

DETERMINAÇÃO DA CURVA DE RETENÇÃO DE ÁGUA EM UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DE COMPORTAMENTO BIMODAL POR MEIO DO MÉTODO DO PAPEL FILTRO

LUCAS MARTINS GUIMARÃES¹, MARIANA C. MELO², EDU LEANDRO MELO³,
PAOLA CAROLINE SILVA⁴, ALBERTO CARVALHO SILVA⁵

¹Prof. D.Sc. - Universidade Federal de Viçosa – *Campus* de Rio Paranaíba

Fone: (34) 3855-3240 guimaraeslm@ufv.br

²Mestranda em Agronomia - Universidade Federal de Viçosa – *Campus* de Rio Paranaíba,

³Estudante de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa – *Campus* de Rio Paranaíba

⁴Estudante de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa – *Campus* de Rio Paranaíba

⁵Prof., D.Sc. - Universidade Federal de Viçosa – *Campus* de Rio Paranaíba

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: O estudo do movimento de água nos solos não saturados tem aplicação em uma ampla variabilidade de projetos de engenharia, incluindo os relacionados ao uso racional da água na irrigação. As três variáveis usadas para caracterizar o comportamento hidráulico dos solos não saturados são: o teor de umidade volumétrico, a matriz de sucção (diferença entre a pressão de ar e água), e a resistência que a água encontra para atravessar a camada de solo, dado por um coeficiente K, ou coeficiente de permeabilidade. Estes parâmetros são comumente utilizados para quantificar a variação de umidade do solo, tanto na profundidade quanto no tempo. Neste trabalho foram determinadas as curvas de retenção de água no solo (CRA) de um latossolo vermelho-amarelo, por meio do método do papel filtro. Foram determinados suções na faixa de 10 KPa a 6000 KPa, para três profundidades diferentes (0,2-0,4 m, 0,4-0,6 m e 0,6-0,8 m) distribuídos em 5 pontos distintos, numa área de 4000 m². As curvas tiveram um comportamento bimodal e foram ajustadas pelos modelos de Van Genuchten e Gardner.

PALAVRAS CHAVES: Comportamento bimodal, solos não saturados, papel filtro.

DETERMINATION OF THE WATER RETENTION CURVE IN A BIMODAL BEHAVIOR RED-YELLOW LATOSOL USING THE FILTER PAPER METHOD

ABSTRACT: The study of the movement of water in unsaturated soils has application in a wide variability of engineering projects, including those related to the rational use of water in irrigation. The three variables used to characterize the hydraulic behavior of unsaturated soils are: volumetric moisture content, suction matrix (difference between air and water pressure), and the resistance that the water encounters to cross the soil layer, given by a coefficient K, or coefficient of permeability. These parameters are commonly used to quantify soil moisture variation, both in depth and in time. In this work the water retention curves were determined in the soil of a red-yellow latosol, by means of the filter paper method. Sufficiencies were determined in the range of 10 KPa to 6000 KPa, at three different depths (0,2-0,4 m; 0,4-0,6 m and 0,6-0,8 m) distributed in 5 distinct points in an area of 4000 m². The curves had a bimodal behavior and were adjusted by the models of Van Genuchten and Gardner.

KEYWORDS: Bimodal behavior, unsaturated soils, filter paper.

INTRODUÇÃO: Dependendo do tipo de solo e do projeto de Engenharia que se analisa, o solo deverá reagir diferentemente em relação a perda ou ganho de umidade. Segundo

McCARTNEY (2007), três variáveis podem ser usadas para caracterizar o comportamento hidráulico dos solos não saturados: o teor de umidade volumétrico, a matriz de sucção (diferença entre a pressão de ar e água), e a resistência que a água encontra para atravessar a camada de solo, dado por um coeficiente K, ou coeficiente de permeabilidade. A relação entre o teor de umidade volumétrico e a matriz de sucção é chamada de curva característica do solo ou curva de retenção de água. As medidas de sucção tanto em laboratório como em campo pode-se ter uma série de dificuldades experimentais, e comumente deve-se recorrer a diferentes técnicas de ensaio com intuito de se conhecer o potencial matricial dentro de uma faixa ampla, que seja suficiente para utilização prática. Para fins de projetos de irrigação, CARDUCCI et al., (2011) destaca que apesar de ser considerada indisponível às plantas, estudos visando quantificar a água residual retida nos solos tornam-se fundamentais. Uma vez que essa pode ser determinante na regulação de processos bioquímicos microbianos no solo, na reindução da tolerância à dessecação de sementes germinadas e plântulas quando submetidas a elevado potencial matricial ($\psi_m > 1.500$ kPa), além de poder atuar como agente lubrificante entre agregados, quando o solo é submetido a pressões externas durante as operações mecanizadas. Por se tratar de uma técnica confiável, econômica e amplamente utilizada para determinação da CRA, neste trabalho foi utilizado a técnica do papel filtro. Esta técnica parte do princípio que, quando um solo é colocado em contato com um material poroso que tenha capacidade de absorver água, a mesma irá passar do solo para os poros do material, até que o equilíbrio entre a sucção dos dois materiais seja alcançado. Tendo-se a relação entre sucção e umidade do material poroso (calibração), a sucção do solo pode ser obtida referindo-se à curva de calibração. O estado de equilíbrio fornece a mesma sucção no solo e no material poroso, porém com umidades diferentes.

MATERIAIS E MÉTODOS: Este trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba, MG, nas coordenadas 19° 12' 43" S e 46° 07' 56" W, com altitude média de 1128 m. O local é denominado CRP1 (Campus Rio Paranaíba 1). Foram realizados ensaios em cinco pontos equidistantes. As CRA (Curvas de Retenção de Água no solo) foram determinadas utilizando o método do papel filtro nas profundidades 0,2-0,4 m, 0,4-0,6 m e 0,6-0,8 m. Devido à alta porosidade do solo nas profundidades 0-0,2 m, não foi possível a determinação das CRA por meio do método do papel filtro. O ensaio pelo método do papel filtro é padronizado pela ASTM D-5298 (*Standard Test Method for Measurement of Soil Potential (Suction) Using Filter Paper*). Para retirar as amostras indeformadas, foram confeccionados anéis em PVC com 0,05m de diâmetro e 0,02 m de altura, em média. Para realização da técnica do papel filtro, foi utilizado o papel filtro Whatman nº 42. As CRAs deste trabalho foram obtidas por meio de secagem, onde todas as amostras são umedecidas até saturação completa e expostas as condições ambientais para secagem, até o valor de saturação desejado. Após o contato em sete dias do papel filtro com o solo, obteve-se o teor de umidade do papel filtro (w), e a sucção matricial do solo (ψ) é determinada utilizando as curvas de calibração do papel filtro Whatman N°42, obtidas por CHANDLER et al., (1992). Os modelos de van Genuchten (1980) (Equação 1) e de Gardner (1958) (Equação 2) foram escolhidos para ajustar a CRA aos pontos experimentais. Os parâmetros α , m , n foram obtidos por otimização, minimizando-se a diferença entre os resultados experimentais e teóricos, utilizando-se, para isso, a ferramenta *Solver* do programa *Excel*.

$$\theta_w(\psi) = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{(1 + (\alpha \times \psi)^n)^m} \quad (1)$$

$$\theta_w(\psi) = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{1 + (\alpha \times \psi)^n} \quad (2)$$

Em que:

- Ψ : sucção matricial (cm);
- θ_w : teor de umidade volumétrica (cm^3/cm^3);
- θ_s e θ_r : teor de umidade volumétrica de saturação e residual (cm^3/cm^3);
- α_v : parâmetro de ajuste da curva (cm^{-1});
- n,m: parâmetros de ajuste, $m=1-1/n$;
- θ_1 : teor de umidade volumétrico obtido em laboratório;

RESULTADOS E DICUSSÃO: O material coletado foi da superfície até 0,8 m. Em toda área amostral, a profundidade 0 – 0,2 m o solo possuía uma textura fofa, com pequena presença de matéria orgânica. De acordo com o Sistema Unificado de Classificação de Solos (USCS), o solo foi classificado como CL, caracterizando uma argila de baixa compressibilidade. A classificação pedológica do material é LVAd1 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, distrófico, típico A moderado textura argilosa; fase cerrado, relevo plano e suave ondulado. Observa-se pelas curvas granulométricas a homogeneidade do material e o alto teor de material fino, variando de 72% a 90 %. Nas Figuras 1,2, e 3 são apresentadas as CRA ajustadas pelos modelos nas profundidades de 0,2-0,4 m, 0,4-0,6 m e 0,6-0,8m. Na Figura 4 é apresentada a CRA ajustada pelo modelo de duplo de Van Genutchen de todos os pontos amostrais. Segundo CARDUCCI et al., (2011), os Latossolos da região do Cerrado brasileiro, em função da mineralogia da fração argila e estrutura granular, apresentam elevado volume de poros grandes e de poros extremamente pequenos, não mostrando significativo volume de poros intermediários, o que faz com que neles a disponibilidade de água para as plantas seja baixa.

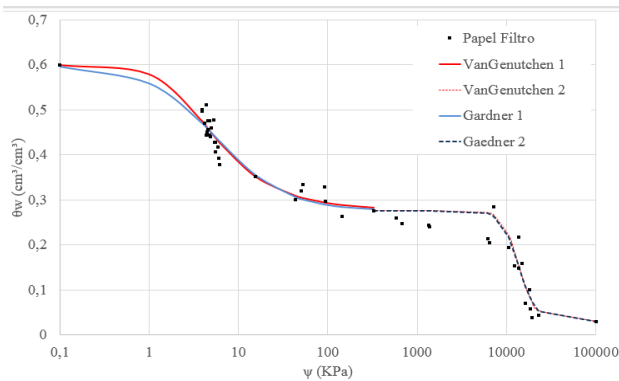


FIGURA 2: CRA na profundidade 0,2-0,4 m.

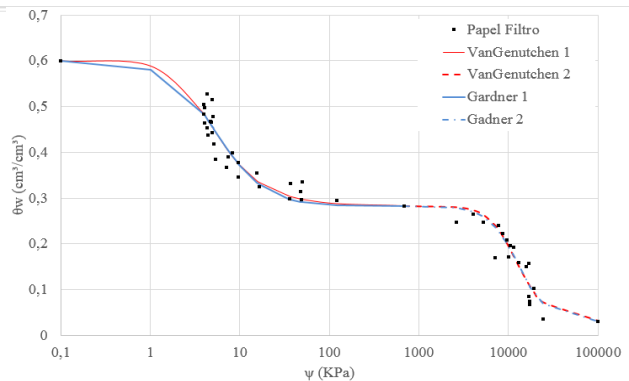


FIGURA 3: CRA na profundidade 0,4-0,6 m.

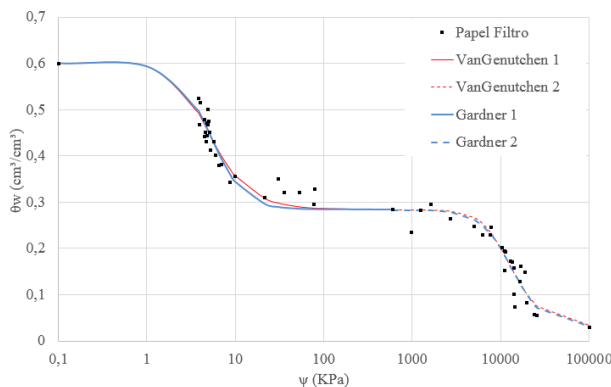


FIGURA 4: CRA na profundidade 0,6-0,8 m.

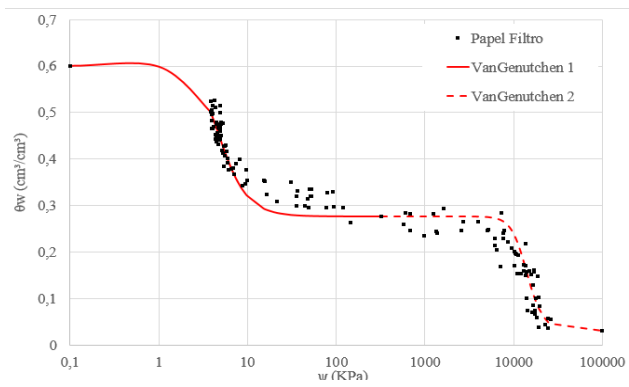


FIGURA 5: Média da CRA.

Consequentemente, a distribuição de poros por tamanho nesses solos é caracterizada por apresentar predominantemente duas classes de poros distintos: a primeira, relacionada àqueles muito grandes, que promovem rápida drenagem interna do solo; e a segunda, a poros muito pequenos, nos quais a água é retida com energia muito alta, caracterizando-a como água higroscópica (OLIVEIRA et al., 2004). O comportamento bimodal da curva de retenção de água no solo reflete essas classes de poros, em que o primeiro ponto de inflexão ocorre sob baixos potenciais matriciais (entre 1 e 10 kPa), ao passo que o segundo ponto ocorre sob potenciais muito altos (entre 8.000 e 20.000 kPa) (Figuras 2 até 5). Adotou-se neste trabalho um ajuste duplo também por Gardner, sobrepondo quase por completo o ajuste duplo de Van Genuchten.

CONCLUSÕES: As CRA do latossolo possui comportamento bimodal, devido a macroporosidade do material. Os modelos escolhidos se ajustaram com boa precisão aos pontos determinados em laboratório. A adaptação de Gardner para a curva bimodal adequou-se tão bem quanto a de van Genuchten.

REFERÊNCIAS

- ASTM D-5298-03. **Standard test method for measurement of soil potential (suction) using filter Paper**, 2003.
- CARDUCCI, C. E.; DE OLIVEIRA, G. C.; SEVERIANO, E. C.; ZEVIANI W. M. **Modelagem da Curva de Retenção de Água de Latossolos Utilizando a Equação Duplo Van Genuchten**. Revista Brasileira de Ciências do Solo. 35:77-86, 2011.
- GARDNER, W. **Some steady-state solutions of the unsaturated moisture flow equation with applications to evaporation from a water table**. Soil Science. 85, 228-232. 1958.
- McCARTNEY, J. S, **Determination of the Hydraulic Characteristics of Unsaturated Soils using a Centrifuge Permeameter**. Ph.D. Dissertation, University Texas, 388p, 2007.
- SEVERIANO, E. C. **Alterações estruturais de Latossolos representativos da região do cerrado e potencial de uso de solos cultivados com cana-de-açúcar**. Lavras, MG, Universidade Federal de Lavras, 2010. 148p. (Tese de Doutorado).
- OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D. V. S. & CURI, N. **Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo**. R. Bras. Ci. Solo. 28:327-336, 2004.
- VAN GENUCHTEN, M. **A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils**. Soil Sci. Soc. Am. J. 44, 892-898. 1980.