

Determinação da curva parcial de retenção de água de um latossolo vermelho por tensiomêtria

A.S. Almeida¹, F. S. Araújo², G. S. Souza²

¹Eng. Agrônoma, Universidade Estadual do Piauí, Campus União, Rua José Moita, S/N, 64.120-000 União-PI
paullinha021@hotmail.com

²Departamento de Água e solo. FEAGRI\UNICAMP, Av. Candido Rondon, 501, 13083-875, Campinas-SP
fernandophb@oi.com.br; gsdsouza@hotmail.com

(Recebido em 3 de julho de 2010; aceito em 13 de setembro de 2010)

O conhecimento e o monitoramento da dinâmica da água no solo são fundamentais para o manejo racional dos recursos hídricos, principalmente, em áreas sob agricultura irrigada. Esse trabalho teve por objetivo mensurar a tensão de água em um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, por meio do uso de tensiometria, para determinar a curva de retenção de água no solo. O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, situado no município de Campinas (SP), com coordenadas geográficas 22° 48' 57" de latitude Sul e 47° 03' 33" de longitude Oeste, e altitude média local de 640 m. Onde os materiais utilizados em laboratório foram vaso plástico (1,4 dm³), peneira de 2 mm, balança semi-analítica (precisão de duas casas decimais), utensílios de plástico, estufa de circulação forçada, tensiômetro, tensímetro digital, água natural e amostras deformadas de solo na profundidade de 0,00-0,20 m. A partir dos valores obtidos realizou-se o ajuste da curva parcial de retenção de água no solo. O ajuste da CRAS apresentou uma umidade de saturação de 0,44 m³ m⁻³ e uma umidade residual de 0,112 m³ m⁻³ com um coeficiente de ajuste de 99%, apresentando uma correlação significativa (p>0,01) entre os valores de umidade obtidos e os valores de tensão de água no solo medidos. O tensiômetro mostrou-se eficiente na mensuração dos potenciais de retenção de água no solo; a curva de retenção de água no solo obtida por meio do tensiômetro pode ser utilizada com eficiência no manejo da irrigação em áreas agrícolas.

Palavras-chave: Tensiômetros, potencial de água no solo e manejo de irrigação.

The knowledge and monitoring of the dynamics of soil water are essential for the rational management of water resources, especially in areas under irrigated agriculture. This study aimed to measure the water tension in an Oxisol, through the use of tensiometers to determine the retention curve of soil water. The experiment was conducted at the Experimental College of Agricultural Engineering, UNICAMP, located in Campinas (SP), with geographic coordinates 22° 48' 57" S and 47° 03' 33" W, altitude and local average of 640 m. The materials used in the laboratory were plastic pot (1,4 dm³), sieve of 2 mm, semi-analytical balance (accurate to two decimal places), plastic utensils, stove of forced circulation, tensiometer, tensimeter digital water natural and disturbed samples of soil at a depth of 0.00-0.20 m. From the values held in the fitting curve partial retention of water in the soil. Adjustment of soil-water retention curve had a moisture saturation of 0.44 m³ m⁻³ and residual moisture of 0.112 m³ m⁻³ with a coefficient of adjustment of 99%, a significant correlation (p> 0.01) between values moisture obtained and the voltage values of soil water measured. The tensiometer was efficient in measuring the potential water retention in the soil; the partial curve of water retention of soil obtained by means of tensiometer can be used efficiently in irrigation management in agricultural areas.

Keywords: tensiometers, soil water potential e irrigation management.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento e o monitoramento da dinâmica da água no solo são fundamentais para o manejo racional dos recursos hídricos, principalmente, em áreas sob agricultura irrigada. Nesse contexto, a determinação da curva de retenção de água do solo (CRAS), que representa a relação entre o teor de água e a energia com a qual ela está retida, é essencial no estudo das relações solo-água [1].

A determinação da CRAS é tradicionalmente realizada por meio do uso de câmaras de pressão [2] nas quais se determina valores de umidade do solo correspondente a potenciais de pressões aplicadas. No entanto, para [3] este método apresenta algumas dificuldades, quais

sejam: a determinação do ponto de equilíbrio entre pressão aplicada e a água retida no solo, contato amostra-placa, o longo tempo de medida exigido para as medidas e o custo do equipamento. Nesse contexto, o uso do tensiômetro apresenta-se como uma alternativa, visto que, é um instrumento de medida direta do potencial mátrico da água no solo [4], que é uma importante variável a ser mensurada, para a determinação da CRAS [5].

Embora apresente algumas limitações, o tensiômetro tem sido utilizado de modo satisfatório na determinação da energia com que a água está retida pela parte sólida do solo. Uma das limitações é que ele funciona até cerca de -0,085 MPa. Considerando que o intervalo do potencial mátrico agronomicamente importante varia de 0 a -1,5 MPa, o tensiômetro poderia ser considerado um instrumento limitado [5]. No entanto, este instrumento se adapta bem ao manejo da irrigação para a atividade agrícola comercial, onde a faixa de interesse é de 0 a -0,1 MPa, sendo o solo geralmente irrigado antes de atingir essa tensão [6].

Esse trabalho teve por objetivo mensurar a tensão de água num LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, por meio do uso de tensiometria, para determinar a curva de retenção de água no solo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Campo Experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, situado no município de Campinas (SP), com coordenadas geográficas 22° 48' 57" de latitude S e 47° 03' 33" de longitude Oeste, e altitude média local de 640 m.

O solo da área experimental é caracterizado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico [7]. Na Tabela 1 encontra-se a descrição de alguns atributos físicos do solo utilizados no ensaio.

Tabela 1. Atributos físicos de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico na profundidade de 0,00-0,20 m.

Densidade do Solo (Kg dm ⁻³)	Densidade de partículas (Kg dm ⁻³)	Porosidade total (m ³ m ⁻³)
1,00	2,70	0,63

A amostragem do solo foi feita por meio da abertura de uma mini trincheira, na qual retirou-se uma amostra deformada de solo na camada de 0,00-0,20 m. de profundidade. Essa amostrada foi transportada para o Laboratório de Física do Solo da Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP. Toda a amostra de solo foi passada em peneira de 2 mm e seca ao ar, caracterizando terra fina seca ao ar. Esse material foi utilizado para simulação do experimento em um vaso plástico (1,4 dm³).

Para mensuração da tensão de água no solo utilizou-se um tensiômetro. A cápsula porosa para o tensiômetro foi selecionadas levando-se em consideração a pressão de borbulhamento e a condutância hidráulica, de acordo com o procedimento utilizado no Laboratório de Hidráulica da UNICAMP (Tabela 2)

Tabela 2. Resultados do teste de condutância realizado na cápsula porosa do tensiômetro utilizado no trabalho.

Repetição	Percurso (mm)		Tempo (s)	C (cm ² s ⁻¹)	
	Inicial	Final			
R1	1250	1150	19s85m	19.85	0.0275
R2	1150	1050	23s63m	23.63	0.0233
R3	1050	950	22s46m	22.46	0.0247

O primeiro teste objetivou eliminar cápsulas defeituosas, ou seja, aquelas que apresentaram borbulhamento a tensões inferiores a 0,01 MPa, que corresponde aproximadamente ao valor máximo de pressão de funcionamento do tensiômetro [5]. O segundo teve por finalidade a caracterização do equipamento, já que apenas um tensiômetro foi usado, no entanto este teste é frequentemente usado para uniformizar cápsulas quando vários

equipamentos são usados ao mesmo tempo, a fim de que o tempo de resposta dos tensiômetros seja o mais uniforme possível [5].

O tensiômetro foi então preenchido com água segundo normas do fabricante. O tensiômetro foi colocado no centro do vaso a 5 cm de distância do fundo do recipiente plástico e o volume do vaso foi preenchido com solo (TFSA) até um limite, de modo que uma borda do vaso ficou acima do nível do solo. Assim, o tensiômetro ficou 12 cm de profundidade dentro do solo. O solo foi colocado suavemente solto no vaso em camadas de 0,05m, onde uma leve compressão foi aplicada.

Uma amostra de solo foi retirada, no momento em que o vaso estava sendo preenchido com solo, e transferida para uma lata de alumínio previamente identificada, sendo posteriormente levada para uma estufa de circulação forçada na temperatura de 105°C por um período de 24 horas para determinação da umidade. Saturou-se a amostra, contida no vaso, com água por meio da imersão do vaso em um recipiente com água, de tal modo que a lâmina de água estivesse no mesmo nível do solo dentro do vaso por um período de 24 horas. Posteriormente a esse período drenou-se o excesso de água do vaso por meio de dois drenos no fundo do vaso.

A massa do vaso com o tensiômetro e o solo saturado foi registrada com auxílio de uma balança semi-analítica, com uma aproximação de 0,01 g, sendo que a tensão inicial do solo foi nula. As leituras no tensiômetro foram feitas em kPa. Esse processo de pesagem continuou durante todo o período, sendo feitas leituras diárias até que a leitura do tensiômetro alcançasse aproximadamente 77 KPa.

Antes do período de ensaio, o volume do vaso e do tensiômetro foram estimados, a fim de definir o volume real ocupado pelo solo. A massa da tara foi definida como sendo a massa do tensiômetro com água juntamente com a massa do vaso com papel perfex. A umidade da amostra foi determinada em estufa. Assim, as umidades do solo (U_s) foram definidas pela equação:

$$U(g\ g^{-1}) = \frac{M_{SU} - M_{SS}}{(M_{SS} - Tara)} \quad (1)$$

Em que: U é a umidade do solo em base seca ($g\ g^{-1}$); M_{SU} é a massa do solo úmido (g); e M_{SS} é a massa do solo seco (g) descontado o valor de umidade. A tensão de água no solo foi quantificada diretamente por meio de um tensiômetro digital. O Ajuste da Curva de Retenção de Água no Solo foi feito por meio do software SWRC versão 3.0 beta [8], ajustado ao modelo de [9].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 encontram-se os valores de tensão de água no solo das 12 observações realizadas, com os respectivos valores de umidade do solo em cada tensão. De acordo com os dados obtidos, observou-se que pequenas tensões estão associadas a maiores teores de umidade do solo (região de saturação), enquanto que grandes tensões ocorreram quando o solo estava com um menor teor de umidade. Estes resultados corroboram com o observado por [10] trabalhando com diferentes solos do cerrado brasileiro. Pode-se observar ainda que a última leitura aferida no experimento foi de 76,74 KPa, diferentemente do versado por [11], o qual limita a capacidade de leitura do tensiômetro a 0,75 atm (76 kPa).

A diferença entre os tempos de leitura para determinação de cada ponto deve-se ao fato do experimento ter sido realizado sob condições naturais, sendo o tempo necessário para o aumento da tensão de água no solo referente a perda de água por evaporação. Para [5] a inserção da agulha do tensiômetro no tensiômetro pode provocar uma pequena deflexão da rolha para baixo e, conseqüentemente, uma saída de água. Essas perturbações podem retardar o equilíbrio da tensão da água no interior do tensiômetro com a tensão da água no solo. Assim, quanto mais seco se encontrar o solo, maior deverá ser o tempo para que se atinja um novo equilíbrio, uma vez que a condutividade hidráulica é função da umidade do solo.

Tabela 3. Valores de umidade e tensão de água no solo, obtidos em uma amostra de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, horário e período de avaliação.

Dia da Observação	Horário	Massa do conjunto (g)	Massa de água (g)	Umidade (Kg Kg ⁻¹)	Pressão (KPa)
1/set	17:00	2439.02	740.78	0.44	0.00
3/set	10:53	2374.83	676.59	0.40	6.62
4/set	13:50	2350.81	652.57	0.38	7.69
8/set	09:24	2294.20	595.96	0.35	9.80
10/set	08:35	2263.67	565.43	0.33	11.70
15/set	09:00	2214.85	516.61	0.30	13.80
17/set	15:00	2188.46	490.22	0.29	15.09
19/set	17:11	2158.55	460.31	0.27	16.55
23/set	10:00	2104.56	406.32	0.24	20.99
25/set	10:00	2086.89	388.65	0.23	21.80
29/set	10:00	1954.41	256.17	0.15	44.70
1/out	10:00	1915.76	217.52	0.13	76.74

A partir dos valores obtidos na Tabela 3 realizou-se o ajuste da curva parcial de retenção de água no solo (Figura 1). O ajuste da CRAS apresentou uma umidade de saturação de $0,44 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e uma umidade residual de $0,112 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ com um coeficiente de ajuste de 99%, apresentando uma correlação significativa ($p > 0,01$) entre os valores de umidade obtidos e os valores de tensão de água no solo medidos.

Estes resultados evidenciam a eficiência do uso do tensiômetro na obtenção de uma curva parcial de retenção de água no solo, corroborando com afirmado por [5] que o tensiômetro é um excelente instrumento de campo para o monitoramento da água no solo durante o ciclo da cultura, visando ao controle da irrigação ou à realização do balanço de água no solo.

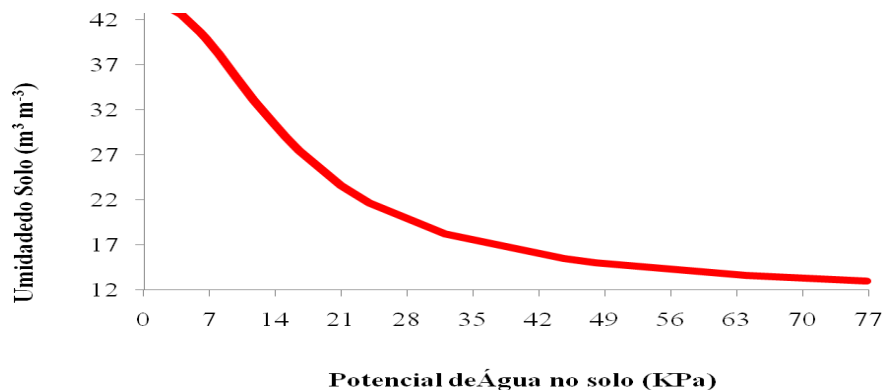


Figura 1. Curva de Retenção de Água de um LATOSSOLO VERMELHO Distroférico na camada de 0,00 a 0,20 m.

4. CONCLUSÕES

O tensiômetro mostrou-se eficiente na mensuração dos potenciais de retenção de água no solo. A Curva de retenção de água no solo obtida por meio do tensiômetro pode ser utilizada com eficiência no manejo da irrigação em áreas agrícolas.

1. SILVA, E. M.; LIMA, J. E. F. W.; AZEVEDO, J. A.; RODRIGUES, L. N. Valores de tensão na determinação da curva de retenção de água de solos do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.2, p.323-330, 2006.
2. RICHARDS, L.A. Physical conditions of water in soil. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E.; CLARK, F.E. (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurements and sampling**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.128-152.
3. TAVARES, M. H. F.; FELICIANO, J. J. S.; MANOEL, C.; VAZ, C. M. P. Análise Comparativa de Métodos para Determinação da Curva de Retenção de Água em Solos. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 517-524, 2008.
4. LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo, EDUSP, 2005. 329p.
5. BRITO, A. S.; LIBARDI, P. L.; MOTA, J. C. A.; MORAES, S. O. Desempenho do tensiômetro com diferentes sistemas de leitura. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.1, p.17-24, 2009.
6. KLEIN, V. A. Uma proposta de irrigação automática controlado por tensiômetros. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.7 n 3, p.231-234, 2001.
7. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos,412p.,1999.
8. DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPMANS, J. W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O. O. S.; LOPES, P. P. **Water Retention Curve 3.0 beta**, USP-CIAGRI: 2001.
9. GENUCHTEN, M.T. van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madson, v.44, n. 2, p.892-898, 1980.
10. ANDRADE, R.S.; STONE, L.F. Uso do índice S na determinação da condutividade hidráulica não-saturada de solos do cerrado brasileiro Use of S index in the determination of unsaturated hydraulic conductivity of Brazilian 'Cerrado' soils. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v.13, n.4, p.376-381, 2009.
11. RICHARDS, L. A. Soil moisture tensiometer materials and construction. **Soil Science**, Madson, v. 53, n. 2, p. 241-248, 1942.