

## OBTENÇÃO DA CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO POR METODOLOGIA SIMPLIFICADA

LUCIANA MARINI KOPP<sup>1</sup>; MÁRCIA XAVIER PEITER<sup>2</sup>; ADROALDO DIAS ROBAINA<sup>3</sup>; TAISE CRISTINE BUSKE<sup>4</sup>; ROGÉRIO RICALDE TORRES<sup>5</sup>

<sup>1</sup>-Eng<sup>a</sup> Agrícola, Prof<sup>a</sup> Assist. Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) Campus Uruguaiana, Doutoranda no Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola- UFSM, [lucianakopp@gmail.com](mailto:lucianakopp@gmail.com)

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Doutora, Prof<sup>a</sup> Adj. Depto. de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria- UFSM

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Doutor, Prof. Tit. Depto. de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria- UFSM

<sup>4</sup>Eng<sup>a</sup> Agrônoma, Doutoranda no Programa de pós-graduação em Eng. Agrícola- UFSM

<sup>5</sup>Eng. Agrônomo, Doutorando no Programa de pós-graduação em Eng. Agrícola- UFSM

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** A curva de retenção de água (CRA) no solo é indispensável quando se objetiva identificar manejos de irrigação, porém seu alto custo e morosidade dificultam sua obtenção. Existem características físicas de fácil obtenção que permitem a determinação da CRA de forma indireta. O presente trabalho objetivou a obtenção da CRA a partir das seguintes características físicas do solo: curva granulométrica, densidade do solo, densidade de partícula, porosidade total e umidade de saturação. A CRA foi obtida pelo modelo de van Genuchten, utilizando os parâmetros de forma ( $m$ ,  $n$  e  $\eta$ ) determinados pela metodologia de "Beerkan". Os parâmetros umidade residual ( $\theta_r$ ) e  $\alpha$  foram determinados pelo software Qualisolo. Os demais parâmetros foram obtidos em laboratório. A CRA foi determinada para 6 profundidades, em um solo franco arenoso na superfície e que passa a franco argilo arenoso em profundidade. As curvas obtidas foram comparadas com aquelas determinadas em laboratório e testadas através do coeficiente de correlação ( $r$ ) e do índice de concordância de Willmot (IW), e classificadas pelo índice de desempenho (Id). Observou-se que o desempenho da metodologia testada foi de "muito bom" a "ótimo", indicando ser possível sua utilização para obtenção da CRA com mais agilidade e menor custo.

**PALAVRAS-CHAVE:** irrigação, física do solo, curva característica

### A SIMPLIFIED METHODOLOGY TO OBTAIN THE SOIL WATER CHARACTERISTIC CURVE

**ABSTRACT:** A soil water characteristic (SWC) curve is essential when the objective is to identify irrigation management, but your high cost and delay difficult your obtainment. There are some easy to obtain physical characteristics that allow the determination of the SWC indirectly. This study aimed to obtain the SWC from the following soil physical characteristics: particle size curve, bulk density, particle density, porosity and saturation humidity. The SWC was measured by the van Ganuchten model, using the mold parameters ( $m$ ,  $n$  e  $\eta$ ) determined by the "Beerkan" methodology. The residual moisture ( $\theta_r$ ) and  $\alpha$  were determined by Qualisolo software. The other parameters were obtained in the laboratory. The SWC was determined for 6 depths in a soil that is sandy loam ate the surface and sandy clay loam in depth. The curves obtained were compared with those who were determined in the laboratory and tested using the correlation coefficient ( $r$ ) and Willmot's concordance index (IW), and sorted by performance index (Id). It was observed that the performance of the tested method was "very good" to "great", indicating that is possible their use for obtaining the SWC with faster speed and lower cost.

**KEYWORDS:** irrigation, physical soil, soil water characteristic curve

**INTRODUÇÃO:** As propriedades físicas do solo são fundamentais para que se possa estabelecer o manejo correto da irrigação. Dentre as características a serem determinadas esta a curva de retenção de água (CRA), cuja obtenção se dá através da metodologia proposta por RICHARDS (1965) com o uso do equipamento que consta de panela de pressão, placa cerâmica porosa e equipamentos de produção e

controle de pressão, usando amostras indeformadas. Este processo é oneroso e lento pois necessita de equipamento de custo elevado e tempo para extração da umidade em baixos potenciais. Muitas vezes a elaboração da CRA é abandonada quando se desenvolve projetos, o que implica em erros significativos no manejo de irrigação. A busca por métodos simplificados de obtenção da CRA tem motivado pesquisadores a testar metodologias alternativas (SOUZA et al, 2008) . Assim o objetivo deste trabalho foi testar o método Beerkan descrito por SOUZA et al 2008 para obtenção da CRA a partir de características físicas do solo, de fácil determinação, com uso simultâneo de *softwares* facilitadores (Qualisolo e Table Curve 2D).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi desenvolvido usando as características físicas do solo descrito por Torres (2014). A partir dos dados físicos, obtidos experimentalmente, foi determinada a curva de retenção da água no solo aplicando-se a metodologia denominada “Beerkan”, descrito por SOUZA et al. (2008) que usa o modelo de van Genuchten o qual necessita de três parâmetros desconhecidos ( $n$ ,  $m$  e  $\alpha$ ).

$$|\psi_m| = \frac{1}{\alpha} \left[ \left( \frac{\theta_s - \theta_r}{\theta - \theta_r} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right]^{\frac{1}{n}} \quad \text{com} \quad m = 1 - \frac{2}{n} \quad (1)$$

Em que:

$\theta$  = umidade volumétrica ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ ),

$\theta_r$  e  $\theta_s$  = umidades volumétricas residual e saturada, respectivamente ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ ),

$\psi_m$  = potencial matricial (m)

$\alpha$ ,  $m$  e  $n$  = parâmetros diretamente dependentes da forma da curva  $\theta$  ( $\psi$ )

Para a identificação dos parâmetros  $\alpha$ ,  $m$  e  $n$  foi usado o algoritmo cuja solução dos valores de  $M$  e  $N$  foi dada pelo software Table Curve 2 D.

$$F(D) = \left[ 1 + \left( \frac{D_g}{D} \right)^N \right]^{-M} \quad \text{com} \quad M = 1 - \frac{2}{N} \quad (2)$$

Em que:

$D$  = diâmetro da partícula (m)

$D_g$  = parâmetro de escala do tamanho da partícula (m)

$M$  e  $N$  = parâmetros de forma da curva de distribuição do tamanho das partículas (m)

$F(D)$  = distribuição do tamanho das partículas

Já os parâmetros de forma da curva de retenção  $m$  e  $n$  foram obtidos pelas seguintes equações:

$$m = \frac{1}{p_m} \left( \sqrt{1 + p_m^2} - 1 \right) \quad (3)$$

$$n = \frac{2}{1 - m} \quad (4)$$

$p_m$  é estimado a partir de  $M$  e  $N$

$$p_m = \frac{M \cdot N}{1 + M} (1 + k)^{-1} \quad (5)$$

Sendo k um coeficiente

$$k = \frac{2s - 1}{2s(1 - s)} \quad (6)$$

$$(1 - \phi)^s + \phi^{2s} = 1 \quad \text{com} \quad 0,5 < s < 1 \quad (7)$$

Em que:

$\phi$  = porosidade total do solo (%)

Os parâmetros  $\alpha$  e  $\theta_r$  foram obtidos pelo *software* Qualisolo, a partir da curva granulométrica e das densidades do solo estudado. Posteriormente, esta metodologia foi comparada com os valores da CRA determinada em laboratório. A análise dos resultados foi realizada através do coeficiente de correlação (r) e do índice de concordância de Willmot (IW), e classificadas pelo índice de desempenho (Id) descrito por BUSKE et al. (2013)

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A tabela 1 apresenta os valores dos parâmetros Dg, M e N obtidos pelo uso do software Table Curve 2D e da equação 2,  $\Theta_s$ , obtido experimentalmente em laboratório  $\Theta_r$  e  $\alpha$ , obtidos pelo software Qualisolo e m e n obtidos pelas equações 3,4,5,6 e 7.

TABELA 1. Valores dos parâmetros Dg, N, M,  $\Theta_r$ ,  $\Theta_s$ ,  $\alpha$ , m e n obtidos para o solo em estudo.

Profundidade (cm)	Dg ( $\mu\text{m}$ )	N	M	$\Theta_r$ ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ )	$\Theta_s$ ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ )	$\alpha$	m	n
0-5	328,73	2,5132	0,2042	0.0260	0.3670	0.1000	0.1240	2.2832
5-15	361,91	2,4683	0,1897	0.0308	0.3710	0.1000	0.1131	2.2549
15-30	443,00	2,3535	0,1502	0.0362	0.3620	0.1222	0.0876	2.1920
30-45	425,52	2,3073	0,1332	0.0432	0.3900	0.1616	0.0772	2.1673
45-60	447,06	2,2717	0,1196	0.0463	0.3940	0.1798	0.0694	2.1491
60-75	483,26	2,2563	0,1136	0.0490	0.3830	0.1966	0.0654	2.1400

O valor de N variou entre 2,2563 para a profundidade de 60-75 cm, onde havia maior percentagem de argila, a 2,5132 para profundidade de 0-5 cm onde havia maior percentagem de areia. A mesma tendência apresentou o parâmetro n que, dependente da textura, teve valor mais alto para a profundidade com maior conteúdo de areia e menor valor para a profundidade com maior conteúdo de argila. Esses resultados concordam com os obtidos por LASSABATÈRE et al. (2006) e SOUZA et al. (2008).

Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 1 foram aplicados na equação 1 e geraram uma CRA para cada profundidade (amostra) estudada. Os valores estimados pela equação 1 foram comparados com aqueles obtidos experimentalmente em laboratório. Os resultados podem ser vistos na Figura 1.

TABELA 2. Valores de coeficiente de correlação (r) e do índice de concordância de Willmot (IW), e classificadas pelo índice de desempenho (Id).

Profundidade (cm)	r	IW	Id	Classes de desempenho
0-5	0.9470	0.8779	0.8313	Muito bom
5-15	0.9353	0.8563	0.8009	Muito bom
15-30	0.9298	0.8537	0.7938	Muito bom
30-45	0.9745	0.8442	0.8226	Muito bom
45-60	0.9705	0.9005	0.8739	Ótimo
60-75	0.9656	0.8767	0.8466	Muito bom

A tabela 2 mostra os resultados obtidos para comparação da CRA estimada pelo método usado neste estudo com aquela obtida em laboratório onde foi usada a metodologia de RICHARDS (1965). O Id,

para as diversas amostras (profundidades) estudadas, indicou que a metodologia apresentou de “muito bom” a “ótimo” desempenho.

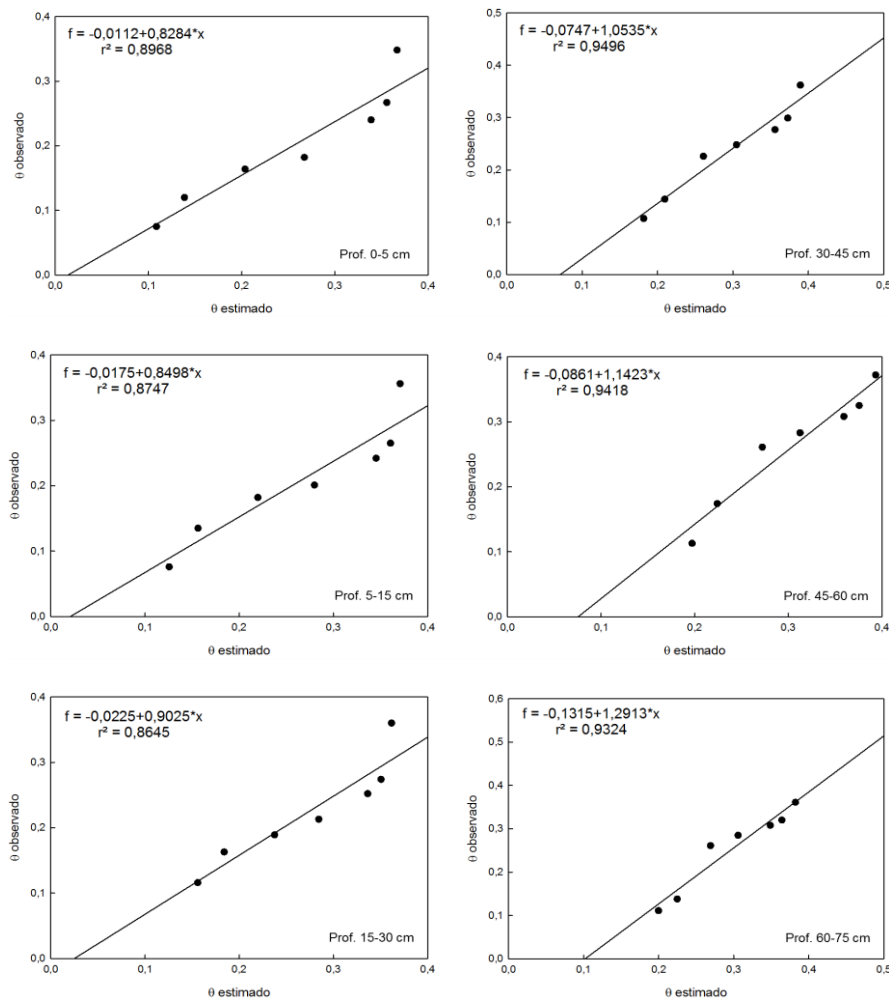


FIGURA 1- Relação entre os valores de umidade volumétrica  $\theta$  ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ ) observada (obtida pelo método padrão de Richards) e estimada pela metodologia usada neste estudo, para as diferentes profundidades.

**CONCLUSÕES:** A metodologia testada se mostrou eficiente indicando a possibilidade de obtenção da CRA de forma rápida e menos onerosa em comparação a metodologia tradicional.

## REFERÊNCIAS

- BUSKE, T.C.; ROBAINA, A.D.; PEITER, M.X.; ROSSO, R.B.; TORRES, R.R.; NUNES, M.S. Avaliação do desempenho do método das pesagens para determinação da umidade do solo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, V.7, n.6, p.340-348, 2013.
- LASSABATÈRE, L. ; ANGULO-JARAMILLO, R.; SORIA, J.M.; CUENCA, R.; BRAUD, I.; HAVERKAMP, R. Beerkan estimation of soil transfer parameters through infiltration experiments- BEST. *Soil Science Society of American Journal*, v.70, p.521-532, 2006.
- RICHARDS, L. A., **Physical conditions of water in soil.** In: C. A. BLACK, D. D. EVANS, J. L. WHITE, L. E. ENSMINGE and F. E. CLARK, ed. *Methods of soil analysis - Physical and mineralogical properties, including statistics of measurements and sampling.* Madison, ASASSA, 1965. p.128-152.
- SOUZA, E.S.de; ANTONINO, A.C.D.; ANGULO-JARAMILLO, R.; MACIEL NETTO, A. Caracterização hidrodinâmica de solos: Aplicação do método Beerkan. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande –PB, v.12, n.2, p.128-135, 2008.
- TORRES, R. R. **RESPOSTA À IRRIGAÇÃO E À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA DA CULTURA DO GIRASSOL.** Dissertação Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, Santa Maria, 85p. 2014.