

Coluna de areia para medir a retenção de água no solo – protótipos e teste

Use of sand column to measure soil water retention – prototypes and test

Dalvan José Reinert¹ José Miguel Reichert²

- NOTA -

RESUMO

A curva de retenção de água no solo é construída usando-se várias estratégias e metodologias. Para baixas tensões, o uso de “mesa de tensão” tem predominado, apesar de alguns modelos apresentarem restrições (desvantagens e limitações). Este artigo apresenta protótipos e testa o uso de coluna de areia para medir a retenção de água no solo nas tensões de 0 a 100hPa. Um primeiro teste foi realizado em coluna de areia num tubo de PVC com 0,25m de diâmetro e 1,2m de altura, com dispositivos de controle do nível da água e instrumentada com tensiômetros desde a superfície até 1 m, espaçados de 0,1m. A coluna foi saturada e drenada até dada profundidade de lençol freático. A distribuição do potencial total na coluna e a variação da tensão na superfície da coluna da areia indicam que, após o equilíbrio hidrostático, a profundidade do lençol freático regula toda a distribuição do potencial total e que a tensão da água na superfície é igual à profundidade do lençol freático. Colunas de areia (baixo e alto custo) para determinar a retenção de água de amostras de solo foram montadas e testadas. Na superfície da camada de areia, foram acomodados cilindros com amostra saturada com tensiômetro inserido dentro delas, sobre papel de filtro e diretamente sobre o leito da areia. O tensiômetro da superfície da areia e o de dentro da amostra do solo indicaram que a tensão desejada é atingida após 8 a 12 horas, tanto na superfície da areia com na amostra de solo.

Palavras-chave: curva característica de umidade, mesa de tensão, propriedades físicas.

ABSTRACT

Soil water retention curve (SWRC) has been built using several strategies and methodologies. For low tension the use of tension tables has predominated. This paper presents prototypes and test the use of sand suction columns to measure

soil water retention from 0 to 100hPa tension. An initial test was set up in a sand column instrumented with tensiometers every 0.1m from top to 1.0m depth. The column was set in a plastic tube 0.25m diameter with devices to have water inlet and to allow water table level. The column was filled with sieved sand, saturated and drained till a given water table depth. The total water potential distribution inside of column and water tension variation at sand surface indicated that, after hydrostatic equilibrium, the depth of water table regulates the potential distribution and the water tension at sand surface is equal to depth of water table. Sand column models (low and high cost) were set up and tested. In these columns a tensiometer was installed at sand surface and saturated soil samples in cylinders with tensiometers inside were set on top of sand and on top of filter paper laid on sand. Tensiometers located at sand surface and inside of soil samples indicated that tension targets were achieved from 8 to 12 hours at both, sand surface or inside of soil samples.

Key words: soil moisture characteristic curve, tension table, physical properties.

A curva de retenção da água no solo é de grande importância na agricultura para indicar quando e quanto irrigar e, por ser uma medida indireta da distribuição do tamanho de poros, é um parâmetro da qualidade dos solos. É fundamental para estudos físico-hídricos do solo e expressa a relação entre a umidade do solo e o potencial matricial ou a tensão da água no solo, determinada por várias metodologias. O desafio é usar equipamentos que conduzam a água do solo a atingir dado potencial matricial ou tensão e medir-se a umidade na condição de equilíbrio hidrostático.

¹Departamento de Solos, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: dalvan@ccr.ufsm.br. Autor para correspondência.

²Departamento de Solos, CCR, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: reichert@smail.ufsm.br.

Para tensões da água no solo abaixo de 100 a 200hPa, são usados: mesa de tensão, funil de placa porosa, célula de pressão e extrator de placa porosa (DANE & HOPMANS, 2002), sendo a mesa de tensão a mais usada para baixas tensões. Esta última foi descrita primeiramente por LEAMER & SHAW (1941) e, posteriormente, por JAMISON & REED (1949); no Brasil, foi apresentada por OLIVEIRA (1968). Esse método usa uma camada de material poroso conectado a um tubo flexível na forma de "U" cheio de água, que serve como manômetro de água, indicando a tensão aplicada pela diferença de nível da água. O material poroso pode ser composto por papel mata borrão, asbestos, esferas de vidro ou formando-se uma camada porosa com camadas de areia fina e/ou silte, de maneira que a capilaridade desse material sustente uma coluna de água de altura variável, exercendo tensão no material poroso. A maior deficiência desse método é o limite da tensão aplicada capaz de sustentar a coluna de água sem a entrada de ar. No Brasil, o material poroso indicado por OLIVEIRA (1968) é o papel mata borrão, que apresenta tensão de borbulhamento em torno de 70 a 80hPa. Nessa estratégia, caso haja entrada de ar no sistema, a coluna de água que exerce a tensão no material poroso deixa de funcionar. Em revisão de métodos de medida da retenção de água no solo, TOPP et al. (1993) e DANE & HOPMANS (2002) não citam métodos que usam colunas de areia e/ou silte com lençol freático. No entanto, JAMISON (1958) apresenta uma coluna formada por camadas estratificadas de areia fina e silte de 1,0m de espessura, desenvolvendo tensão de 100hPa. A coluna é montada em cima de cascalho, onde permanece o lençol freático a 1,0m de profundidade. O autor cita que a umidade do solo equilibrada hidrostáticamente a 1,0m de tensão é uma boa estimativa da capacidade de campo para solos de textura arenosa, sendo melhor que o valor estimado pela microporosidade, comumente determinada como sendo semelhante à água retida à tensão de 60hPa. Atualmente, vários autores (SILVA et al., 1994; TORMENA et al., 1998; KLEIN & LIBARDI, 2000) usam valores de umidade para capacidade de campo extraídos de curvas de retenção na tensão equivalente de 100hPa, independentemente da textura do solo.

Este estudo objetivou avaliar equipamentos com custo variável para determinar a retenção de água em amostras, em colunas de areia exercendo tensões entre 0 e 100hPa, ajustadas através do lençol freático.

O primeiro passo constou da montagem de uma coluna cilíndrica de PVC contendo areia com a seguinte distribuição de tamanho de partículas: 19% de areia média (0,5 a 0,2mm), 53% de areia fina (0,2 a 0,1mm) e 28% de areia muito fina (<0,1mm). A areia

peneirada, usada para terminação de reboco de alvenaria, foi disposta sobre camada de cascalho de 0,1m de espessura, num tubo plástico de 0,25m de diâmetro e 1,20m de altura. Na parte inferior, a 0,05m da base, foi instalada uma entrada de água para elevar o nível do lençol freático (Figura 1a) e uma saída para conectar o dispositivo que regula o nível do lençol de água (Figura 1b). A coluna foi instrumentada com tensiômetros conectados a manômetro de água, instalados lateralmente a cada 0,10m, a partir da superfície até 1,0m de profundidade (Figura 1a).

A coluna foi saturada de baixo para cima e, posteriormente, drenada para acomodação da areia. Após esse passo, a coluna foi saturada novamente até a superfície, até que todos os tensiômetros equilibrassem e a água nos manômetros estivesse na altura do lençol freático. Foram aplicados três testes de drenagem para estudar a distribuição dos potenciais da água na coluna. No primeiro, o nível do lençol freático foi mantido a 0,3m; no segundo, a 0,6m, e, no terceiro, a 1,0m a partir da superfície.

A distribuição do potencial total da água na coluna, com nível de referência para o potencial gravitacional na superfície da coluna, para os três testes, é apresentada nas figuras 1c, 1d e 1e. A tensão da água na areia na superfície da coluna, que é igual ao potencial total e responsável pela extração da água de amostras de solo (fluxo de água da amostra para a areia) em contato com a areia, é apresentada na figura 1f. Tanto a distribuição do potencial total quanto a variação da tensão indicam que, após o equilíbrio hidrostático, a profundidade do lençol freático regula toda a distribuição e que a tensão da água na superfície é igual à profundidade do lençol freático. Este fenômeno é explicado pelo mecanismo de transmissão da tensão pelo filme de água e pela capilaridade residual resultante dos pontos de contato entre partículas, do lençol freático até a superfície da coluna. Esta observação é importante para o método, pois não há dependência do ponto de borbulhamento do material poroso, como é o caso da mesa de tensão, tornando o manuseio da coluna de areia bastante facilitado.

Após esses testes, dois protótipos de coluna de areia, fáceis de serem usados em rotina de laboratório e sendo capazes de processar várias amostras de solo ao mesmo tempo, foram montados. O primeiro é um modelo simples e barato, construído a partir de um recipiente plástico com cerca de 0,7m de diâmetro superior e 0,7m de altura, na forma de cone. Próximo ao fundo, foi conectado um cano de meia polegada e neste foram conectados dois tubos, um para verificar nível do lençol freático e outro para servir de entrada de água para a coluna (Figura 2a). Foram conectados mais

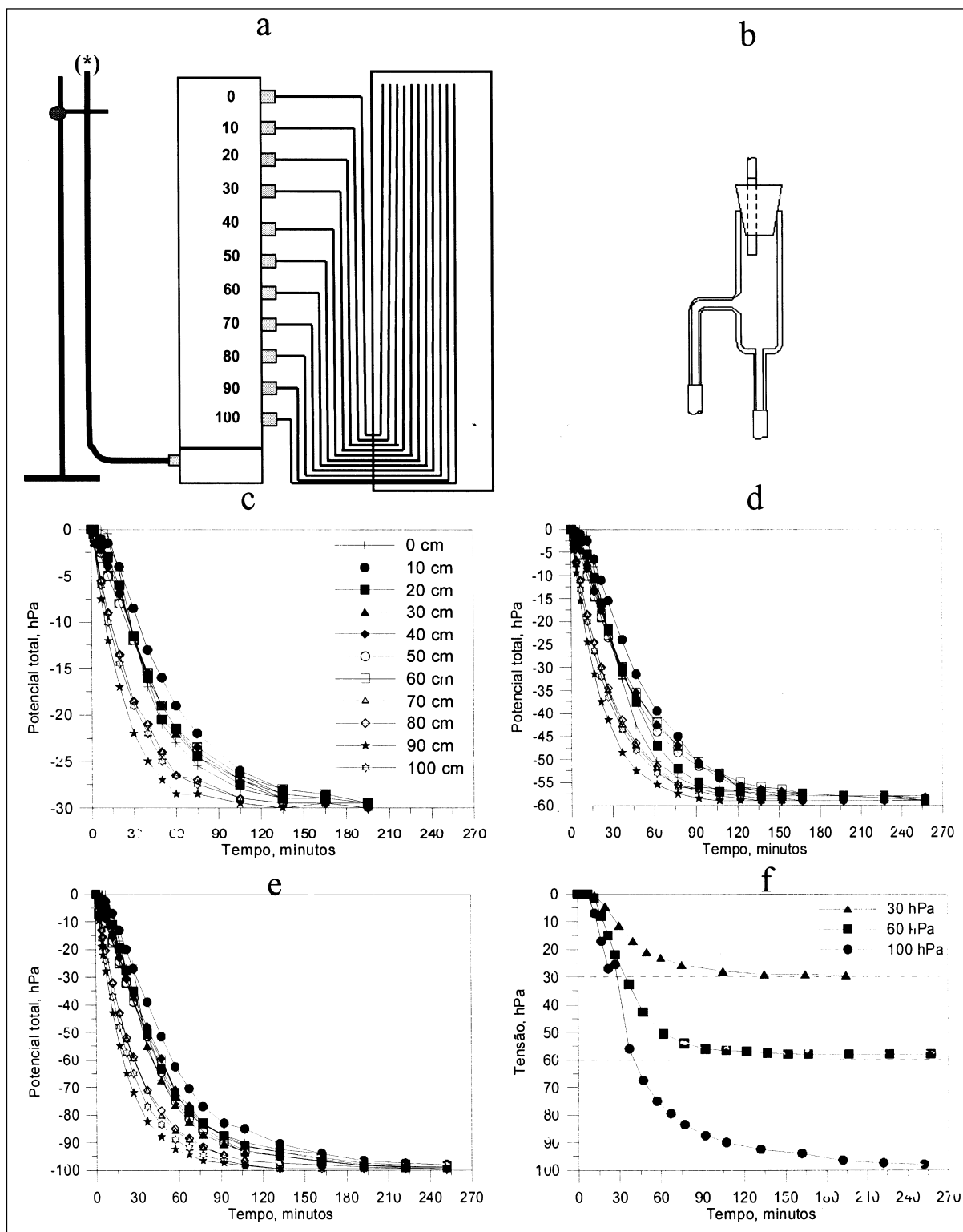


Figura 1 – Coluna de areia (a), dispositivo de controle de profundidade do lençol freático (b), variação do potencial total (c, d, e) e tensão na superfície da coluna cilíndrica de areia após a sucção de 30, 60 e 100hPa (f) usada nos testes de laboratório.

três canos ao longo da altura do recipiente, a 0,1, 0,3 e 0,6m, para servirem de dreno e manterem o nível do lençol freático nessas profundidades. No fundo, foi colocado cascalho e, sobre este, areia. De montagem e uso similares, porém com mecanismo diferente de controlar a profundidade do lençol freático, foi desenvolvido outro protótipo de coluna de areia, mais caro e de melhor qualidade e durabilidade. Este foi construído com chapas de aço inoxidável na forma de funil ou cone retangular (Figura 2b). Foram montados seis cilindros com diâmetro e altura de 7,6cm, usando-se amostras de solo de textura franco arenosa, sendo instalados tensiômetros de 0,03m de comprimento dentro deles. O solo foi saturado e três cilindros com amostra de solo foram colocados diretamente sobre a areia e os outros três sobre uma folha de papel de filtro. Semelhantemente à coluna de 0,25m de diâmetro, foram

realizados três testes de drenagem da coluna com medições de tensão na superfície da coluna de areia e nas amostras de solo dos seis cilindros ao longo do tempo, até atingir-se o equilíbrio hidrostático. Assim como nos testes anteriores, na condição de equilíbrio hidrostático, a tensão na superfície da areia atingiu valores iguais ao nível do lençol freático. A tensão da água no solo dentro dos cilindros foi igual à tensão da água da areia na superfície da coluna, indicando que o fluxo de água da amostra para a areia cessou, pois o gradiente de potencial matricial atingiu valor zero (Figura 2c e 2d). A tensão nas amostras dispostas sobre a areia ou sobre o papel de filtro foi igual nos testes com tensões de 30, 60 e 100hPa.

O tempo para atingir o equilíbrio hidrostático (Figuras 1 e 2) não diferiu para as diferentes situações de coluna e para as diferentes tensões aplicadas. A

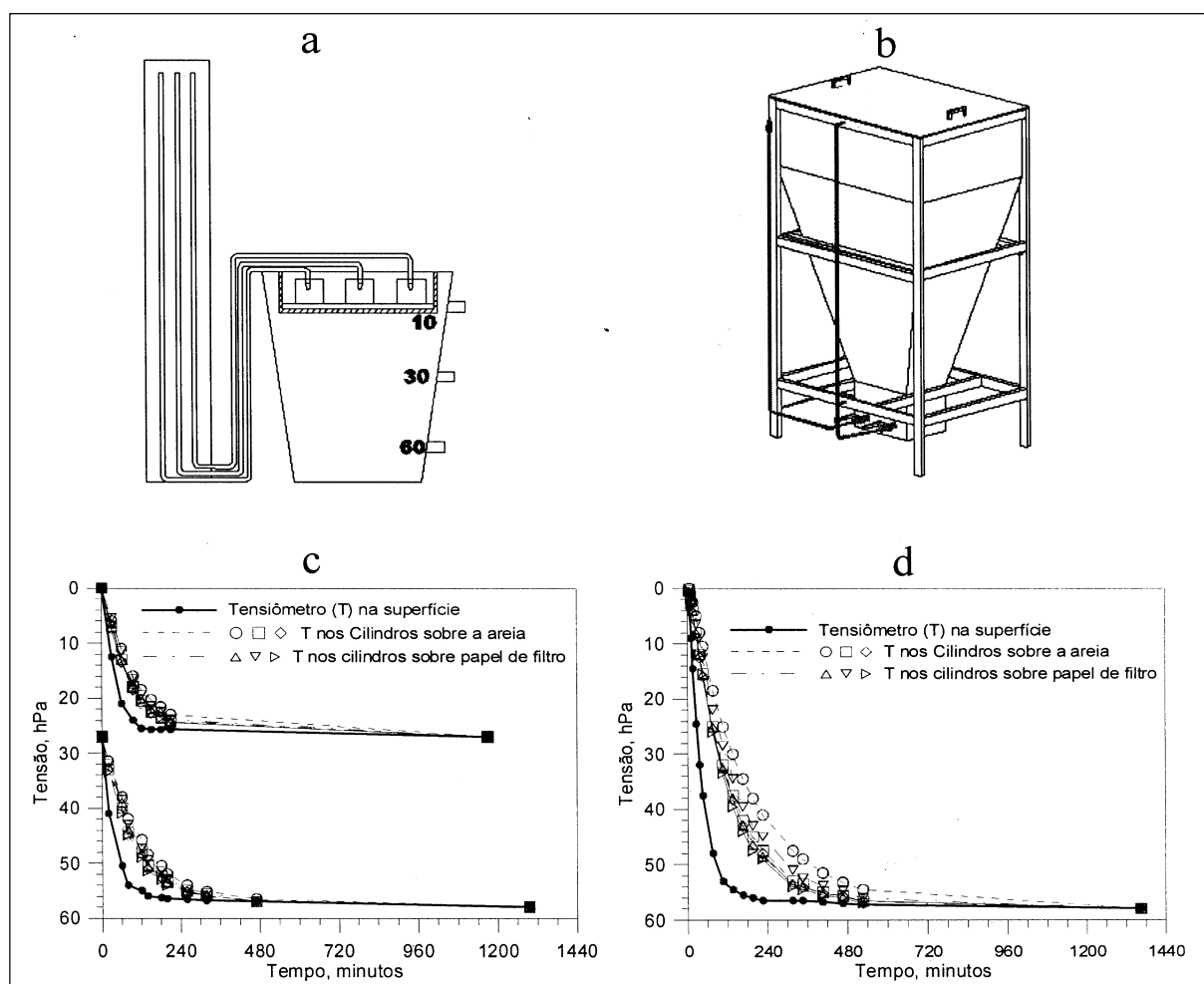


Figura 2 – Coluna de areia em recipiente plástico (a), coluna de areia em recipiente na forma de cone retangular (b), variação da tensão na superfície e nos cilindros de solo no topo da areia do recipiente plástico (c) e variação da tensão na superfície da coluna de forma de cone retangular e dos cilindros de solos sobre ela (d).

tensão da água na areia na superfície da coluna atingiu valores aproximados à profundidade do lençol freático em torno de 3 a 4 horas após o início da drenagem da coluna, atingindo valores iguais após 8 a 12 horas. A tensão da água no solo dos cilindros foi inferior à da areia da superfície ao longo do tempo (Figura 2), indicando, entretanto, que o fluxo de água da amostra para a coluna iniciou com o processo de drenagem da coluna, devido ao gradiente de potencial, e terminou cerca de 8 a 12 horas após o início da drenagem, quando foi atingido o equilíbrio hidrostático do solo arenoso testado.

As vantagens da coluna de areia referem-se à facilidade de montagem, à flexibilidade de modelos de construção, ao fácil manuseio e, especialmente, ao baixo custo. O protocolo da determinação e os cuidados são semelhantes a outros métodos dessa natureza descritos na bibliografia e encontram-se também disponíveis, bem como fotos dos testes, no sítio da rede mundial de computadores <http://www.ufsm.br/solos-geral>.

O uso de coluna de areia satisfaz as exigências para medição da retenção de água no solo na faixa de tensão de 0 a 100hPa, permitindo o estudo da variação do tamanho de poros, especialmente os macroporos e permite determinar em larga escala a retenção de água à tensão de 100hPa, atualmente considerada a tensão da água no solo em estado de capacidade de campo.

AGRADECIMENTOS

Ao engenheiro agrícola David Peres da Rosa, pela elaboração dos desenhos.

REFERÊNCIAS

- DANE, J.H.; HOPMANS, J.W. Water retention and storage. In: DANE, J.H ; TOPP, G.C. (Ed). **Methods of soil analysis: Part 4 – physical methods**. Madison: American Society of America, 2002. p.671-720.
- JAMISON V.; REED I.F. Durable asbestos tension tables. **Soil Science**, Baltimore, v.67, p.311-318, 1949.
- JAMISON V. Sand-silt suction column for determination of soil moisture. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v22, p.82-83, 1958.
- KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. Faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e a sua relação com a densidade do solo ao longo do perfil de um Latossolo Roxo. **Ciência Rural**, v.30, n.6, p.959-964, 2000.
- LEAMER, R.W.; SHAW, B. A simple apparatus for measuring noncapillary porosity in extensive scale. **Journal of American Society of Agronomy**, Madison, v.33, p.1003-1008, 1941.
- OLIVEIRA, L.B. Determinação da macro e microporosidade pela mesa de tensão em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.3, p.197-200, 1968.
- TOPP, G.C. et al. Soil water desorption curves . In: CARTER, M.R. (Ed). **Soil sampling and methods of analysis**. Boca Raton: Lewis, 1993. p.569-579.
- TORMENA, C.A. et al. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um latossolo roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n.4, p.573-581, 1998.
- SILVA, A.P. et al. Characterization of the least limiting water range of soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.58, n.6, p.1775-1781, 1994.