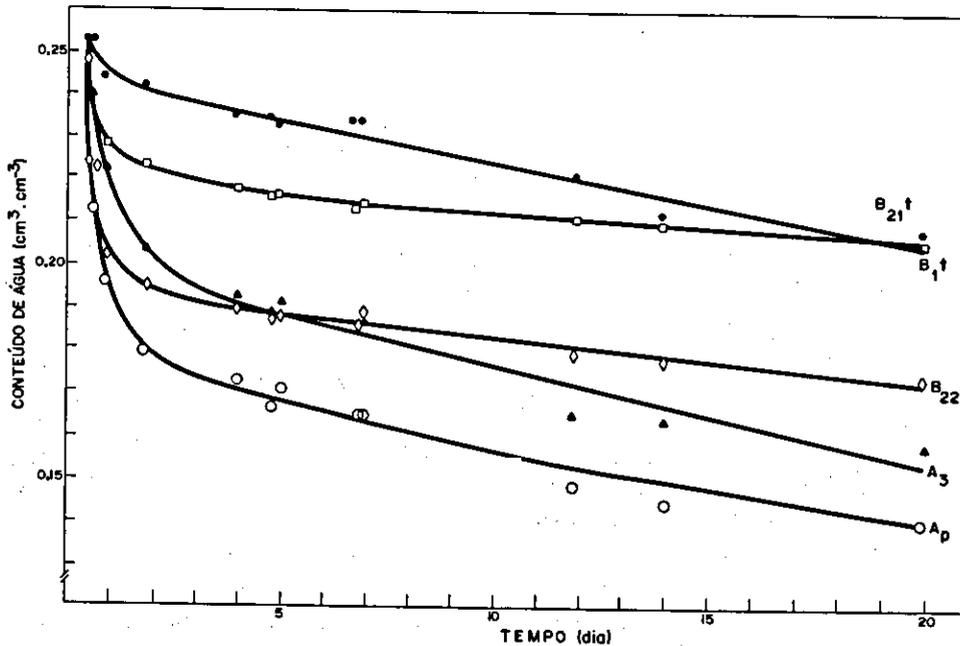
Horizonte	Profundidade (cm)	Estrutura	Tensão (M Pa)											
			0,0005	0,001	0,003	0,006	0,01	0,033	0,07	0,1	0,3	0,5	1,0	1,5
%														
A _p	0 - 25	1	50,40	47,00	31,84	14,40	11,92	8,10	7,07	6,88	6,57	6,33	6,04	5,63
		2	35,74	33,76	24,63	15,18	12,79	9,63	8,50	8,47	8,17	6,72	6,18	6,16
A ₃	25 - 46	1	56,24	54,76	37,11	24,99	20,34	11,10	10,27	9,14	8,43	8,36	8,27	7,95
		2	37,63	35,63	26,39	16,10	14,93	11,78	10,27	9,63	8,46	7,81	7,63	7,58
B _{1t}	46 - 65	1	59,72	58,04	41,51	28,26	24,30	15,67	15,27	14,80	14,58	13,67	13,64	13,27
		2	33,63	33,14	24,72	22,24	21,79	18,12	17,11	15,70	15,02	14,38	13,48	13,41
B _{21t}	65 - 110	1	57,12	54,88	35,73	24,24	19,12	18,85	14,58	14,10	13,75	13,29	12,82	12,80
		2	38,95	35,43	29,04	21,37	20,36	15,89	14,46	14,44	14,37	13,74	12,89	12,88
B ₂₂	110 - 155	1	57,42	56,18	36,20	24,98	19,65	18,99	16,78	16,32	14,80	14,03	13,94	13,82
		2	39,99	37,75	28,54	21,07	16,47	13,66	12,43	12,28	12,30	11,94	11,80	11,66

1 - Deformada (TFSA).

2 - Indeformada.

TABELA 4. Conteúdo de água do solo (θ), durante o tempo de redistribuição nos horizontes A_p, A₃, B_{1t}, B_{21t} e B₂₂.

Horizonte	Profundidade (cm)	Tempo (dia)											
		0,58	0,71	1,00	1,88	4,00 96 horas	4,88	5,13	6,79	7,00	11,92	14,00	20,00
Conteúdo de água = θ (cm ³ , cm ⁻³).													
A _p	0 - 25	0,2480	0,2129	0,1926	0,1796	0,1722	0,1667	0,1667	0,1704	0,1648	0,1482	0,1445	0,1409
A ₃	25 - 46	0,2553	0,2406	0,2222	0,2036	0,1927	0,1889	0,1907	0,1852	0,1872	0,1649	0,1630	0,1575
B _{1t}	46 - 65	0,2535	0,2535	0,2443	0,2424	0,2350	0,2350	0,2331	0,2350	0,2350	0,2147	0,2110	0,2073
B _{21t}	65 - 110	0,2452	0,2440	0,2283	0,2232	0,2159	0,2156	0,2159	0,2128	0,2147	0,2100	0,2089	0,2049
B ₂₂	110 - 155	0,2243	0,2227	0,2023	0,1953	0,1895	0,1876	0,1882	0,1861	0,1879	0,1779	0,1768	0,1728

FIG. 6. Variação do conteúdo de água θ nos diversos horizontes durante o tempo de drenagem interna do perfil.

siderada como capacidade de campo a quantidade de água presente no solo, 96 horas (quatro dias) após sua aplicação. Observou-se nas curvas de drenagem em função do tempo (Fig. 6) que, após o quarto dia de drenagem, o componente matricial passou a predominar sobre o gravitacional. A partir daí, a capilaridade e a adsorção foram as forças que retiveram a água no solo. Plotando-se os valores da umidade (Tabela 4) à capacidade de campo, *in situ*, nas curvas de retenção de água obtidas em laboratório, o valor da tensão à capacidade de campo foi 0,006 M Pa, para o horizonte A_p, 0,01 M Pa, para os horizontes restantes, em amostras deformadas. Quando se consideram amostras de solo indeformadas, as tensões próximas à capacidade de campo foram 0,006 M Pa, para todos os horizontes. Esse valor coincide com o da tensão utilizada para determinar a microporosidade do solo. Observou-se, portanto, que, na capacidade de campo, em amostras indeformadas, a água esteve retida somente em microporos.

CONCLUSÕES

As maiores variações de umidade, em consequência da estrutura da amostra, ocorreram a baixas tensões, em que as amostras de solo com estrutura deformada sempre retiveram mais água do que as indeformadas.

A diferença na retenção de água, entre os horizontes A e B, foi em virtude do maior teor de argila nos horizontes B.

A disponibilidade de água em tensões acima de 0,10 M Pa é baixa, tanto nas amostras deformadas, como nas indeformadas.

Nas amostras deformadas, o valor da tensão na capacidade de campo esteve em torno de 0,006 M Pa, no horizonte A_p. Para os demais horizontes, 0,01 M Pa. Nas amostras indeformadas, o valor da tensão foi em torno de 0,006 M Pa, para todos os horizontes.

REFERÊNCIAS

- ALLISSON, L.E.; BOLLEN, W.B.; MOODIC, C.D. Total carbon. In: BLACK, C.A., ed. *Methods of soil analysis; chemical and microbiological properties*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. v. 2, p.1346-66.
- CHILDS, E.C. & COLLIS-GEORGE, N. The permeability of porous materials. *Proc. R. Soc. London Ser. A*, 201:392-405, 1950.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. *Análises físicas; método 1.32: superfície específica*. s.n.t. parte 1. Separata de _____. *Manual de métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, 1979a. 111p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. *Manual de métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, 1979b. 111p.
- FREIRE, J.C. Condutividade hidráulica e capacidade de campo de Latossolo Roxo Distrófico não saturado. *R. bras. Ci. Solo*, 3(2):73-7, 1979.
- GENRICH, D.A. & BREMNER, J.M. Isolation of particles size fractions. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 38:222-5, 1974.
- GROHMANN, F. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia*, 19(21):319-28, 1960.
- HAYNES, J.L. Uso agrícola dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil; um exame de pesquisas. Recife, SUDENE/AID, 1970. 153p.
- MILLINGTON, R.J. & QUIRK, J.P. Permeability of porous media. *Nature*, London, 183:387-8, 1959.
- MILLINGTON, R.J. & QUIRK, J.P. Permeability of porous solids. *Trans. Faraday Soc.*, 57:1200-7, 1961.
- MOTA, F.O.B. Retenção de água em perfil alfissol do município de Mossoró, RN. Piracicaba, ESALQ, 1976. 70p. Tese Mestrado.
- NAAR, J. & WIGAL, R.J. Water suction curves of large grained aggregates. *J. Soil Sci.*, 13(2):198-201, 1962.
- OLIVEIRA, L.B. de & MELO, V. de. Estudo da disponibilidade de água em um solo da Estação Experimental de Itapirema, Pernambuco. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, 6:31-7, 1971.
- REICHARDT, K. *Processos de transferência do sistema solo-planta-atmosfera*. 3. ed. Piracicaba, Fundação Cargill, 1975. 286p.
- RICHARDS, L.A. Pressure membrane apparatus construction and use. *Agric. Eng.*, 28:451-4, 1947.
- RICHARDS, L.A. & FIREMAN, M. Pressure plate apparatus measuring moisture sorption and transmission by soil. *Soil Sci.*, 56:395-404, 1943.
- SCARDUA, R. Porosidade livre de água de dois solos do município de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ, 1972. 83p. Tese Mestrado.
- SILVEIRA, P.M. da & STONE, L.F. Balanço de água na cultura do feijão em Latossolo Vermelho-Amarelo. *Pesq. agropec. bras.*, 14(2):111-5, 1979.
- STONE, L.F. & SILVEIRA, P.M. da. Condutividade hidráulica de um Latossolo Vermelho-Escuro. *Pesq. agropec. bras.*, 13(4):63-71, 1978.

WINKLER, E.I.G. & GOEDERT, W.J. Características hídrica dos solos de Pelotas, Rio Grande do Sul. *Pesq. agropec. bras. Sér. Agron.*, 7:1-4, 1972.

YOUNG, K.K. & DIXON, J.D. Overestimation of water content at field capacity from sieved samples data. *Soil Sci.*, 101:104-7, 1966.