

COMPARAÇÃO DE MODELOS USADOS PARA REPRESENTAR A CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

Ícaro Monteiro Galvão¹, Alberto Mario Arroyo Avilez², Caique Carvalho Medauar³, Jarbas
Honório De Miranda⁴

RESUMO: A capacidade de retenção de água no solo é considerada como sendo uma das mais importantes propriedades físico-hídrica do solo, com aplicação especial em áreas irrigadas. Portanto, para a obtenção de seus parâmetros, vários modelos empíricos têm sido propostos e empregados para a sua descrição a partir de um determinado número de pontos medidos. O presente estudo teve como objetivo comparar duas diferentes metodologias de ajuste de curva de retenção da água no solo, modelo de van Genuchten (1980) e Brooks & Corey (1964), cujos dados foram provenientes de amostragem de campo e laboratório. Os modelos testados se mostraram eficientes no ajuste dos parâmetros e representação da curva de retenção, para solos representativos da região de Piracicaba. Também foi possível observar que houve uma certa superestimativa dos ajustes dos parâmetros a partir de dados oriundos das avaliações realizadas em laboratório, em relação aos dois modelos.

PALAVRAS-CHAVE: manejo da irrigação, água disponível, física do solo

COMPARISON OF MODELS USED TO REPRESENT SOIL MOISTURE RETENTION CURVES

ABSTRACT: The capacity of water retention in the soil is considered one of the most important physical-hydric properties of the soil, with special application in irrigated areas. Therefore, in order to obtain its parameters, several empirical models have been proposed and used for its description from a certain number of measured points. The main object of this study was to compare two different methodologies for fitting the parameters of the soil water retention curve, by van Genuchten (1980) and Brooks & Corey (1964) models, with data from the field and laboratory sampling. The tested models proved to be efficient in adjusting the parameters

¹ Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Depto de Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Caixa Postal 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. Fone (73) 99124-4802. e-mail: icaro.monteiro@usp.br

² Doutorando em Agronomia (Irrigação e Drenagem), Depto Engenharia Rural, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

³ Doutorando em Produção Vegetal, Depto de Ciências Agrárias e Ambientais, UESC, Ilhéus, BA.

⁴ Professor Doutor, Depto Engenharia de Biossistemas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

and representing the soil water retention curve, for benchmark soils of Piracicaba region. It was also possible to observe that there was a certain parameter overestimation, for the two models, based on the data from the evaluations performed on the laboratory.

KEYWORDS: irrigation management, available water, soil physics

INTRODUÇÃO

A capacidade de retenção de água no solo é considerada como sendo uma das mais importantes propriedades físico-hídricas do solo e que possibilitam o desenvolvimento agrícola. A retenção de água no solo corresponde a relação entre o conteúdo de água e a energia com que está retida nos poros do solo.

A determinação da retenção de água no solo é de suma importância em sistemas agrícolas, principalmente regiões sob a técnica da irrigação (SOARES et al., 2014). Para a caracterização da retenção de água no solo, busca-se ajustar os dados obtidos de maneira numérica, expressando a relação entre o potencial mátrico e a umidade do solo (NASCIMENTO et al., 2010).

A obtenção dos dados para o posterior ajuste da curva de retenção pode seguir diferentes metodologias, podendo ser obtidos tanto em condições de campo ou laboratório, sendo essa última a mais utilizada (aplicando-se a mesa de tensão, juntamente com a Câmara de Richards (RICHARDS, 1965). Uma vez tendo os dados observados faz-se necessária a adoção de um modelo matemático para realizar o ajuste numérico da curva, buscando minimizar os erros entre os valores observados experimentalmente (relação entre umidade do solo e pressão) com os valores simulados pelos modelos. Dessa forma, vários modelos empíricos têm sido propostos e empregados para a descrição da curva de retenção a partir de um determinado número de pontos medidos, dentre eles destaca-se Brooks & Corey (1964) e Van Genuchten, (1980). Outro aspecto é que o número de amostragem apresenta influência nesses modelos de ajuste e foi objeto de estudo de várias outras pesquisas. Argumenta-se que quanto maior a quantidade de pontos na curva de retenção melhor será o ajuste, no entanto torna-se bastante oneroso a amostragem de elevado número de dados (SILVA et al., 2006).

Dentro dessa perspectiva, o estudo teve como objetivo comparar diferentes metodologias de ajuste de curva de retenção para dados obtidos em campo e laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo foi feita a comparação entre as metodologias de ajuste da curva de retenção Van Genuchten (1980) (Equação 1) e Brooks & Corey (1964) (Equação 2), utilizando dados provenientes de amostragem a nível de campo e laboratório. Em campo foi coletado dados em um total de 32 pontos com potencial de água no solo variando de 16,9 até 307,7 kPa. Em laboratório foram utilizadas 15 amostras de solo indeformados e analisados através da metodologia da câmara de pressão nas faixas de tensão variando de 293,9 a 1980 kPa.

Van Genuchten (1980):

$$\theta = \theta_r \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha|\Phi|)^n]^m} \quad (1)$$

Brooks and Corey (1964):

$$\theta = \theta_s, \text{ se } 0 \leq \Phi < \frac{1}{\alpha}$$

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{(\alpha\Phi)^\lambda}, \text{ se } \Phi \geq \frac{1}{\alpha} \quad (2)$$

onde:

θ é a umidade do solo em dada tensão, θ_r e θ_s são as umidades residual e saturada do solo, respectivamente (L^3L^{-3}), Φ representa a tensão de água (L), α , n e m , λ são parâmetros que definem o formato da curva de retenção de água no solo, sendo $m = 1 - 1/n$.

Após o ajuste das curvas pelos modelos matemáticos foram feitas estimativas da umidade do solo nas diferentes faixas de tensão. A fim de averiguar a performance do modelo foi feita uma análise de estatística utilizando-se os seguintes parâmetros: Raiz Quadrático do Erro Médio (RMSE), Erro Absoluto Médio (MAE) e índice de concordância de Willmott (d).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros ajustados pelas equações de Van Genuchten (1980) e Brooks & Corey (1964) podem ser conferidos na Tabela 1. Pelos ajustes observa-se que o modelo de Van Genuchten (1980) apresentou maiores valores de θ saturado tanto para dados de laboratório quanto para campo. Maiores valores de θ saturado indicam solos de textura mais grossa e com elevada porosidade total.

Pela Figura 1 pode ser conferida a distribuição e dispersão dos dados determinados em laboratório e em campo para os dois métodos. Pelos gráficos observa-se uma ligeira

aproximação entre os valores de umidade do solo observados e estimados para ambos os modelos, comprovados pelos valores de RMSE e MAE próximos a zero (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros da curva de retenção de umidade do solo segundo as equações de Van Genuchten (1980) e Brooks & Corey (1964) e índices estatísticos do erro.

Parâmetros de Ajuste	Laboratório		Campo	
	Van Genuchten (1980)	Brooks & Corey (1964)	Van Genuchten (1980)	Brooks G Corey (1964)
θ Saturado	0,6957	0,5960	0,3234	0,4189
θ Residual	0,0508	0,0503	0	0
α	0,0683	0,0523	0,0120	0,1409
n	1,5732	0,5673	1,4801	0,2187
m	0,3643	-	0,32437	-
RMSE	0,0011	0,0011	0,0221	0,0132
MAE	0,0010	0,0010	0,0203	0,0110
d	0,9994	1,0000	0,9208	0,9727

Raiz Quadrático do Erro Médio (RMSE), Erro Absoluto Médio (MAE) e índice de concordância de Willmott (d).

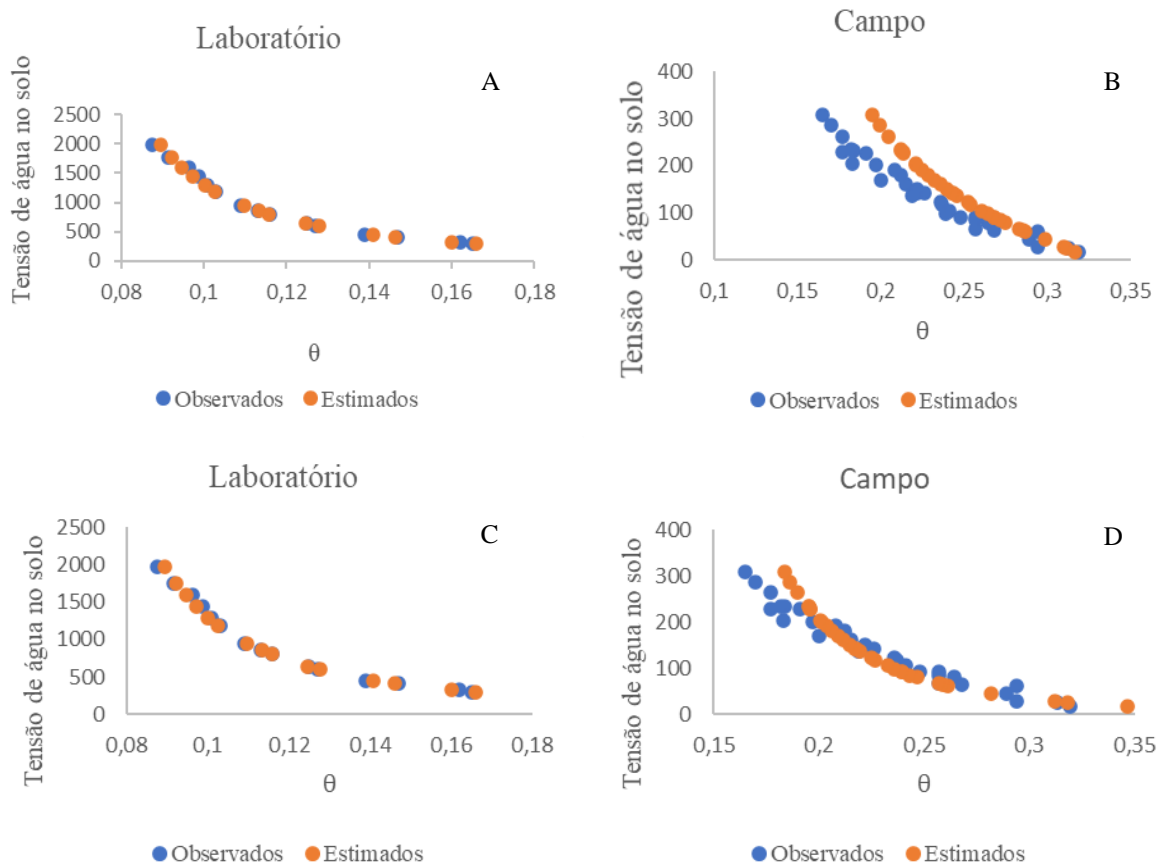


Figura 1. Representação em escala logarítmica dos valores da tensão de água no solo em função do teor de água observados e estimados obtidos pelo ajuste de van Genuchten (1980), (A e B) e Brooks & Corey (1964) (C e D) para dados de laboratório e de campo.

No entanto, pelos resultados apresentados é possível observar que os dados de laboratório apresentaram melhor ajuste e estimativa para os dois modelos em comparação com os dados de campo. A razão destes melhores ajustes pode estar relacionada com a amplitude na tensão da base de dados observados. Apesar de apresentar apenas 15 pontos em comparação aos 32 pontos

dos dados de campo, os valores de tensão amostrados no laboratório abrangendo uma maior faixa de tensão, variaram de 293,9 a 1980 kPa, fazendo com que os modelos apresentem melhor ajuste mesmo com número menor de dados. Para os dados de campo o modelo de Brooks & Corey (1964) apresentou ligeiramente melhor ajuste que o modelo de Van Genuchten (1980) como pode-se observar pelos gráficos e menores valores de RMSE e MAE e maior índice de concordância d (Tabela 1).

Silva et al. (2006) atentam para a adequada escolha da quantidade de pontos a serem amostrados e usados para o ajuste da curva de retenção e reforçam que a utilização arbitrária de um determinado conjunto de pontos, sem um critério de seleção estatístico definido, pode resultar em curvas de retenção de água não representativas do solo. Por isso, é fundamental o estudo que leve à definição do número mínimo e à melhor combinação de pontos, em bases estatísticas, que resulte na descrição adequada da curva de retenção da água do solo.

A escolha do método para obtenção dos dados e dos modelos para ajuste da curva é crucial para que essa curva seja a mais representativa da realidade e possa ser utilizada com confiança também em pesquisas com modelagem do transporte de água e solutos no solo (REZANEZHAD et al., 2016).

CONCLUSÕES

Os modelos avaliados mostraram-se eficientes no ajuste da curva de retenção e na estimativa da umidade do solo em função da tensão de água aplicada. Foi possível observar que os ajustes a partir de dados oriundos das avaliações em laboratório apresentaram-se ligeiramente superiores para os modelos de Van Genuchten (1980) e Brooks & Corey (1964).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROOKS, R. H.; COREY, A. T. 1964. **Hydraulic properties of porous media**. Hydrology Paper No. 3, Colorado State University, Fort Collins, CO, 27 pp.
- NASCIMENTO, P. D. S.; BASSOI, L. H.; PAZ, V. D. S.; VAZ, C. M. P.; NAIME, J. D. M.; MANIERI, J. M. **Estudo comparativo de métodos para a determinação da curva de retenção de água no solo**. Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2010.

REZANEZHAD, F.; PRICE, J. S.; QUINTON, W. L.; LENNARTZ, B.; MILOJEVIC, T. E.; VAN CAPPELLEN, P. Structure of peat soils and implications for water storage, flow and solute transport: A review update for geochemists. **Chemical Geology**, v. 429, p. 75-84, 2016.

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.

SILVA, E. M.; LIMA, J. E. F. W.; AZEVEDO, J. A. de; RODRIGUES, L. N. Valores de tensão na determinação da curva de retenção de água de solos do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 323-330, 2006.

SOARES, F. C.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; RUSSI, J. L.; VIVAN, G. A. Redes neurais artificiais na estimativa da retenção de água do solo. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 293-300, 2014.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, p. 892-898, 1980.