

## INFLUÊNCIA DA TEXTURA DO SOLO SOBRE OS PARÂMETROS DOS MODELOS DE VAN GENUCHTEN E BROOCKS E COREY

*Donizete dos Reis Pereira, Danilo Pereira Ribeiro*

Universidade Federal de Viçosa/DEA, Campus Universitário, Viçosa-MG, [doniagri@yahoo.com.br](mailto:doniagri@yahoo.com.br)

**Resumo-** Os modelos de van Genuchten e Brooks e Corey são utilizados para estimar a curva de retenção de água no solo, a qual é de grande importância para o dimensionamento e o manejo de sistemas de irrigação. Objetivou-se com este trabalho, analisar a influência de diferentes texturas de solos sobre os parâmetros da curva de retenção de água determinados pelos modelos de van Genuchten e Brooks e Corey. As texturas analisadas foram a argilosa, a média e a arenosa. Observou-se que a textura do solo influencia diretamente os parâmetros das curvas de retenção de água no solo, principalmente os parâmetros  $n$  do modelo de van Genuchten e o  $\alpha$  de Brooks e Corey.

**Palavras-chave:** Textura do solo, parâmetros da curva de retenção, modelos matemáticos

**Área do Conhecimento:** Engenharia de Água e Solo

### Introdução

A relação entre o teor de água no solo e a energia com que a água está retida no solo, denomina-se curva de retenção de água no solo. A representação desta relação na forma de curva permite uma avaliação precisa e rápida da disponibilidade de água dos solos para as plantas. A sua adequada determinação é de grande importância na agricultura irrigada, tanto no que se refere ao dimensionamento de sistemas de irrigação quanto ao manejo desses sistemas e, também, na análise quantitativa do movimento da água no solo.

No entanto, sua determinação consome muito tempo e está sujeita aos processos de histerese (KLUTE, 1986), fazendo com que pesquisadores propusessem modelos matemáticos para a predição da curva de retenção de água com base em propriedades físicas do solo. Dentre esses modelos, os de van Genuchten (1980) e Brooks e Corey (1964) são um dos mais utilizados.

Os atributos do solo que podem influenciar na retenção de água, com maior ou menor intensidade, são a umidade, a estrutura, a textura, o tamanho e distribuição dos poros, o conteúdo de matéria orgânica e os óxidos de ferro livre (KLUTE, 1986). Alguns estudos têm focado na análise da influência das características do solo sobre a curva de retenção de água, dentre elas a textura (MARTINEZ et al., 1995; CARVALHO et al., 2000), considerada uma das mais importantes.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, analisar a influência de diferentes texturas de solos sobre os parâmetros da curva de retenção de água determinados pelos modelos de van Genuchten e Brooks e Corey.

### Metodologia

Para a realização do presente trabalho, foram utilizados três solos de texturas diferentes. Nas Tabelas 1, 2 e 3 apresentam-se os tipos e texturas dos solos analisados, com as suas respectivas análises granulométricas, valores de potencial matricial e de umidade volumétrica.

Tabela 1. Tipo e textura do solo, análise granulométrica, potencial matricial (h) e umidade volumétrica ( $\theta$ ).

Latossolo Amarelo	Textura: Argilosa
Argila (%)	62
Silte (%)	15
Areia (%)	23
h(- kPa)	$\theta(\text{cm}^3 \text{cm}^{-3})$
0	0,561
1	0,460
2	0,442
4	0,427
10	0,422
30	0,410
50	0,405
100	0,391
500	0,310
1500	0,306

Fonte: Marques et al. (2004)

Tabela 2. Tipo e textura do solo, análise granulométrica, potencial matricial (h) e umidade volumétrica ( $\theta$ ).

Franco argiloso		Textura: média
Argila (%)		41
Silte (%)		16
Areia (%)		43
h (-kPa)	$\theta$ (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	
0	0,387	
10	0,274	
33	0,219	
100	0,16	
300	0,143	
500	0,137	
800	0,135	
1000	0,132	
1200	0,126	
1500	0,118	

Fonte: Lacerda et al. (2005)

Tabela 3. Tipo e textura do solo, análise granulométrica, potencial matricial (h) e umidade volumétrica ( $\theta$ ).

Franco argilo-arenoso		Textura: Arenosa
Argila (%)		30
Silte (%)		15
Areia (%)		55
h (-kPa)	$\theta$ (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	
0,1	0,338	
1	0,295	
2	0,28	
4	0,235	
7	0,22	
10	0,213	
20	0,2	
50	0,188	
500	0,165	
1500	0,157	

Fonte: Silva (2005)

A partir dos dados de potencial matricial e de umidade volumétrica obtidos nas tabelas 1, 2 e 3, foram determinados os parâmetros dos modelos de van Genuchten (1980) e Brooks e Corey (1964), utilizados para estimar a curva de retenção de água no solo.

No modelo de van Genuchten (1980) a retenção de água no solo é dada pela equação (1):

$$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) [1 + (\alpha h)^n]^{-m} \quad |h| \geq 0 \quad (1)$$

em que

$\theta$  = umidade atual do solo, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>;

$\theta_r$  = umidade residual do solo, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>;

$\theta_s$  = umidade do solo na saturação, cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>;

h = potencial matricial, cm;

$\alpha$  e n = parâmetros de ajuste do modelo, adimensional; e

m = 1 - 1/n.

No modelo de Brooks e Corey (1964) a retenção de água no solo é estimada pela equação (2) e (3):

$$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left( \frac{hb}{h} \right)^\lambda \quad |h| > |hb| \quad (2)$$

$$\theta = \theta_s \quad |h| \leq |hb| \quad (3)$$

em que

hb = potencial matricial de entrada de ar, cm; e

$\lambda$  = índice de distribuição de tamanho de poros, adimensional.

## Resultados

Na Figura 1, apresentam-se as curvas de retenção de água dos solos de textura arenosa, média e argilosa, obtidas com os modelos de van Genuchten (VG) e Brooks e Corey (BC).

Na Figura 1, notam-se pelo ajuste das curvas, que os modelos de van Genuchten e Brooks e Corey apresentaram pequenas variações nos dados. No entanto, para o solo argiloso, os modelos apresentaram uma pequena variação na faixa de potenciais matriciais maiores.

Verifica-se também, maior retenção de água pelo solo de textura argilosa e uma menor declividade na sua curva em comparação aos solos de textura média e arenosa.

Na Tabela 4, apresentam-se os valores dos parâmetros ajustados pelos modelos de van Genuchten e Brooks e Corey para os solos em estudo. Observa-se, que  $\theta_r$  foi maior para o solo de textura arenosa, média e argilosa, nesta

seqüência e que  $\theta_r$  ajustado para o solo argiloso por ambos os modelos foi de  $0,000 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ .

Com relação ao parâmetro  $\alpha$  do modelo de van Genuchten, este apresentou maior variabilidade entre as classes de solos, apresentando um valor de maior magnitude (29,124) para o solo de textura argilosa.

Os solos de textura média e arenosa apresentaram valores maiores para o parâmetro  $n$  do modelo de van Genuchten em comparação ao de textura argilosa, sendo esses de 1,369 e 1,429, respectivamente.

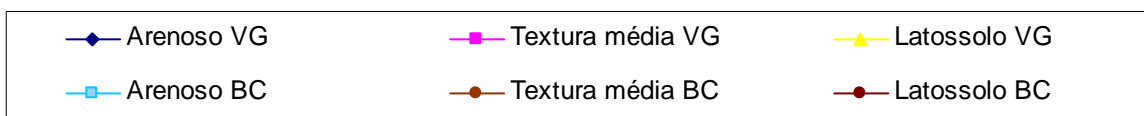
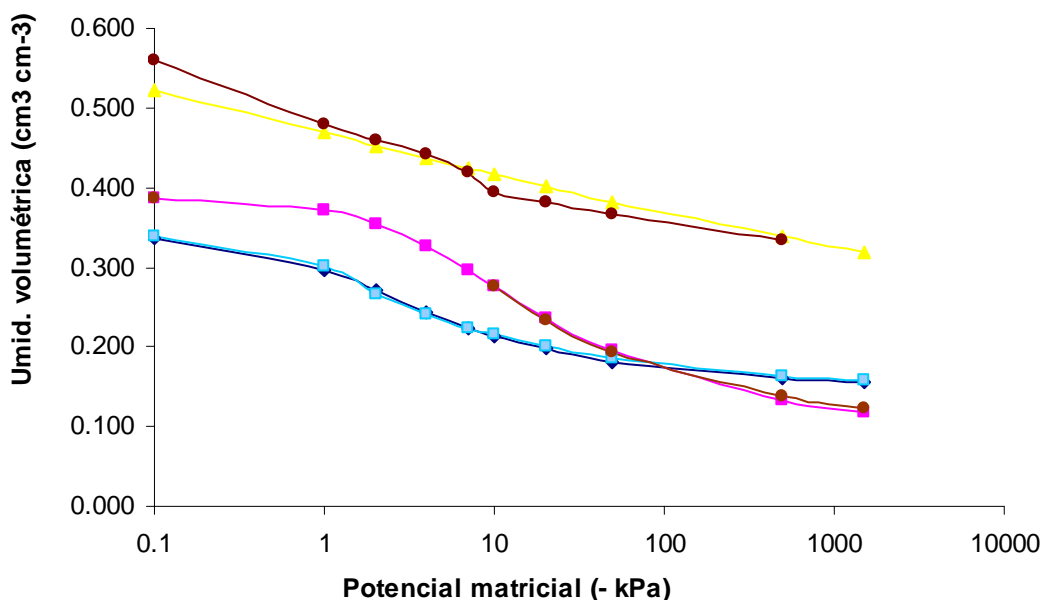


Figura 1. Curvas de retenção de água no solo ajustadas com os modelos de van Genuchten e Brooks e Corey.

Tabela 4. Parâmetros ajustados dos modelos de van Genuchten e Brooks e Corey.

Textura	van Genuchten				Brooks e Corey		
	$\theta_r$ ( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ )	$\alpha$	$n$	$m$	$\theta_r$ ( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ )	$\lambda$	$h_b$ (cm)
Argilosa	0,000	29,124	1,053	0,050	0,000	0,058	15,386
Média	0,087	0,308	1,369	0,269	0,099	0,394	0,341
Arenosa	0,149	1,184	1,429	0,300	0,147	0,353	1,870

Ainda analisando a Tabela 4, verifica-se que o parâmetro  $\lambda$ , do modelo de Brooks e Corey tendeu a aumentar com a redução no teor de argila do solo, apresentando valores próximos para os solos de textura média e arenosa, sendo de 0,394 e 0,353, respectivamente. Martinez et al. (1995) também obtiveram aumento nos valores de  $\lambda$  com a redução na porcentagem de argilas dos solos.

O parâmetro  $\lambda$  reflete o índice de distribuição do tamanho de poros, sendo equivalente ao parâmetro  $n$  do modelo de van Genuchten.

Quanto ao parâmetro  $h_b$ , esse foi maior para o solo argiloso, apresentando um valor de 15,386, enquanto os solos de textura média e arenosa apresentaram valores de 0,341 e 1,870 (Tabela 4), respectivamente.

Nas Figuras 2, 3 e 4, apresenta-se as curvas estimadas pelos modelos de van Genuchten e Brooks e Corey ajustadas aos dados observados para cada solo. Na Tabela 5, apresenta-se o valor de  $R^2$  obtido pelo ajuste dos dados estimados com

os modelos aos dados observados apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Observa-se pelas Figuras 1, 2 e 3 e também pela Tabela 5, ótimos ajustes dos dados simulados pelos modelos aos dados observados. Na Tabela 5, pode-se observar valores de  $R^2$  superiores a 0,93 para todos os tipos de solo.

Tabela 5. R<sup>2</sup> obtido pelo ajuste dos dados simulados pelos modelos aos dados observados.

Textura dos solos	R <sup>2</sup>	
	van Genuchten	Brooks e Corey
Argilosa	0,945	0,938
Média	0,995	0,996
Arenosa	0,992	0,992

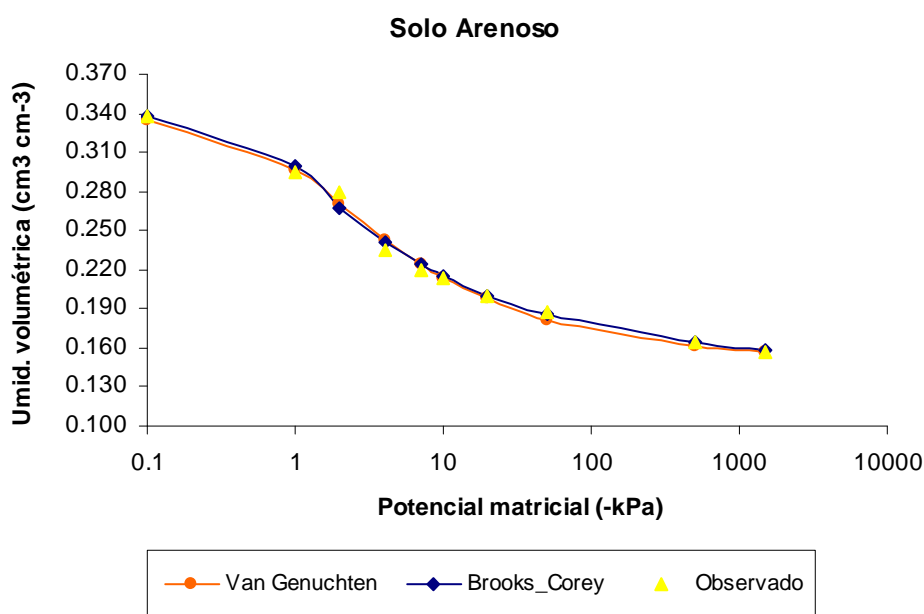


Figura 2. Curva de retenção estimada pelos modelos de van Genuchten e Brooks e Corey ajustada aos dados observados.

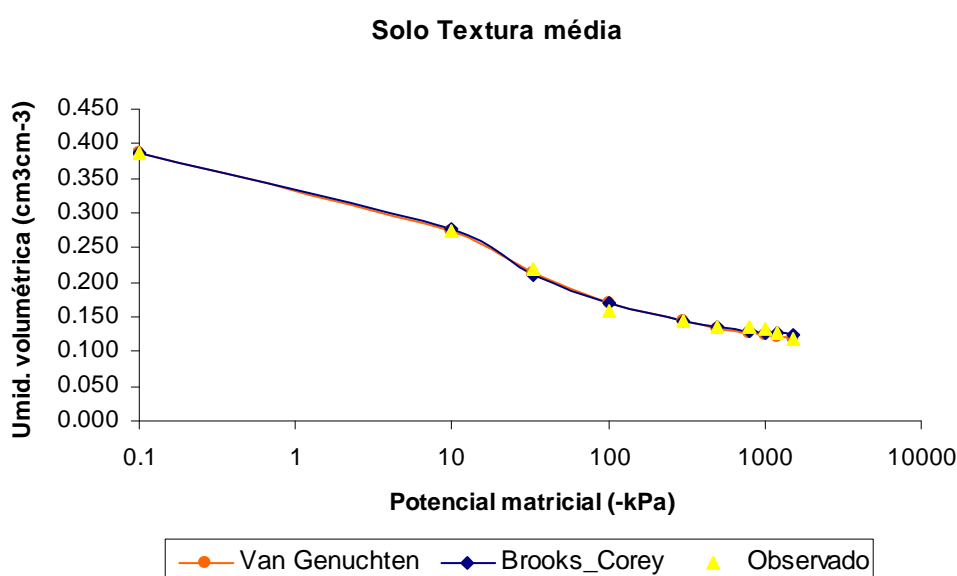


Figura 3. Curva de retenção estimada pelos modelos de van Genuchten e Brooks e Corey ajustada aos dados observados.

## Solo Argiloso

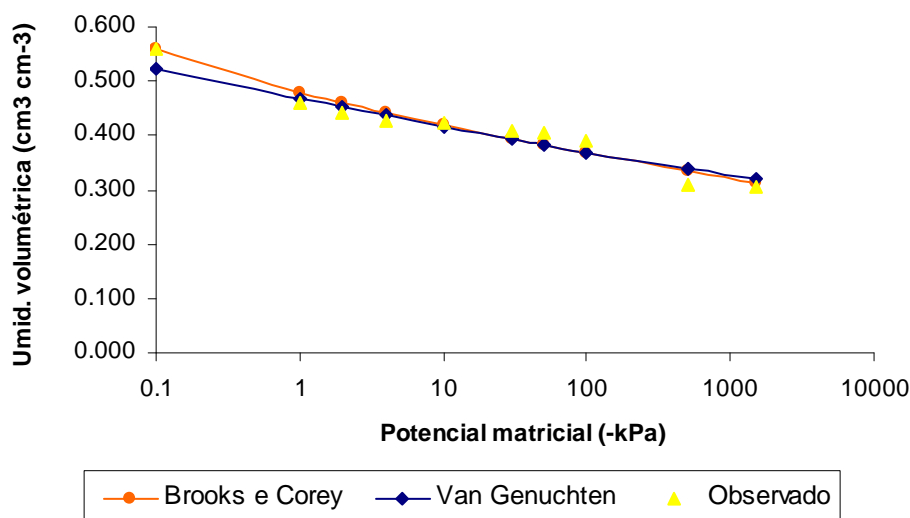


Figura 4. Curva de retenção estimada pelos modelos de van Genuchten e Brooks e Corey ajustada aos dados observados.

## Discussão

A diferença entre os dois modelos na faixa de potenciais maiores é explicada pelo fato do modelo de Brooks e Corey levar em consideração o potencial matricial de entrada de ar ( $h_b$ ) e o de van Genuchten não.

O maior valor de  $h_b$  obtido para o solo de textura argilosa é um indicativo de que esse solo possui uma maior desuniformidade na distribuição de seus poros.

No solo de textura argilosa, a retenção de água é maior devido à adsorção da água junto às suas partículas, ocorrer com maior magnitude. Portanto, os resultados de umidade residual (Tabela 4) estimada pelos modelos de van Genuchten e Brooks e Corey não era esperado. Entretanto, no momento da estimativa dos parâmetros, se nenhuma restrição for imposta ao parâmetro  $\theta_r$ , esses resultados observados no estudo podem acontecer, uma vez que os modelos utilizam um algoritmo para melhor ajustar os dados estimados aos observados. Resultados semelhantes ao do estudo foi observado por Marques et al. (2004).

A maior retenção de água no solo argiloso está relacionada ao menor valor de  $n$  (1,053) obtido em comparação aos solos analisados, proporcionando uma declividade mais suave na sua curva. A declividade da curva de retenção é diretamente influenciada pelo parâmetro  $n$  do modelo de van Genuchten e pelo parâmetro  $\lambda$  do modelo de Brooks e Corey, o qual também influencia na dispersão das curvas de retenção de água.

## Conclusão

Pode-se concluir que a textura influencia em maior ou menor magnitude os parâmetros da curva de retenção de água no solo ajustados pelos modelos de van Genuchten e Brooks e Corey.

## Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudo.

## Referências

- BROOKS, R.H.; COREY, C.T. Hydraulic properties of porous media. Fort Collins, Colorado State University, 1964. (**Hydrology Paper**, 3).
- CARVALHO, J. M.; LIMA, L. A. Influência da adição de hidróxido de sódio na retenção de água de um Latossolo Vermelho-Escuro. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.2, p.450-457, 2000.
- KLUTE, A.; DIRKSEN, C. **Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods**. In: KLUTE, A. Methods of soil analysis. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986.
- LACERDA, R. D.; GUERRA, H. O. C.; BARROS JUNIOR, G.; CAVALCANTI, M. L. F. Avaliação de um TDR para determinação do conteúdo de água do solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v.5, n.1, 12p. 2005.

- MARQUES, J. D. O.; LIBARDI, P. L.; TEIXEIRA, W. G.; REIS, A. N. Estudo de parâmetros físicos, químicos e hídricos de um Latossolo Amarelo, na região amazônica. **Acta Amazonica**, Manaus, Amazonas, v. 34, n. 2, p. 145-154, 2004.

- MARTINEZ, M. A.; TIMM, L. C.; MARTINS, J. H.; FERREIRA, P. A. Efeito da textura do solo sobre os parâmetros de alguns modelos matemáticos usados para estimar a curva de retenção de água no solo. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 4, p. 1-9, 1995.

- SILVA, A. M. **Banco de dados de curva de retenção de água no solo de solos brasileiros**. 2005. 125p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

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