

CARACTERIZAÇÃO DA CAPACIDADE DE RETENÇÃO E DISPONIBILIDADE DE ÁGUA EM SOLOS DE TABULEIRO COSTEIRO PARAIBANOS

Gledson Guedes Correia

Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à UFRPE – Recife – PE
Pós-Graduação em Ciências do Solos, Departamento de Agronomia, CEP: 52171-900, Recife – PE
E-mail: correiagg@yahoo.com.br

Ronaldo Freira de Moura

Professor Adjunto, UFRPE, Departamento de Tecnologia Rural, Recife – PE
E-mail: rfreirem@terra.com.br

José Júlio Vilar Rodrigues

Professor Adjunto, UFRPE, Departamento de Agronomia, Recife – PE
E-mail: juba@elogica.com.br

Maria de Fatima Cavalcanti Barros

Professor Adjunto, UFRPE, Departamento de Agronomia, Recife – PE
E-mail: fatimacb@ufrpe.br

Karina Guedes Correia

Doutoranda em Recursos Naturais, UFCG, Departamento de Ciências Atmosféricas, CEP: 58109-970, Campina Grande – PB.
Bolsista CNPq, e-mail: correiakg@gmail.com

Resumo - Este trabalho teve como objetivo caracterizar a capacidade de retenção e disponibilidade de água para as plantas em três solos de tabuleiro costeiro no Estado da Paraíba usando-se tensiometria em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. As curvas foram determinadas para os solos Neossolo Quartzarênico, Latossolo Amarelo e o Latossolo Coeso nas profundidades de 0 – 30 cm e de 30 – 60 cm, pelos métodos o extrator de Richards, tensiômetros em casa de vegetação utilizando-se colunas de PVC, I etapa, e baterias de tensiômetros em campo, etapa II, nas tensões 11, 24, 36, 48, 61 e 75 kPa. Os valores de umidade encontrados apresentaram variações mais bruscas para as menores tensões. Os teores de umidade para o Neossolo Quartzarênico demonstraram sob condição de campo a importância da estrutura dos solos, retendo mais umidade nas tensões estudadas em relação ao método do extrator de Richards e em casa de vegetação. Apesar dos valores de argila serem semelhantes para o Latossolo Amarelo e o Latossolo Coeso as maiores retenções de umidade foram observadas para o Latossolo coeso.

Palavras Chave: tensiômetro, curva característica, água disponível

CHARACTERIZATION OF THE RETENTION CAPACITY AND READINESS OF WATER IN SOILS OF TABLELANDS COASTAL PARAIBANOS

Abstract - This work was done in order to characterize the water holding capacity and availability to plants in three soils of coastal tablelands in the state of Paraíba using tensiometry in areas cultivated with sugarcane. The water retention curves were determined for the Neossolo Quartzarenico, Latossolo Amarelo, Latossolo Coeso soils in the depths of 0 - 30cm and from 30 – 60 cm, by the Richards extractor method and by tensiometers in PVC columns in a greenhouse in the first phase and in a battery of field tensiometers in the second phase, in the tensions of 10, 20, 30, 40, 50 and 60 cm Hg. The water retention in the soils was significantly affected ($p < 0,01$) as a function of the tensions (TS) applied. The same effect ($p < 0,01$) was seen for the factor soil (S) and for the interaction (TS x S) both for the extractor and the greenhouse methods as well as for the field method. According to the study of the regression analysis, the mathematical model that showed the best adjustment was the decreasing quadratic. The values of moisture content found showed the most abrupt variations at the lowest tensions. The moisture content for the Neossolo Quartzarenico demonstrated under field conditions the importance of the structure for soils retaining more moisture in the tensions studied in relation to the laboratory and greenhouse methods. Even though the clay content were similar for the Latossolo Amarelo and the Latossolo. Coeso the greatest moisture retentions were observed in the Latossolo Coeso.

Key Words: tensiometers, water characteristic curve, available water.

INTRODUÇÃO

Os solos dos Tabuleiros Costeiros estão distribuídos ao longo da costa brasileira, ocupando uma faixa de largura variável, que vai do Estado do Amapá ao Rio de Janeiro, e mesmo ainda, entrando e continuando nas baixadas amazônicas, sendo originados de sedimentos do Grupo Barreiras, ocupando uma área de 20 milhões de hectares (Jacomine, 1996).

Nos tabuleiros costeiros, estão localizadas as áreas de maior antropização do Nordeste, bem como as áreas de uso agrícola mais intensificado, exploradas desde a época do descobrimento; inicialmente por meio do extrativismo e em seguida, pelas monoculturas da cana-de-açúcar, coco, cacau e citros, e plantios de grãos e pastagens (Tavares & Silva Junior, 2005).

O cultivo do solo é responsável por modificações que ocorrem nos atributos físicos, especialmente na estrutura devido ao manejo adotado. Entretanto o cultivo intensivo pode causar a degradação dos solos alterando assim a retenção de água, reduzindo a produtividade e aumentando custos (Brady 1989).

O conhecimento da retenção de água no solo torna-se muito importante quando se trata do seu manejo. A relação entre potencial mátrico e umidade do solo favorece a avaliação rápida e precisa da disponibilidade de água do solo para as plantas cultivadas (Freire, 1975; Centurion et al., 1997). As partículas sólidas do solo atraem a água presente no meio, sendo que as primeiras películas são retidas a altas tensões. Com o espessamento da película de água, as forças de atração entre a água e sólidos diminuem até que, a determinada distância, estas forças deixam de atuar, facilitando a remoção da água.

O manejo da irrigação constitui uma técnica muito importante do ponto de vista econômico e ambiental numa atividade agrícola. Através do manejo adequado da irrigação, pode-se economizar água, energia, aumentar a produtividade da cultura e melhorar a qualidade do produto. Para isso se faz necessário um controle rigoroso na aplicação de água, sabendo o momento e quantidade correta, para não haver desperdícios nem falta de água no desenvolvimento da cultura.

Um dos métodos mais difundidos para a determinação da disponibilidade de água no solo que auxilia no controle da agricultura irrigada é o uso de tensiômetros, que são instrumentos para medir o potencial mátrico do solo, parâmetro que está relacionado com a quantidade de água disponível no solo para as plantas, sendo uma das melhores relações custo/benefício (Allen et al., 1998).

O trabalho teve como objetivo a caracterização da capacidade de retenção e disponibilidade de água em três solos de tabuleiro costeiro no Estado da Paraíba utilizando-se tensiômetros convencionais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constou de duas etapas em que foram estudados os efeitos de diferentes tensões em três solos diferentes. Na Etapa I, foi estudado o efeito de diferentes tensões (11, 24, 36, 48, 61 e 75 kPa) sobre a retenção de umidade para os solos (Neossolo Quartzarênico, Latossolo Amarelo e o Latossolo coeso) usando-se de tensiometria, em casa de vegetação. Na Etapa II foram avaliadas as mesmas tensões nos mesmos solos em condições de campo.

A etapa I do experimento foi conduzida na casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Campus Dois Irmão, no período de agosto de 2004 a janeiro de 2005.

A etapa II foi conduzida em campo, no período de novembro de 2004 a março de 2005, em três áreas de tabuleiros costeiros pertencentes à Destilaria Japungú, localizada no município de Santa Rita - PB, coordenadas geográficas 7°08'40" de latitude Sul e 34°59'02" de longitude Oeste e altitude de 13m. A precipitação média anual da região é de 1.472,6 mm. Apresenta uma temperatura média diária oscilando entre 18 e 36 °C e a evapotranspiração potencial (ETP) máxima é de 4,9 mm/dia (HARGREAVES) ocorrendo nos meses de novembro a janeiro.

Os solos foram coletados três áreas distintas levando-se em consideração diferentes teores de argila e em duas profundidades (0 – 30cm) e (30 – 60cm) estes foram classificados como Neossolo Quartzarênico (NQ), Latossolo Amarelo (LA) e o Latossolo Coeso (LC) segundo metodologia proposta pela Embrapa (EMBRAPA, 1997).

Na etapa I em casa de vegetação foram montadas 12 colunas de PVC, com diâmetro de 20 cm e comprimento de 90 cm. As colunas foram preenchidas com os mesmos solos retirados próximo à unidade experimental de campo, respeitando-se as camadas estudadas. Após a coleta, o material foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira de 0,4 cm. O preenchimento das colunas foi realizado mediante um cálculo prévio do volume de cada solo a ser utilizado, tentando representar as camadas dos solos nas profundidades (0 – 30 cm e 30 – 60 cm) de forma a se obter a mesma densidade global dos respectivos solos em campo. Durante o preenchimento das colunas, foram instalados dois tensiômetros, um a 30 cm e outro a 60 cm de profundidade. Os tensiômetros utilizados foram construídos baseando-se nos comerciais, com o mesmo princípio de funcionamento.

Após a montagem das colunas, estas foram umedecidas por capilaridade de modo a elevar a umidade de solo até a capacidade de "recipiente", ou seja, da coluna. Em seguida foram plantadas cinco sementes de sorgo forrageiro, após 15 dias foi feito o desbaste eliminando duas plantas menos desenvolvidas. A irrigação para essa etapa do experimento foi feita

diariamente com a finalidade de manter a umidade da coluna de solo na capacidade de campo baseadas nos valores de umidade provenientes das leituras dos tensiômetros.

Dois meses após o plantio, quando o sorgo já havia desenvolvido sua parte aérea e seu sistema radicular, foi suspensa a irrigação e dado início ao monitoramento das leituras através da escala de mercúrio, onde se procurou padronizar as retiradas das amostras quando as leituras nas escalas atingiram 10, 20, 30, 40, 50, 60 cm de mercúrio para as profundidades de 30 e 60 cm.

As amostras foram retiradas próximo às cápsulas, com o auxílio de um trado de ferro com as dimensões de 32 mm de diâmetro por 100 cm de comprimento. Para cada amostra retirada foi recolocado solo referente à profundidade de coleta e umedecida com o objetivo de deixar a massa de solo com a mesma umidade. As amostras retiradas foram acondicionadas em latas de alumínio com tampa e peso conhecido; levadas ao laboratório e pesadas para obtenção do peso do solo úmido (PSU) em seguida colocadas na estufa a 105 °C por 24 horas, e pesadas novamente para obtenção do peso do solo seco (PSS), com os pesos conhecidos determinou-se a umidade na base de massa ($\Theta_m = \text{PSU} - \text{PSS}/\text{PSS}$) (g/g) *100 (%) das mesmas. Para cada valor de umidade adotou-se uma tensão ou potencial mátrico do solo correspondente em (bar), obtida através da fórmula:

$$T_s = \frac{12.6h - h_1 - h_2}{1020}$$

Onde:

- (Ts) Tensão de água no solo (bar);
- (h) Altura da coluna de mercúrio (cm);
- (h₁) Altura do nível do mercúrio no recipiente ao solo (cm);
- (h₂) Profundidade de instalação do tensiômetro (cm).
- A altura do nível de mercúrio no recipiente ao solo foi padronizada em 20 cm para as colunas.

Na etapa II as unidades experimentais em campo foram formadas por três fileiras de plantas (cana-de-açúcar), com comprimento de 5 m e largura de 4,20 m, com espaçamento entre sulco de 1,10 m e 1m de bordadura em cada lado para cada fazenda. Foram instaladas quatro baterias de tensiômetros, cada bateria contendo dois tensiômetros nas profundidades de (30 e 60 cm), as baterias de tensiômetros foram instaladas a 1 m de distância uma da outra e na mesma linha de cultivo, ficando meio metro de bordadura de cada lado.

Após a instalação aguardou-se uma semana para que as cápsulas dos tensiômetros ficassem bem aderidas ao solo iniciando assim a calibração dos mesmos. As amostras foram retiradas quando as leituras nas escalas atingiram 10, 20, 30, 40, 50, 60 cm de coluna de mercúrio para as profundidades 30 e 60 cm. As amostras foram retiradas próximo às cápsulas das baterias experimentais, acondicionadas em latas de alumínio e realizado o

procedimento de pesagem para determinação da umidade na base de massa.

Os três solos estudados foram caracterizados fisicamente, por meio da capacidade de campo, umidade de murcha permanente, água disponível, densidade global, densidade das partículas, granulometria, porosidade total, argila dispersa em água, grau de flocculação e condutividade hidráulica segundo metodologia proposta pela Embrapa (EMBRAPA, 1997). E foram construídas as curvas características de retenção de água nas tensões de (0,001, 0,005, 0,01, 0,015, 0,02, 0,03, 0,05, 0,075, 0,1 bar) e o extrator de Richards nas tensões (0,1, 0,33, 0,5, 1,0, 2,5, 5,0, 8,0, 15 bar) juntamente com o funil de placa porosa para obtenção da curva característica dentro da faixa de operação dos tensiômetros que vai de -10 KPa a -80 KPa. Para estas determinações foram retiradas nos solos estudados três amostras em cada profundidade (0 – 30 cm; 30 – 60 cm) em estruturas deformadas totalizando 18 amostras dos materiais solos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Granulometria

Os solos estudados apresentaram classes texturais diferentes para os solos Neossolo Quartzarênico, Latossolo Amarelo e Latossolo Coeso nas profundidades estudadas (Tabela 1 e 2).

O Neossolo Quartzarênico apresentou textura arenosa para ambas profundidades (0 - 30 e 30 – 60 cm) com mais de 90% de areia (Tabela 1). Os Latossolos apresentaram comportamento semelhante para as profundidades estudadas, textura Franco Arenoso para profundidade (0 – 30 cm) e textura Franco Argilo Arenoso para profundidade (30 – 60 cm). Embora os Latossolos apresentem semelhança entre seus valores de argila, ocorreu um diferencial no que diz respeito à concentração de silte. Segundo Brady (1989), a relação silte/argila indica o grau de intemperismo sofrido pelo solo nas regiões tropicais, ou seja, uma concentração elevada de silte indica solo jovem, não é o caso dos Latossolos, mas os teores de silte encontrados nas profundidades estudadas para o Latossolo Coeso foi superior a 4% tendendo a contribuir na melhoria dos atributos físicos para este solo.

O Neossolo Quartzarênico apesar do pequeno teor de argila natural presente na camada de 0 – 30 cm, seu grau de flocculação foi alto com relação aos outros.

Densidade da partícula e densidade do solo

Os resultados de densidade das partículas nos solos estudados não variaram com as profundidades, observando-se valores de 2,5 a 2,6 kg.dm⁻³ (Tabela 1).

A densidade do solo para o Neossolo Quartzarênico e para o Latossolo Amarelo apresentou pequena diferença de valores, variando de 1,3 a 1,5 (kg.dm⁻³) nas profundidades estudadas. O Latossolo Coeso apresentou valores de 1,5 a 1,6 (kg.dm⁻³) para as

profundidades de 0 – 30 e 30 – 60 cm. Valores semelhantes foram encontrados por Fonseca (2003), trabalhando com solos de tabuleiro costeiro do Platô de Neópolis – SE.

Tabela 1. Densidade da partícula (Dp), Densidade do solo (Dg), porosidade total, granulometria e condutividade hidráulica e classe textural para os solos Neossolo Quartzarênico - NQ, Latossolo Amarelo – LA e Latossolo Coeso – LC do município de Santa Rita – PB, 2004

Prof. (cm)	Solo	Dg --(kg.dm ⁻³ --)	Dp	Porosidade		Silte		Condutivida de Hidráulica (cm/h)	Classe textural
				Argila	Areia	-----(%)------			
0-30	NQ	1,5	2,5	42,2	91,8	1,5	6,7	58,4	Areia
	LA	1,4	2,6	47,2	81,8	2,2	16,1	20,3	Franco Arenoso
	LC	1,5	2,5	51,2	77,9	4,2	17,9	2,8	Franco Arenoso
30-60	NQ	1,4	2,6	44,4	90,3	0,5	9,2	77,2	Areia
	LA	1,3	2,5	47,9	74,9	1,5	23,6	15,4	Franco Argilo Arenoso
	LC	1,6	2,5	59,8	73,8	4,7	21,6	3,3	Franco Argilo Arenoso

Porosidade

Os valores da porosidade total para o Neossolo Quartzarênico e o Latossolo Amarelo foram de 42,2 e 47,2% e 44,4 e 47,9% para as profundidades de 0-30 cm e de 30-60 cm, respectivamente (Tabela 1). No Latossolo Coeso os valores observados aumentaram de 51,2 para 59,8% com o aumento da profundidade, esse comportamento se deu em função de um maior teor de argila para esse solo em relação aos encontrados no Neossolo Quartzarênico e no Latossolo Amarelo. O maior teor de argila favoreceu o aumento da microporosidade resultando no aumento da porosidade total.

Soares Neto & Rezende (2000) estudando solos de caráter coeso no tabuleiro costeiro baiano observaram um acréscimo na porosidade de 40 para 45% com o aumento da profundidade. O monitoramento da porosidade total nas camadas superficiais é de fundamental importância para manutenção dos atributos físicos, visto que a diminuição espaço poros é o indicativo para medir o grau de degradação do solo nos tabuleiros Costeiros (Nascimento, 2001).

Condutividade hidráulica

A condutividade hidráulica dos solos estudados tem dependência direta com o tamanho dos poros, em condições de camadas arenosas, ocorre o predomínio de poros grandes, acelerando a drenagem, situação esta, encontrada para o Neossolo Quartzarênico com valores de 58,4 cm/h para profundidade de 0 – 30 cm e 77,2 cm/h para profundidade de 30 – 60 cm. No Latossolo Amarelo e no Latossolo Coeso os valores foram de 20,5 e 2,8 cm/h e de 15,4 e 3,3 cm/h para as profundidades de 0 – 30 cm e de 30 – 60 cm, respectivamente (Tabela 1). A diminuição da condutividade hidráulica observada com o aumento da profundidade deve-se ao incremento nos teores de argila e a degradação física promovida pelo caráter coeso. Resultados semelhantes foram encontrados por Miranda

(1999), estudando a disponibilidade de água em solos da zona da mata e agreste do estado de Pernambuco.

Água disponível

A água disponível foi obtida para as tensões de – 0,1 bar e – 0,33 bar equivalentes à capacidade de campo (CC) e para tensão de – 15 bar equivalente a umidade de murcha permanente (PMP) (Tabela 2). Verifica-se que ao utilizar a tensão de – 0,33 bar ocorreu uma redução significativa na água disponível para os três solos estudados nas duas profundidades, portanto, pode-se concluir que a tensão de -0,1 bar representa um maior teor de água disponível para os vegetais.

A variação na disponibilidade de água para o Latossolo coeso mostrou uma tendência de aumento com a profundidade, tendo uma relação direta com os maiores teores de argila encontrados neste solo (Tabela 2). Soares Neto & Rezende (2000) estudando a retenção e disponibilidades de água em solos coesos dos tabuleiros costeiros no Estado da Bahia encontram na profundidade de 0 a 60 cm os maiores teores de argila e água disponível. Resultados semelhantes foram encontrados por Portela (2001), trabalhando com retenção de água em um Latossolo coeso de tabuleiro costeiro de Cruz das Almas – BA.

Os menores valores de água disponível foram encontrados para o Neossolo Quartzarênico que apresentou menores teores de argila 6,7% para profundidade 0 – 30 cm e 9,2% para profundidade 30 – 60 cm, valores esperados devido a textura e os maiores teores de areia conforme (Tabela 1).

Retenção de água nos solos

No Neossolo Quartzarênico observou-se que a umidade obtida em campo superou os valores de umidade obtidos em de casa de vegetação pelo método do extrator de Richards nas tensões de (11, 24, 36, 48, 61 e 73 kPa) para as profundidades de 30 e 60 cm (Figura 4). Isto se

deve a não modificação da estrutura do solo, já que em casa de vegetação trabalhou-se com amostra de solo desestruturada.

Tabela 2. Volume de água disponível para as profundidades de 0 - 30 cm e de 30 - 60 cm nas tensões de -0,1 e 0,33 bar para os solos, Neossolo Quartzarênico - NQ, Latossolo Amarelo – LA e Latossolo Coeso – LC do município de Santa Rita – PB, 2004.

Prof. (cm)	Solo	PMP	CC (- 0,1 bar)	H ₂ O Disponível (- 0,1bar) (g/g)	CC (- 0,33 bar)	H ₂ O Disponível (-0,33 bar)
0 – 30	NQ	0,019	0,040	0,021	0,031	0,012
	LA	0,043	0,093	0,050	0,066	0,023
	LC	0,178	0,253	0,075	0,204	0,038
30 – 60	NQ	0,023	0,045	0,022	0,033	0,010
	LA	0,062	0,114	0,052	0,086	0,023
	LC	0,150	0,260	0,110	0,215	0,053

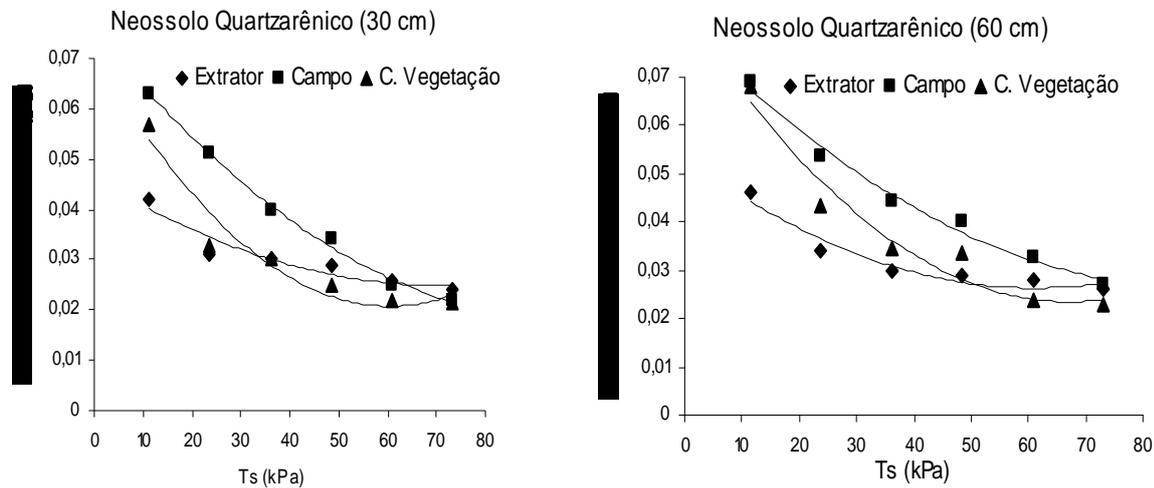


Figura 4. Umidade na base de massa em função da tensão para o solo Neossolo Quartzarênico 30 e 60 cm de profundidade.

A redução nos teores de umidade entre as tensões de 11 a 73 kPa nas profundidades de 30 e 60 cm no Neossolo Quartzarênico deve-se a natureza arenosa do solo que teve sua textura classificada como areia (Tabela 1). Cintra (2004) estudando um solo arenoso do Platô de Neópolis – SE, observou queda na umidade de 0,06 para 0,04 g/g quando submetido à tensão de 10 a 60 cmHg, respectivamente.

A partir da tensão 11 (kPa) tanto na profundidade de 30 quanto na de 60 cm, ocorreu um comportamento diferenciado entre os métodos estudados para retenção de água, o extrator (como padrão), tanto para as profundidades de 30 e de 60 cm apresentou uma diferença de 0,02 g/g de umidade de água e este valor foi menor que os obtidos em casa de vegetação e campo, a partir da tensão de 61 (kPa) as umidades foram semelhantes entre os métodos. Os teores de umidades obtidos em casa de

vegetação a partir da tensão de 24 kPa mostrou-se semelhante aos obtidos no extrator.

Na profundidade de 60 cm correu um aumento de umidade em relação à profundidade de 30 cm na tensão de 11 kPa, este resultado é devido ao acréscimo do teor de argila que foi de 6,7 para 9,2% com o aumento da profundidade.

As curvas características para o Latossolo Amarelo nas profundidades de 30 e 60 cm apresentaram comportamentos diferentes do Neossolo Quartzarênico, ou seja, os teores de umidade obtidos em casa de vegetação foram superiores aos valores obtidos no extrator os valores de umidade obtidos em casa de vegetação mantiveram-se superiores aos demais até a tensões de 48 e 36 (kPa) nas profundidades de 30 e 60 cm, respectivamente (Figura 5). Este comportamento se deve a textura e estrutura do solo.

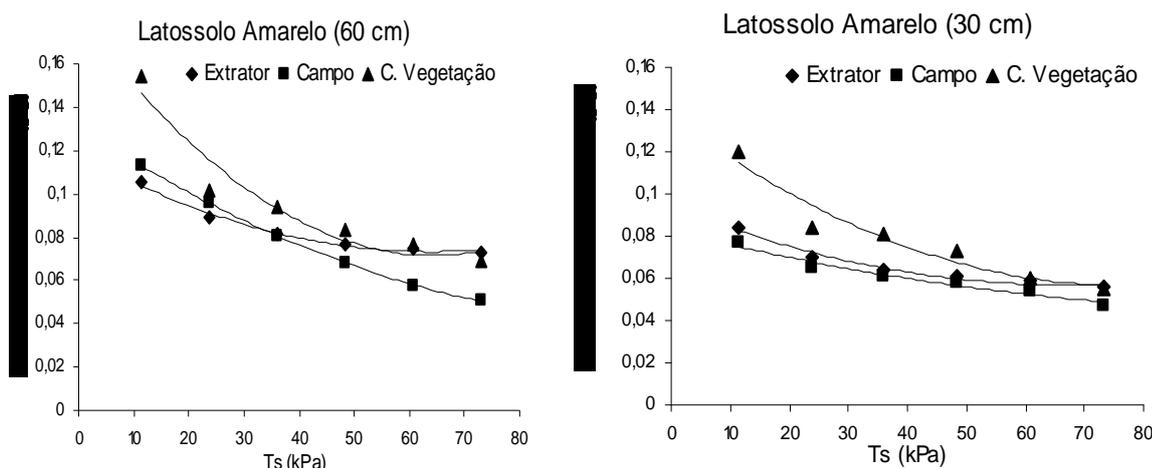


Figura 5. Umidade na base de massa em função da tensão para o Latossolo Amarelo 30 e 60 cm de profundidade.

As curvas características para o Latossolo Coeso nas profundidades de 30 e 60 cm apresentaram comportamentos semelhantes entre as profundidades estudadas, observa-se uma redução nos teores de umidade

com o aumento das tensões (Figura 6). Este solo apresentou alto teor de argila influenciando diretamente no caráter coeso do solo.

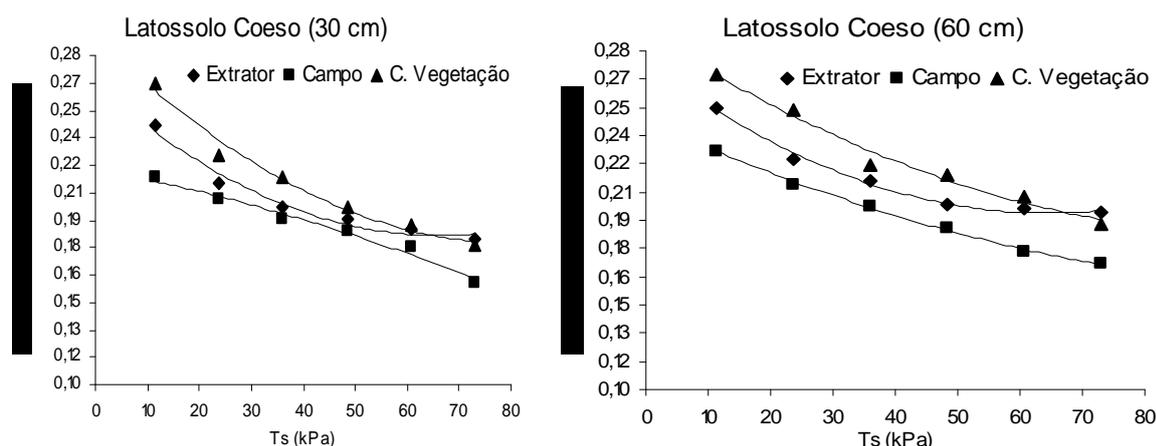


Figura 6. Umidade na base de massa em função da tensão para o Latossolo Coeso 30 e 60 cm de profundidade.

O solo de caráter coeso é bem diferenciado, muito duro quando seco e friável quando molhado, as argilas presentes atraem fortemente as moléculas de água devido às ligações estabelecidas entre estas, retendo assim, uma grande quantidade de água mesmo em elevadas tensões.

Lima et al. (2005) estudando um argissolo com caráter coeso no Estado do Ceará verificou que o solo submetido à tensão de 40 cmHg apresentou uma umidade de 0,27 g/g. Estes autores afirmam que o resultado obtido pode ter sido em função ao adensamento das partículas do caráter coeso.

CONCLUSÕES

As curvas de retenção de água refletem bem as características físicas do LC, demonstrando uma

capacidade de retenção maior que o NQ e o LA em termos de água disponível;

A água disponível nos solos estudados está diretamente ligada ao aumento da porosidade e dos teores de argila a 30 e 60 cm de profundidade;

Os teores de umidade para o Neossolo Quartzarênico demonstraram em campo a importância da estrutura do solo, retendo mais umidade até a tensão de 61 kPa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

- BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos**. 7 ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 898p.
- CENTURION, J. F.; MORAES, M. H.; LIBERA, C. L. F. Comparação de métodos para determinação da curva de retenção de água em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 12, p.173-179, 1997.
- CINTRA, F. L.D.; PORTELA. C. J. & NOGUEIRA, L. C. Caracterização física e hídrica em solos dos tabuleiros costeiros os no distrito de irrigação platô de neópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.45-50, 2004.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. 2ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 1997. 212p.
- FONSÊCA, P. H. M. **Caracterização física e hídrica de um solo dos tabuleiros costeiros no distrito de irrigação Platô de Neopolis – SE**. 2003, 48p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.
- FREIRE, J. C. **Retenção de umidade em perfil de oxissol do município de Lavras, Minas Gerais**. 1975. 76p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1975.
- JACOMINE, P.K.T. Distribuição Geográfica, Características e Classificação dos Solos Coesos dos Tabuleiros Costeiros. In: reunião técnica sobre solos coesos dos tabuleiros costeiros. Cruz das Almas, BA. **Anais...**, Aracaju, SE: EMBRAPA/CPATC, 1996. 80p.
- LIMA. H. V. de; SILVA.A. P.; ROMERO. R. E. & JACOMINE. P. K. T. R. Comportamento físico de um argissolo acinzentado coeso no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29. p. 33-40, 2005.
- MIRANDA, A. J. R. **Caracterização da água disponível a partir de parâmetros físico-hídricos em solos das zonas da mata e agreste do estado de Pernambuco**. 1999, 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1999.
- MOURA, R. F. de. **Efeitos das lâminas de lixiviação de recuperação do solo e da salinidade da água de irrigação sobre os componentes de produção e coeficientes de cultivo da beterraba**. 2000. 119 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- NASCIMENTO, G. B. do. **Caracterização dos solos e avaliação de propriedades edáficas em ambientes de tabuleiros costeiros da região Norte Fluminense (RJ)**. 2001. 162p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- PORTELA, C. J. Retenção da água em solo sob diferentes usos no ecossistema tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.5. n.1, p. 49–54, 2001.
- SOARES NETO, J. P. & REZENDE, J. de O. **Determinação e disponibilidade de água em solos coesos dos tabuleiros costeiros do Estado da Bahia**. 2000. Disponível em: <<http://www.magistra.ufba.br>>. Acesso em 06 de agosto 2005.