

# CURVAS DE CARACTERIZAÇÃO DE UMIDADE DE SOLOS DA ÁREA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, MUNICÍPIO DE ITAGUAÍ<sup>1</sup>

ALCY JACCOUD<sup>2</sup> e ABEILARD FERNANDO DE CASTRO<sup>3</sup>

**SINOPSE.** Foram estudadas as características de umidade de seis Séries de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, utilizando-se amostras com estrutura deformada e indeformada. As amostras foram separadas por classes de textura e os resultados mostraram diferenças significativas na capacidade de retenção de umidade, principalmente a baixas tensões. Verificou-se que as amostras com teores mais elevados de areia fina e silte apresentavam maior capacidade de água disponível.

Constatou-se, ainda, que não houve diferença significativa entre as amostras com estrutura deformada e indeformada e a textura e que os torrões poderão ser utilizados nas determinações do limite inferior e superior da água disponível.

**Termos de indexação:** Solos, física do solo, água do solo, umidade, curvas de caracterização, Solos Hidromórficos, Solos Podzólicos, Itaguaí, Rio de Janeiro.

## INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos de identificação dos solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) foram desenvolvidos por Fagundes *et al.* (1947, 1949) e Lemos (1950). Mendes *et al.* (1954) deram seqüência aos estudos, identificando os solos ao nível de série. Lemos e Castro (1955) realizaram estudos físicos de armazenamento de água na série Itaguaí descrita por Mendes *et al.* (1954). Castro e Antunes (1959) determinaram a capacidade de água disponível dos solos da área da UFRRJ e, por fim, Ramos (1970), em estudo mais minucioso, identificou e descreveu os solos da área, incluindo-os em onze séries.

O conhecimento das características de umidade de um solo depende principalmente do estudo de sua umidade aos níveis da capacidade de campo e do ponto de murchamento, entre os vários fatores que interferem na fixação dessas características.

A capacidade de campo é obtida utilizando amostras de solo deformadas passadas em peneira de 2 mm e submetidas a tensões de 1/3 atm. Entretanto, as determinações que mais se aproximam das condições de campo são as efetuadas em amostras com estrutura indeformada.

Na determinação do ponto de murchamento foi verificado que os valores obtidos pelo método fisiológico com amostras de solo destorroadas eram diferentes daqueles determinados em amostras indeformadas (Salter & Howorth 1961). Salter e Williams (1965) utilizaram o método fisiológico e o da membrana de pressão a 15 atm em amostras destorroadas e indeformadas e chegaram à conclusão de que as percentagens de umidade obtidas com tensões de 15 atm em amostras indeformadas poderiam ser usadas como medida real do limite inferior da água disponível. Verificaram, ainda, que nos solos de textura areno-barrenta e barro-arenosa não havia diferença significativa entre os dois tipos de

amostras, mas nos solos de textura barrenta e argilosa as diferenças eram significativas.

As amostras com estrutura indeformada utilizadas nas determinações de água disponível apresentam, em geral, resultados mais condizentes com as condições naturais e servem também para a determinação da densidade aparente e da condutividade hidráulica (Salter & Williams 1965, Klute 1965).

Em trabalhos recentes, Brasher *et al.* (1966) utilizaram torrões naturais com volumes variando de 50 a 200 cm<sup>3</sup>, para determinação da densidade aparente e de diversos teores da umidade equilibrados com mesa de tensão.

O presente trabalho teve como objetivo determinar, através de amostras com estrutura deformada e indeformada, as características de umidade de solos que ocorrem na UFRRJ e comparar o comportamento dos diferentes tipos de amostras usados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidas para estudo apenas seis séries das 11 descritas por Ramos (1970), a saber: série Itaguaí, Silvicultura, Aprendizado, Agrostologia, Zootecnia e Rosada. As duas primeiras pertencem ao grande grupo Podzólico Vermelho-Amarelo e as quatro restantes ao grande grupo Hidromórfico Cinzento. Destacaram-se as características de textura e estrutura pelo fato de serem condicionantes na retenção da água pelo solo.

A textura, como consta dos quadros de análise, refere-se aos dados obtidos através da análise granulométrica e enquadrados dentro do triângulo de textura no Sistema Americano (USDA 1951).

A estrutura citada corresponde à descrição dos perfis realizada por Ramos (1970).

### Coleta das amostras

As amostras foram coletadas nos mesmos perfis selecionados e descritos por Ramos (1970), de acordo com os horizontes e profundidades. Foram selecionados três tipos de amostras, dois com estrutura indeformada e o terceiro com estrutura deformada (TFSA-terra fina seca ao ar).

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 27 de junho de 1974.

<sup>2</sup> Professor Assistente do Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Km 47, 20000, Rio de Janeiro, GB, ZC-26.

<sup>3</sup> Professor Titular do Departamento de Solos da UFRRJ.

### Equipamentos

Para obter tensões na faixa de 0 a 15 atm, foi utilizado um extrator de placa porosa, equipado com um compressor de ar com capacidade de até 300 lb/polegada quadrada (21,092 kg/cm<sup>2</sup>), ao qual estavam acoplados dois outros aparelhos: um de baixa pressão, até 60 lb/polegada quadrada (4,218 kg/cm<sup>2</sup>) e outro de alta pressão, até 220 lb/polegada quadrada (15,467 kg/cm<sup>2</sup>).

No aparelho de baixa pressão foram medidas as tensões de umidade a 1/10, 1/3 e 1 atm e no de alta pressão, as tensões a 5, 10 e 15 atm.

### Procedimentos

Para determinação de densidade aparente e tensões de umidade a 1/3 e 15 atm em placa porosa foram utilizadas amostras com estrutura indeformada obtidas pelo uso de anéis com capacidade de 100 cm<sup>3</sup>.

Os torrões foram obtidos na parte mediana de cada horizonte com volume variando de 50 a 200 cm<sup>3</sup>, como recomendado por Brasher *et al.* (1966), e destinavam-se à determinação das curvas características de umidade sob várias tensões e à determinação da densidade aparente.

As amostras com estrutura deformada foram passadas em peneiras de 2 mm e destinavam-se às determinações de densidade real e análise granulométrica, e, como os torrões, foram utilizadas para a determinação das curvas características de umidade dos solos com tensões de 1/10, 1/3, 1, 5, 10 e 15 atm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises realizadas nas seis séries de solos constam do Quadro 1. Os dados de umidade referem-se a determinações feitas nas amostras com estrutura indeformada, com indicação dos horizontes e das respectivas profundidades.

As curvas características de umidade constam das Fig. 1 a 7 e os dados correspondentes às sete classes de textura referentes às séries de solos estudadas são apresentados no Quadro 2.

Os valores de umidade obtidos nas amostras com estrutura indeformada representam a média dos resultados de cinco repetições, para cada equilíbrio de tensão. Nas demais análises, os resultados estão representados pela média de duas repetições.

As diferenças nos valores observados entre as repetições foram maiores nos torrões do que nas amostras destorroadas; este fato pode ser explicado pelo pré-tratamento destas, que foram secadas ao ar, passadas em peneira de 2 mm e homogeneizadas, enquanto que nos torrões o teor de umidade é variável de amostra para amostra dentro do mesmo horizonte.

Verifica-se, pela forma e comportamento das curvas, que elas diferem em função da classe de textura e tipo de amostra utilizada. Numa análise geral do comportamento das curvas, destacando as tensões de umidade próximas aos limites superior e inferior da água disponível, observa-se que as classes de textura arenosa e areno-barrenta comportaram-se semelhantemente e que, nestas classes de textura, as amostras com estrutura indeformada retiveram um teor de umidade superior ao das amostras deformadas, tanto nas baixas como nas altas tensões, mostrando que a estrutura é importante no processo de retenção de água. Este efeito de retenção de

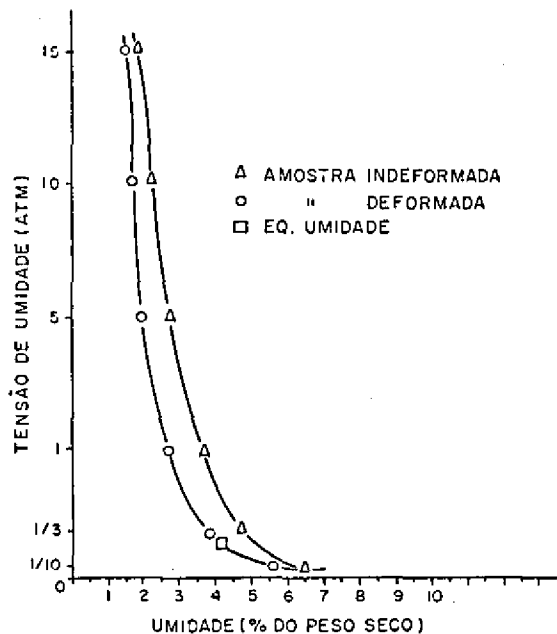


FIG. 1. Curvas características de umidade, determinadas em amostras destorroadas e amostras em torrões, de solos de textura arenosa.

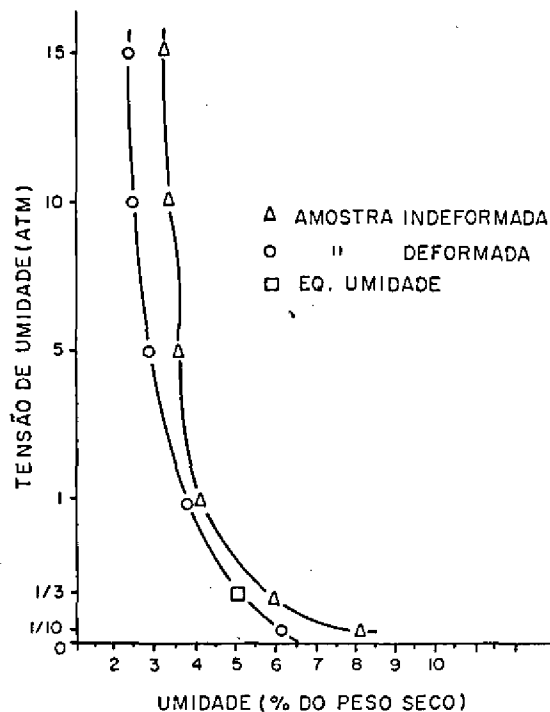


FIG. 2. Curvas características de umidade, determinadas em amostras destorroadas e amostras em torrões, de solos de textura areno-barrenta.

Quadro 1. Resultados das análises das amostras de solo das séries estudadas

Séries	Horizontes		Umidade das amostras em torrões e destorroadas (% do peso)												Equivalente umidade nas amostras destorroadas (%)	
			1/10 atm		1/3 atm		1 atm		5 atm		10 atm		15 atm			
			Tor.	Dest.	Tor.	Dest.	Tor.	Dest.	Tor.	Dest.	Tor.	Dest.	Tor.	Dest.		
Itaguá	A <sub>1</sub>	0-5	19,7	19,8	17,9	16,3	17,2	13,8	16,1	11,2	15,6	10,0	14,8	9,2	15,0	
		5-15	17,3	16,9	14,4	14,8	13,2	12,9	11,4	9,9	9,7	8,8	9,6	8,4	14,9	
	B <sub>11</sub>	15-35	15,1	18,2	13,0	15,0	12,6	14,4	11,7	11,7	10,7	10,5	9,9	10,0	15,6	
		35-85	25,3	30,8	23,0	25,2	22,5	23,2	20,7	20,3	20,0	19,5	18,0	18,3	25,4	
	IIC <sub>1</sub>	85-95	23,6	27,7	22,3	22,0	21,9	19,2	17,9	15,4	15,9	15,2	14,4	15,3	14,4	19,9
		95-180	20,9	25,7	17,0	21,2	16,0	18,6	14,0	12,5	13,9	12,2	13,8	11,6	18,6	
Silvicultura	A <sub>1</sub>	0-5	12,5	10,5	11,6	9,3	10,9	8,5	9,6	7,1	8,5	6,8	8,2	6,7	12,6	
		5-15	13,1	11,9	12,1	10,8	10,6	10,0	9,2	9,2	8,9	8,8	8,4	8,3	13,2	
	B <sub>1</sub>	15-20	13,4	16,7	11,9	13,2	11,5	12,0	10,5	10,5	10,5	9,5	9,1	9,3	14,8	
		20-45	20,5	23,0	19,4	20,1	18,6	18,7	17,8	14,3	17,2	14,0	16,4	13,6	20,1	
	IIC	45-105	23,4	30,3	21,6	26,8	20,6	21,9	19,3	29,2	18,2	18,0	17,9	17,8	24,2	
		105-140	22,4	29,8	22,3	24,1	20,4	21,3	17,1	16,0	16,1	14,9	15,6	14,4	23,4	
Aprendizado	A <sub>11</sub>	0-8	8,7	5,1	6,8	3,5	4,9	3,0	3,6	2,2	2,9	1,8	1,9	1,7	4,5	
		8-20	7,4	5,1	5,3	3,8	4,2	2,7	3,4	2,0	3,0	1,7	2,7	1,5	5,0	
	A <sub>2</sub>	20-30	5,8	6,2	4,4	4,2	3,6	3,0	2,4	2,2	1,9	2,0	1,7	1,6	4,1	
		30-50	5,4	6,9	5,2	5,4	4,0	3,3	3,3	2,5	2,5	2,2	2,3	2,0	4,6	
	IIC <sub>2g</sub>	50-90	13,2	15,1	11,9	12,6	11,6	10,5	10,3	8,6	9,3	7,8	8,6	7,6	12,8	
		90-170	11,5	17,5	9,1	11,3	9,1	10,2	8,5	8,7	8,3	7,8	8,1	7,0	12,9	
Agrostologia	A <sub>1</sub>	0-5	12,8	20,3	11,6	14,4	11,6	12,6	9,4	10,6	8,7	10,4	8,3	8,9	15,5	
		5-15	11,6	12,8	9,6	10,1	6,5	9,0	5,4	4,3	4,6	3,5	4,4	3,1	7,3	
	A <sub>2</sub>	15-40	4,9	2,9	1,6	2,4	1,3	1,6	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	2,3	
		40-70	6,0	6,2	4,7	4,5	3,5	3,2	3,2	3,0	3,0	2,4	2,7	2,2	4,4	
	IIC <sub>2g</sub>	70-110	11,6	11,9	7,6	9,1	7,4	6,8	5,9	5,6	5,1	5,4	4,5	5,0	9,0	
		A <sub>11</sub>	10,2	6,1	7,2	5,6	4,5	4,2	4,0	2,9	3,7	2,5	3,5	2,4	5,7	
Zootecnia	A <sub>12</sub>	5-35	9,7	11,9	8,2	9,5	6,1	6,4	5,4	4,3	4,8	4,2	4,5	4,0	6,9	
		35-65	8,5	11,6	6,4	8,2	5,6	5,5	3,8	4,0	3,4	3,3	3,2	3,2	7,2	
	B <sub>21g</sub>	65-125	14,6	19,4	12,4	14,6	11,6	12,3	9,9	9,8	9,5	9,4	9,3	9,3	14,2	
		125-150	17,3	22,3	15,4	18,1	14,2	15,3	13,9	13,6	12,5	13,2	12,3	12,6	17,9	
	Rosada	A <sub>1</sub>	0-20	13,3	12,9	11,1	10,3	10,3	9,1	9,0	6,6	8,6	5,7	8,0	5,1	10,1
			20-25	10,8	15,7	7,4	9,5	7,1	8,0	6,1	6,2	5,9	5,9	5,8	9,0	
B <sub>1</sub>		25-40	12,6	14,9	9,7	10,5	8,4	8,5	7,1	7,4	6,5	6,7	6,3	6,4	10,4	
		40-55	13,4	14,4	9,9	10,7	8,7	9,4	7,1	7,3	7,0	6,8	6,3	6,4	10,2	
B <sub>22</sub>	17,8	26,2	13,3	17,3	13,0	15,5	12,3	12,5	11,9	11,9	11,2	10,8	17,4			

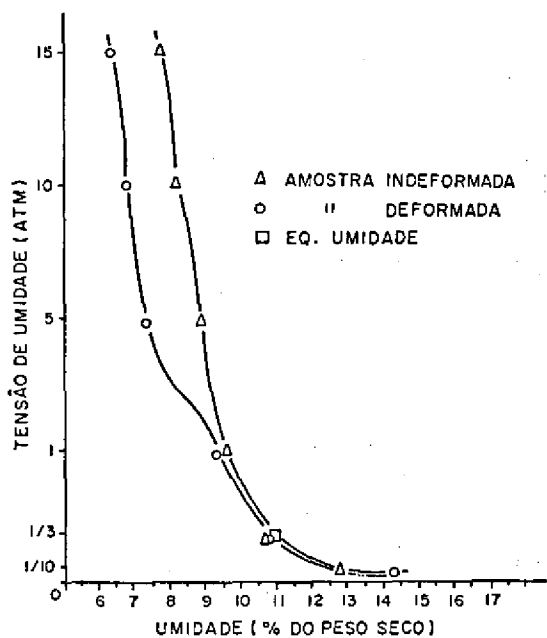


FIG. 3. Curvas características de umidade, determinadas em amostras destorroadas e amostras em torrões, de solos de textura barro-arenosa.

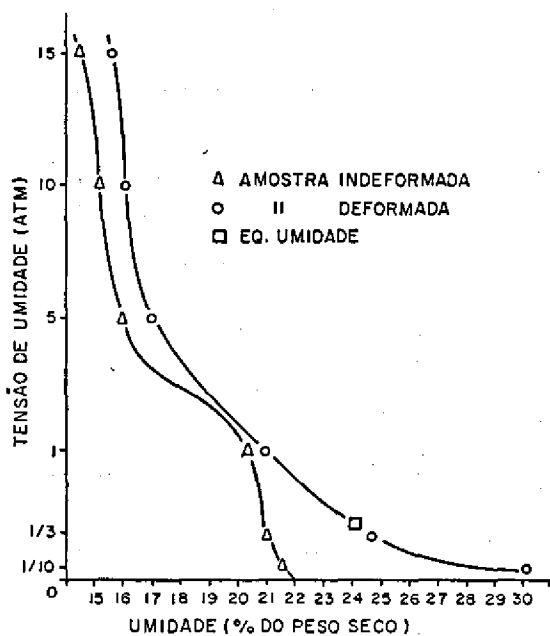


FIG. 5. Curvas características de umidade, determinadas em amostras destorroadas e amostras em torrões, de solos de textura barro-argilosa.

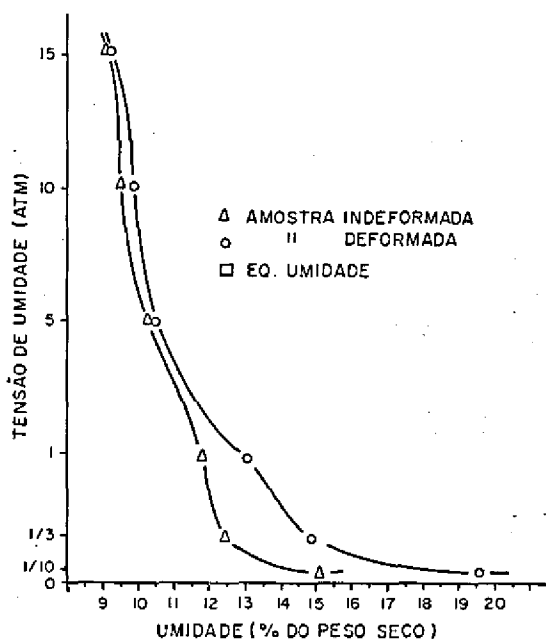


FIG. 4. Curvas características de umidade, determinadas em amostras destorroadas e amostras em torrões, de solos de textura barro-argilo-arenosa.

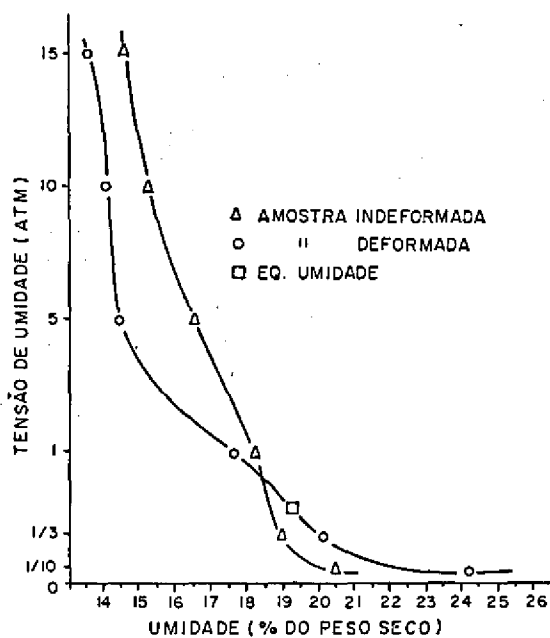


FIG. 6. Curvas características de umidade, determinadas em amostras destorroadas e amostras em torrões, de solos de textura argilo-arenosa.

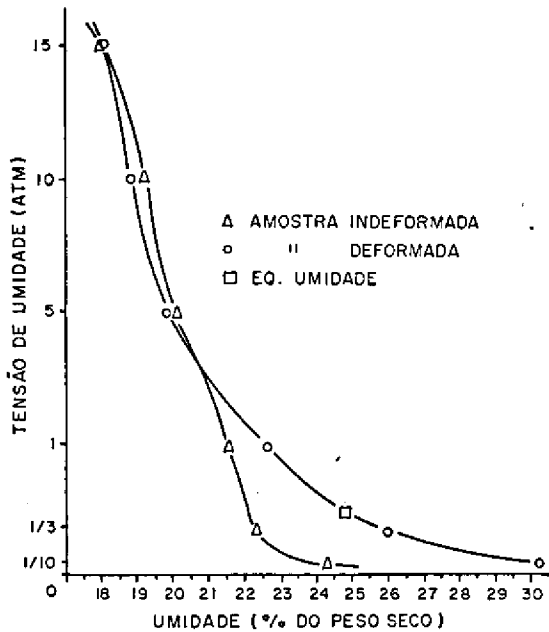


Fig. 7. Curvas características de umidade, determinadas em amostras destorroadas e amostras em torrões, de solos de textura argilo-arenosa.

água nas amostras indeformadas deve-se ao tipo de estrutura predominante, ao rearranjo das partículas e à mudança nas relações dos macro e microporos.

As amostras de textura média, principalmente barro-arenosa e argilo-arenosa, mostram, pelo comportamento das curvas, que nas altas tensões os torrões retiveram mais umidade do que as amostras destorroadas. Essa diferença variou nas amostras de textura argilo-arenosa e barro-arenosa desde 1,1 até 1,4 unidades de diferença no teor de umidade. Verifica-se ainda que os teores de umidade a baixas tensões, principalmente na faixa de 1/10 a 1/3 atm, mostram que as amostras destorroadas retiveram mais umidade que as amostras indeformadas, dando uma superestimativa da água no limite superior da água disponível.

Nas amostras de textura barro-arenosa, argilo-arenosa e argilosa, constatou-se que nas baixas tensões as dife-

renças entre as amostras indeformadas e deformadas foram mais pronunciadas do que as verificadas nas texturas médias, promovendo também uma superestimativa de umidade na faixa de capacidade de campo. Nas tensões mais altas, os valores de tensão de umidade a 15 atm foram próximos e as diferenças não foram significativas.

As curvas obtidas com os dois tipos de amostras, correspondentes às sete classes de textura, estão representadas nas Fig. 1 a 7 e mostram as diferenças na capacidade de retenção de água resultante da modificação da estrutura; essas curvas se assemelham às obtidas por Richards e Fireman (1943), Salter e Williams (1965) e Coelho (1971), utilizando, porém, amostras com estrutura indeformada coletadas com anel.

Além da textura, a estrutura desempenha um papel muito importante na capacidade de retenção de água, atuando principalmente na retenção de água a baixa tensão, devido aos macroporos ou poros entre os agregados.

As variações do teor de umidade, verificadas na capacidade de campo, foram influenciadas mais diretamente pelo tipo de estrutura do que pela presença de macroporos, dentro de uma mesma classe de textura. Nas tensões mais elevadas, principalmente no ponto de murchamento, a influência não foi tão marcante. Não se deseja, no entanto, dizer que todas estas variações ocorridas nas características de umidade, dentro de uma mesma classe textural, possam ser acompanhadas por uma diferença estrutural dentro do solo. As pequenas diferenças na distribuição das partículas por tamanho e o teor de matéria orgânica devem ter também contribuído para essas variações.

Os dados apresentados no Quadro 2 e na Fig. 8 permitem verificar as variações ocorridas na capacidade de retenção de água disponível e nas características de umidade obtidas nas diferentes classes de textura. Numa observação mais detalhada do aspecto estrutural dessas amostras, nota-se que solos de classes de textura diferentes e que apresentaram estruturas semelhantes retiveram diferentes teores de umidade, o que vem confirmar que a textura é básica e determinante das características de umidade dos solos. Os resultados obtidos em solos diferentes, porém de mesma textura, apresentaram variações de retenção de umidade, como, por exemplo, o barro-arenoso. Essas variações são atribuídas, principalmente, às diferenças no teor de matéria orgânica e tipos de estrutura.

QUADRO 2. Resultado das análises de umidade de seis séries de solos reunidos em sete classes de textura.

Classes de textura	Umidade das amostras em torrões e destorroadas (% do peso)												Equivalente umidade nas amostras destorroadas (%)
	1/10 atm		1/3 atm		1 atm		5 atm		10 atm		15 atm		
	Tor.	Dest.	Tor.	Dest.	Tor.	Dest.	Tor.	Dest.	Tor.	Dest.	Tor.	Dest.	
Arenosa	6,4	5,4	4,6	3,8	3,6	2,7	2,7	1,9	2,2	1,7	1,8	1,5	4,1
Areno-barrenta	8,1	6,1	5,9	5,0	4,0	3,7	3,6	2,9	3,3	2,4	3,1	2,3	5,0
Barro-arenosa	12,8	14,3	10,8	11,0	9,6	9,3	8,8	7,3	8,1	6,7	7,7	6,3	10,9
Barro-argilo-arenosa	15,1	19,7	12,4	14,9	11,8	13,1	10,2	10,4	9,5	9,9	9,1	9,2	15,0
Barro-argilosa	21,6	30,3	21,3	24,7	20,3	21,1	15,9	17,0	15,1	16,0	14,7	15,5	24,0
Argilosa-arenosa	20,5	24,3	19,0	20,1	18,2	17,7	16,5	14,4	15,2	14,1	14,6	13,5	19,3
Argilosa	24,3	30,5	22,3	26,0	21,5	22,5	20,0	19,7	19,1	18,7	17,9	18,0	24,8

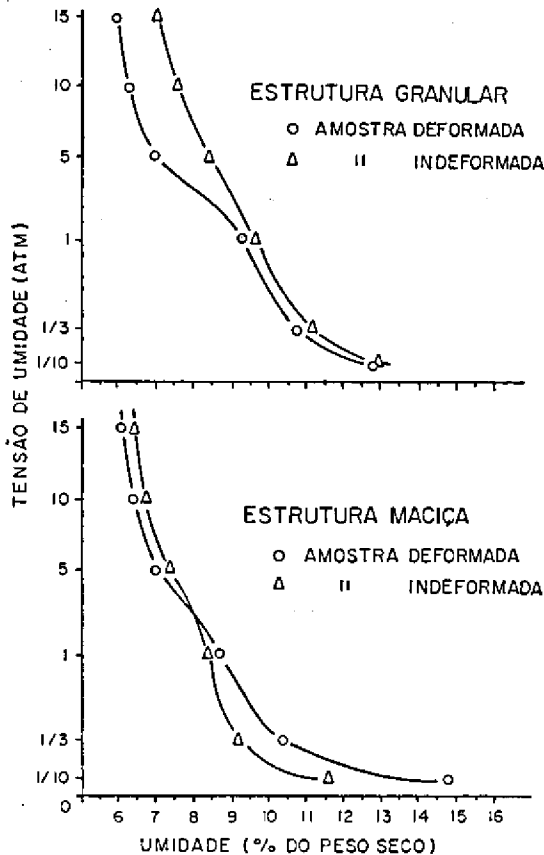


FIG. 8. Curvas características de umidade, determinadas em amostras destorroadas e amostras em torrões, de solos de textura barro-arenosa com estrutura granular e estrutura maciça.

Considerando as amostras com estrutura natural em torrões, verificou-se que as amostras de estrutura granular retiveram mais água do que as de estrutura maciça, tanto em baixas como em altas tensões.

Comparativamente, o efeito causado pela destruição da estrutura, modificando inteiramente o arranjo das partículas, foi que imprimiu, nas amostras, uma característica de retenção de umidade inteiramente diferente da original, com a qual os solos de estrutura maciça retiveram mais água a baixas tensões do que os de estrutura granular, e esta, praticamente, não se alterou quando comparada com a estrutura original.

Nas altas tensões, novamente, o mecanismo de retenção de água se modificou; os solos de estrutura granular, quando destorroados, retiveram menos água que o solo original, e nos solos de estrutura maciça, a retenção, praticamente, não se alterou.

O que se conclui é que o maior afastamento entre os valores de retenção de umidade, verificado na mesma classe de textura (Fig. 3) em altas tensões, principalmente a 15 atmosferas, se deveu ao tipo de estrutura granular, e em baixas tensões, à estrutura maciça.

Verificando os valores de argila dispersa, nos solos com os dois tipos de estrutura, nota-se que, em média, as amostras de estrutura maciça apresentaram valores superiores aos das de estrutura granular, o que veio

causar maior retenção de umidade a baixa tensão, motivada pela diminuição do diâmetro dos poros. Nas altas tensões esse efeito foi desprezível e a maior retenção de umidade foi verificada nas amostras em torrões de estrutura granular.

Isto naturalmente ocorreu devido ao valor mais elevado de matéria orgânica e ao baixo valor de densidade aparente destas últimas amostras, nas quais os poros dentro dos agregados promoveram a maior retenção de umidade. Elrick e Tanner (1955) verificaram que variações nas características de retenção de água nos solos, obtidas com tensões acima de 1,0 atm, não eram influenciadas pela estrutura. No entanto, constatou-se que a estrutura é importante, tanto em altas como em baixas tensões, principalmente em solos de textura média.

Nas amostras analisadas mostraram-se efeitos causados pela modificação estrutural das amostras, principalmente nas tensões em torno de 1/10 e 1/3 atm, sob as quais as amostras destorroadas retiveram mais umidade do que os torrões, excetuaram-se as amostras de textura arenosa e areno-barrenta, nas quais os torrões retiveram mais umidade, embora as diferenças não tenham sido significativas, como aconteceu nas demais classes texturais.

Considerando as determinações feitas a 1/3 atm como valores próximos à capacidade de campo desses solos, foram executadas correlações entre os valores de 1/3 atm das amostras deformadas e indeformadas. Nas amostras estudadas verificou-se que estes valores foram diferentes e que os resultados obtidos nas amostras indeformadas podem ser considerados mais próximos das condições de campo.

Vários métodos de determinação do ponto de murchamento foram testados, verificando-se que as percentagens de umidade diferiram, afetando os cálculos de disponibilidade de água.

Através dos resultados, verificou-se que os valores obtidos com amostras naturais em torrões e amostras destorroadas variaram em função da classe textural. Nas texturas arenosa, areno-barrenta, barro-arenosa e argilo-arenosa verifica-se que os torrões retiveram mais umidade do que a amostra destorroadada, porém essas variações não ultrapassaram a 2% de umidade. Nas classes de textura barro-argilo-arenosa, barro-argilosa e argilosa, as amostras destorroadas retiveram mais umidade do que os torrões, e as variações não ultrapassaram a 1%. Para utilização prática, essas diferenças não foram significativas, como mostra a Fig. 9, na qual se correlacionaram as determinações de umidade a 15 atm, feitas em torrões e em amostras destorroadas, e se obteve um coeficiente de correlação  $r = 0,899^{**}$ , altamente significativo. Entretanto, dependendo da classe textural e do tipo de estrutura predominante dentro da classe textural, esses valores podem ter significado bastante amplo.

Os valores mais elevados de umidade a 15 atmosferas, tanto nas amostras destorroadas como nos torrões, corresponderam às classes de textura barro-argilosa, argilo-arenosa e argilosa. A relação entre a umidade a 15 atmosferas e a percentagem de argila foi constatada por Lund (1959).

Nos solos aqui estudados procurou-se correlacionar a percentagem de umidade a 15 atmosferas com a percentagem de argila, obtendo-se uma correlação altamente significativa ( $r = 0,920^{**}$ ) ao nível de 1%, como se vê na Fig. 10.

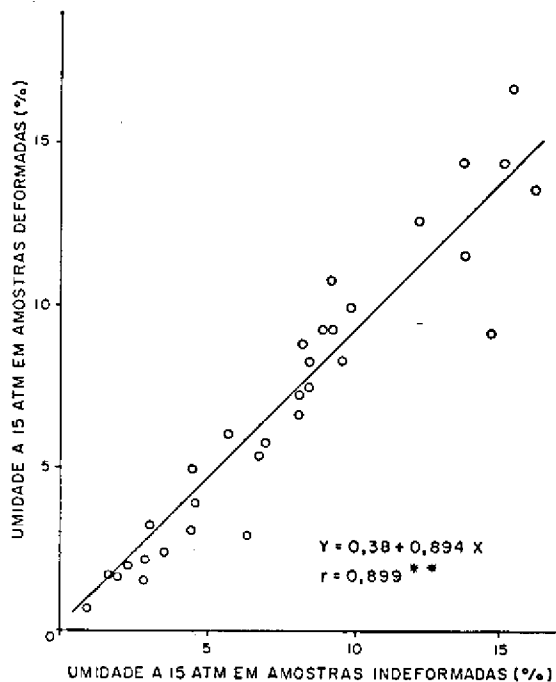


FIG. 9. Relação entre as percentagens de umidade a 15 atm em amostras de solo deformadas e indeformadas.

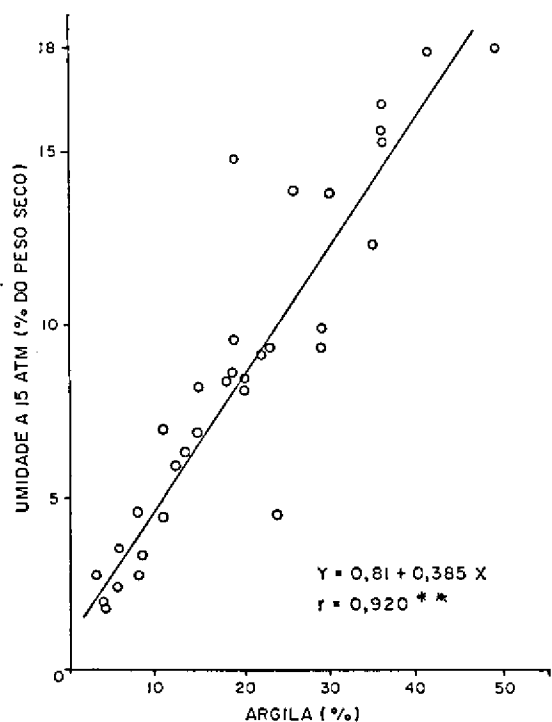


FIG. 10. Relação entre percentagens de argila e percentagens de umidade a 15 atm.

Os valores de água disponível, expressos em porcentagem por volume, foram determinados pela diferença entre os teores de umidade obtidos a 1/3 e 15 atm. Constatam do Quadro 3 os valores de água disponível, separados em classes de textura, obtidos em amostras indeformadas, coletadas com anel ou em torrões, e amostras deformadas passadas em peneira de 2 mm.

Os valores de água disponível variaram nas amostras indeformadas e deformadas e essas diferenças foram maiores em função da textura e estrutura. Salter e Williams (1965) constataram que solos de textura média retêm teores elevados de água disponível.

Jamison e Kroth (1958) e Lund (1959) constataram que a matéria orgânica influencia mais diretamente a estrutura do que os limites superior e inferior da água disponível. No entanto, verificaram que a matéria orgânica associada ao silte aumenta a capacidade de água disponível e que ela isoladamente não produz tal efeito, afirmando ainda que a contribuição da matéria orgânica é mais aparente do que real.

Com o propósito de verificar o efeito do método de amostragem e da textura na capacidade de retenção de água disponível, organizou-se o Quadro 4 com a análise de variância envolvendo dados de água disponível obtidos nas três amostras de solos, apresentando esses dados separados por classe de textura.

Constatou-se que houve diferenças significativas entre métodos e entre texturas, mas não houve significância para a interação métodos x texturas.

Aplicado o teste de Tukey, comparando os contrastes entre duas médias, verificou-se que as amostras destorroada diferiram das amostras em torrões e dos anéis e que estas duas não diferiram entre si:

Amostras	$\bar{X}$ (% valor transf.)
destorroada	7,4
anel	6,9
torrão	5,4

$\Delta 5\% = 1,972$  (dados transformados).

Verificando os contrastes para a textura e as médias, constatou-se que as amostras de textura arenosa, arenobarrenta, barro-argilo-arenosa, barro-arenosa e argilosa não diferenciaram entre si, indicando que os limites superior e inferior da água disponível não se modificaram em função da classe de textura. No entanto, as amostras das classes texturais barro-argilosa e argilo-arenosa, não diferindo entre si, diferiram porém, das demais.

Classes texturais	$\bar{X}$ (% valor transf.)
barro-argilosa	11,3
argilo-arenosa	8,7
argilosa	8,2
barro-arenosa	6,9
barro-arg.-arenosa	6,2
areno-barrenta	4,7
arenosa	2,8

$\Delta 5 \times 14 = 5,3$	$\Delta 5 \times 2 = 8,5$	$\Delta 14 \times 3 = 6,5$
$\Delta 3 \times 2 = 9,3$	$\Delta 2 \times 2 = 10$	$\Delta 5 \times 3 = 7,4$
$\Delta 5 \times 5 = 6,5$	$\Delta 14 \times 2 = 7,7$	$\Delta 3 \times 3 = 8,3$

$\Delta$  - calculados para os dados transformados.

Nas amostras de texturas extremas (arenosa e argilosa), apesar de se registrarem diferentes limites no intervalo de água disponível, a variação desses limites não diferiu entre si, isto é, em ambas as classes de

QUADRO 3. Resultado da análise de umidade das amostras de séries de solos reunidas em sete classes de textura

Classes de textura	Teores de umidade e valores de água disponível (% do volume)								
	Anel			Torrão			Amostra destorroada		
	A 1/3 atm	A 15 atm	Água disp.	A 1/3 atm	A 15 atm	Água disp.	A 1/3 atm	A 15 atm	Água disp.
Arenosa	8,4	4,3	4,1	8,2	3,2	5,0	6,5	2,5	4,0
Areno-barrenta	11,3	5,0	6,3	9,6	5,0	4,6	8,2	3,7	4,5
Barro-arenosa	8,3	11,7	6,6	17,7	12,6	5,1	17,1	9,8	7,3
Barro-argilo-arenosa	22,0	15,4	6,6	22,0	16,1	5,9	25,3	15,6	9,7
Barro-argilosa	32,4	24,0	8,4	33,6	22,7	10,3	37,8	23,7	14,1
Argilo-arenosa	29,1	18,5	10,6	32,1	24,6	7,5	32,9	22,1	10,8
Argilosa	27,5	22,8	4,7	37,4	30,0	7,4	41,8	28,9	12,9

QUADRO 4. Análise de variância realizada com dados transformados: ângulo = arc sen percentagem

Fontes de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Total	98	1.836,07	—	—
Entre método	2	73,67	36,84	3,26*
Entre textura	6	650,63	108,42	9,61**
Mét. × text.	12	232,35	19,36	1,72
Resíduo	78	879,52	11,26	

textura os limites superior e inferior da água disponível subiram ou desceram, mantendo constante o intervalo característico de cada classe.

Verificou-se também, que nas amostras estudadas a água disponível nos torrões apresentou correlação significativa ao nível de 1% ( $r = 9,509^*$ ) com a percentagem de silte. Notou-se, ainda, que às amostras com valores mais elevados de areia fina (0,2 a 0,05 mm) e silte (0,05 a 0,002 mm) corresponderam os valores mais elevados de água disponível.

### CONCLUSÕES

Os dados obtidos permitiram as conclusões a seguir:

1) as curvas de retenção de umidade obtidas em amostras destorroadas e em torrões mostraram diferenças na capacidade de retenção de umidade, motivadas pela mudança estrutural, diferenças essas que foram maiores nos solos de textura fina, principalmente nas tensões abaixo de 1,0 atmosfera;

2) o uso de amostras com estrutura deformada para cálculo de capacidade de água disponível deve ser evitado, especialmente nas tensões em torno da capacidade de campo;

3) apesar de as diferenças entre as percentagens de umidade a 15 atmosferas obtidas nas amostras deformadas e indeformadas não serem significativas, as pequenas variações indicam que determinações realizadas nas amostras com estrutura indeformada são mais condizentes com as condições de campo do que as efetuadas nas amostras com estrutura deformada;

4) os métodos de amostragem estudados vieram comprovar que as amostras com estrutura indeformada coletadas em anel não diferem das amostras em torrões, dentro da faixa de água disponível;

5) não houve diferença significativa entre os métodos e a textura podendo os torrões ser utilizados para cálculos de água disponível em qualquer classe de textura;

6) dentro da mesma classe de textura, o método do torrão poderá ser utilizado nas determinações dos limites superior e inferior da água disponível, quando se utilizarem os equipamentos de Richards para avaliação da umidade a 1/3 e 15 atmosferas.

### REFERÊNCIAS

- Brasher B.R., Franzmeir D.P., Valassis V. & Davidson S.E. 1966. Use of Saran to coat natural soil clods for bulk density and water-retention measurements. Soil Sci. 101:108.
- Castro A.F. de & Antunes F. dos S. 1959. Contribuição ao estudo da disponibilidade da água nos solos que ocorrem na área da Universidade Rural. Agronomia, Rio de J., 17:15-24.
- Coelho M.A. 1971. Características de umidade de alguns solos de aluvião: Normais, Sódicos e Sódico-Salinos. Tese, Univ. Fed. Rural Rio de Janeiro.
- Elrick D.E. & Tanner C.B. 1955. Influence of sample pretreatment on soil moisture retention. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 19: 279-282.
- Fagundes A.B., Vettori L., Negro C.D. & Ramos F. 1947. Contribuição para o estudo dos solos da baixada de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. Anais I.ª Reun. Bras. Ciênc. Solo, Rio de Janeiro, p. 393-526.
- Fagundes A.B., Vettori L., Negro C.D. & Ramos F. 1949. Segunda contribuição para estudo dos solos da baixada de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. Anais 2.ª Reun. Bras. Ciênc. Solo, Campinas, S. Paulo, p. 461-526.
- Jamison V.C. & Kroth E.M. 1958. Available moisture storage capacity in relation to textural composition and organic matter content of several Missouri soil. Soil Sci. Am. Proc. 22(3): 189-192.



- Klute A. 1965. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of soil analysis. Part 1, Agronomy Monograph 9, p. 210-221.
- Lemos P.O.C. 1950. Contribuição ao estudo físico dos solos da Universidade Rural, Agronomia, Rio de J., 9(2):169-184.
- Lemos P.O.C. & Castro A.F. 1955. Contribuição ao estudo da capacidade de armazenamento de água das chuvas em solos da série Itaguaí, Bolm 15, Inst. Ecol. Exp. Agrícolas, Min. Agricultura, Rio de Janeiro.
- Lund Z.F. 1959. Available water-holding capacity of alluvial soils in Louisiana. Soil Sci. Soc. Proc. 23(1):1-3.
- Mendes W., Lemos P.O.C., Lemos R.C., Carvalho L.G.O. & Rosenberg R.J. 1954. Contribuição ao mapeamento, em séries dos solos do Município de Itaguaí, Bolm 12, Inst. Ecol. Exp. Agrícolas, Min. Agricultura, Rio de Janeiro.
- Ramos D.P. 1970. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, com base em fotografias aéreas e prospecções do terreno. Tese, Univ. Fed. Rural Rio de Janeiro.
- Richards L.A. 1965. Physical condition of water in soil. Methods of soil analysis. Part 1, Agronomy Monograph 9, p. 128-152.
- Richards L.A. & Fireman M. 1943. Pressure-plate apparatus for measuring moisture sorption and transmission by soils. Soil Sci. 56:309-404.
- Salter P.L. & Haworth F. 1961. The available water capacity of a sandy loam soil. I. A critical comparison of methods of determining the moisture content of soil at field capacity and the permanent wilting point. Soil Sci. 12:326-334.
- Salter P.J. & Williams J.B. 1965. The influence of texture on the moisture characteristics of soils. I. A critical comparison of techniques for determining the available-water capacity and moisture characteristic curve of a soil. J. Soil Sci. 16:1-15.
- United States Department of Agriculture SOIL SURVEY STAFF 1951. Soil survey manual (Handbook, 18). Washington, D.C.

**ABSTRACT.-** Jaccoud, A.; Castro, A.F.de [*Soil moisture in curves in the area of Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*]. Curvas de caracterização de umidade de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Itaguaí. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Agronomia* (1976) 11, 1-9 [Pt, en] UFRRJ, Km 47, Rio de Janeiro, RJ, ZC-26, Brazil.

Soil samples with disturbed and undisturbed structures were used to evaluate the moisture characteristics of six soil series collected in the vicinity of the UFRRJ. Significant differences were obtained for the moisture retention, mainly at low tensions. Significant differences between disturbed and undisturbed soil samples and texture were not observed.

Soil samples with disturbed and undisturbed structures were used to evaluate the availability. It was also verified that upper and lower limits of the available water could be estimated using soil clods.

**Index terms:** Soils, soil physics, soil water, soil moisture, curves, Hidromorphic soil, Podzolic soil, Itaguaí, Brazil.