

CALIBRAÇÃO DE SENSORES DE UMIDADE TIPO RESISTÊNCIA ELÉTRICA PARA LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO

M. K. KOBAYASHI¹, A. IZZO NETO², I. C. SILVA NETA², R. A. BORGHETTI², T. S. A. MONTEIRO², F. H. S. FARIA³, S. R. dos SANTOS⁴

RESUMO: Os sensores de umidade do solo tipo resistência elétrica requerem calibração para diferentes tipos de solo. Este trabalho teve como objetivo a calibração de sensores de umidade do solo tipo resistência elétrica, tomando como referência o método gravimétrico. Os procedimentos foram realizados no Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros, localizado em Janaúba – MG. Foi utilizado solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com textura argilosa, coletados nas profundidades 0 – 20 cm e 20 – 40 cm. O solo foi previamente peneirado e colocado em vasos com capacidade de 2 litros e pesados (Pu), foram utilizados oito vasos para cada profundidade. A seguir, ajustou-se a equação proposta por VAN GENUCHTEN (1980) para obtenção dos parâmetros, utilizando o software SWRC versão 3.00 beta (DOURADO NETO et al., 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância. A análise de variância do modelo revelou-se significativo a 1%. Foi ajustado as seguintes equações respectivamente para as profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm,

$$U = 0,050 + \frac{(0,385 - 0,050)}{\left(1 + (0,0010.\psi)^{0,4612}\right)^{8,8992}} (r^2 = 0,97) \text{ e } U = 0,035 + \frac{(0,384 - 0,035)}{\left(1 + (0,0002.\psi)^{0,3211}\right)^{9,5839}} (r^2 = 0,97)$$

PALAVRAS-CHAVE: umidade do solo, potencial matricial

¹ Professor, D.Sc., Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES. End.: Av. Reinaldo Viana, 2630, Janaúba-MG, tel.: (38) 3821-2756, e-mail: mauro.koji@unimontes.br.

² Graduando de agronomia, UNIMONTES

³ Professor, M.Sc., Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros, Doutorado, Depto Engenharia Agrícola/UFLA

⁴ Professor, M.Sc., Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros, Doutorado, Depto Engenharia Agrícola/UFV

ABSTRACT: The objectives of the present study were the calibration of soil moisture sensors, using as reference a gravimetric method. The experiment was carried out at the Hydraulics and Irrigation Laboratory of Department of Agricultural Sciences at the State University of Montes Claros, located in Janaúba - MG. Was used soil classified as reddish-yellow Oxisol, collected at depth from 0 to 20 cm and 20 to 40 cm. The soil was placed two liters capacity pots (Pu), eight pots were used for each depth. The Van GENUCHTEN models were adjusted with the SWRC software. The dates were submitted to analysis of variance. The analysis of variance of the model proved to be significant at 1%. The following equations adjust for the depths of 0-20 cm $U = 0,050 + \frac{(0,385 - 0,050)}{(1 + (0,0010.\psi)^{0,4612})^{8,8992}} \quad (r^2 = 0,97)$ and $U = 0,035 + \frac{(0,384 - 0,035)}{(1 + (0,0002.\psi)^{0,3211})^{9,5839}} \cdot (r^2 = 0,97)$ for 20-40 cm ,

KEY-WORD: soil moisture, matric potential

INTRODUÇÃO

Em uma visão mais atual, dentro do foco empresarial do agronegócio, a irrigação é uma estratégia para elevar a rentabilidade da propriedade agrícola por meio do aumento da produção e da produtividade de forma sustentável (preservando o meio ambiente) e com maior geração de emprego e renda com enfoque nas cadeias produtivas (BERNARDO et al., 2006).

Para que a planta consiga absorver do solo a água necessária ao seu desenvolvimento, ela deve estar disponível. Muito antes de o solo atingir o ponto de murcha permanente (Pm), a água já deixa de ser facilmente disponível, ou seja, a planta já não consegue absorver a quantidade de água necessária para o seu metabolismo e sua transpiração sem que haja diminuição da produtividade da cultura.

Em regiões áridas, onde a água é fator limitante, as pesquisas devem ser desenvolvidas visando planejar irrigações em termos de máxima produção, por unidade de água aplicada. Qualquer planejamento e operação de um projeto de irrigação em que se visem à máxima produção e à boa qualidade do produto, usando de maneira eficiente a água, requerem conhecimentos das inter-relações entre solo-água-planta-atmosfera e manejo de irrigação (BERNARDO et al. 2006).

O monitoramento da umidade do solo é uma das alternativas para se realizar o manejo racional da irrigação. Existem métodos diretos e indiretos de determinação da umidade do solo. Dentre os métodos diretos, o gravimétrico é o mais utilizado, consistindo em amostrar o solo e, por meio de pesagens, determinar a sua umidade gravimétrica, relacionando a massa de água com a massa de sólidos da amostra ou a umidade volumétrica, relacionando o volume de água contido na amostra e o seu volume. O método gravimétrico possui a desvantagem de necessitar de 24 horas ou mais para obter o resultado. Contudo, é o método-padrão para calibração dos métodos indiretos.

Por possuir determinação instantânea da umidade do solo, os sensores se tornam mais adequados para indicar o início e a duração da irrigação. Os principais métodos indiretos baseiam-se em medidas como a moderação de nêutrons, a resistência do solo à passagem de corrente elétrica, a constante dielétrica do solo e a tensão da água no solo. Essas são características do solo que variam com a sua umidade.

Os sensores de umidade do solo tipo resistência elétrica são constituídos de elementos porosos com eletrodos inseridos. A condição no interior do sensor varia em função da umidade do solo. Esta variação é registrada pelos eletrodos inseridos, cuja resistência à passagem de corrente elétrica entre estes diminui com o aumento da umidade. Estes sensores requerem calibração para diferentes tipos de solo.

Este trabalho teve como objetivo a calibração de sensores de umidade do solo tipo resistência elétrica, tomando como referência o método gravimétrico.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos foram realizados no Laboratório de Hidráulica e Irrigação do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros, localizado em Janaúba – MG. Foi utilizado solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com textura argilosa, coletados nas profundidades 0 – 20 cm e 20 – 40 cm. O sensor calibrado é constituído por uma matriz porosa, envolta em uma membrana sintética, para diminuir o efeito dos sais da solução e tem amplitude em relação à tensão do solo de 0 a 200 kPa.

O solo foi previamente peneirado e colocado em vasos com capacidade de 2 litros e pesados (Pu), foram utilizados oito vasos para cada profundidade. No fundo de cada

vaso foram colocadas telas com malha de um milímetro para evitar perdas de solo, posteriormente pesados juntamente com o sensor.

Em cada vaso foi retirado uma amostra para determinação da umidade, que foi utilizado para determinar o peso seco (Ps) de cada amostra:

$$P_s = \frac{P_u}{1 + U}$$

em que: Ps = Peso seco (g)

Pu = Peso úmido (g)

U = Umidade (g/g)

Antes de instalados, os sensores foram submetidos a três ciclos de saturação e secagem ao ar, como recomendado pelo fabricante. As amostras com os sensores instalados no centro do vaso foram saturadas por 24 horas e determinado seu peso.

Os vasos foram cobertos com saco plástico e após a drenagem do excesso de água por 48 horas, foi determinada a umidade na capacidade de campo e realizada a leitura do sensor. A cobertura foi retirada por 24 horas, permitindo a evaporação da água, posteriormente foram cobertos novamente por 24 horas, para a redistribuição da umidade no interior do vaso e então determinada seu peso e realizada a leitura do sensor, assim sucessivamente até o limite de leitura do sensor.

Em todas as leituras, também, foi medida a temperatura do solo. O medidor vem de fábrica com a temperatura do solo ajustada para aproximadamente 24 graus. O potencial foi corrigido, por meio da seguinte equação:

$$\psi_{corr} = \psi + 0,018(T_s - 24^\circ C)$$

em que: ψ_{corr} = Potencial corrigido para a temperatura do solo (kPa);

ψ = Potencial para temperatura de 24°C (kPa);

T_s = Temperatura do solo (°C).

A seguir, ajustou-se a equação proposta por VAN GENUCHTEN (1980) para obtenção dos parâmetros, a qual possui a seguinte fórmula matemática:

$$U = U_r + \frac{(U_s - U_r)}{\left(1 + (\alpha \cdot \psi)^n\right)^m}$$

em que: U = umidade do solo (g/g);

U_r = Umidade residual (g/g);

α , m e n = parâmetros de ajuste.

O ajuste ao modelo de VAN GENUCHTEN (1980) foi realizado, utilizando o software SWRC versão 3.00 beta (DOURADO NETO et al., 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 demonstra que a análise de variância do modelo de van Genuch revelou-se significativo a 1%, cujos parâmetros de ajuste do modelo são mostrados na Tabela 2.

Tabela 1. Análise de variância para o ajuste de regressão para modelo VAN GENUCHTEN (1980) para o cálculo da umidade do solo

FV	Profundidade 0 – 20 cm			Profundidade 20 – 40 cm		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Regressão	2	0,311839	1318,77**	2	0,313911	1104,99**
Resíduo de regressão	80	0,000236		78	0,000284	
Total	82			80		

** - Significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste f

Tabela 2. Parâmetros de ajuste do modelo de van GENUCHTEN (1980) para o cálculo da umidade do solo para duas profundidades.

	Prof. 0 – 20 cm	Prof. 20 – 40 cm
U_r	0,050 g.g ⁻¹	0,035 g.g ⁻¹
U_s	0,385 g.g ⁻¹	0,384 g.g ⁻¹
α	0,0010 kPa ⁻¹	0,0002 kPa ⁻¹
n	0,4612	0,3211
m	8,8992	9,5839
r^2	0,971	0,969

A Figura 1 ilustra a umidade observada e estimada pelas equações,

$$U = 0,050 + \frac{(0,385 - 0,050)}{\left(1 + (0,0010 \cdot \psi)^{0,4612}\right)^{8,8992}} \quad \text{e} \quad U = 0,035 + \frac{(0,384 - 0,035)}{\left(1 + (0,0002 \cdot \psi)^{0,3211}\right)^{9,5839}}, \quad \text{respectivamente}$$

para as profundidades 0 – 20 cm e 20 – 40 cm.

O modelo van GENUCHTEN apresentou elevados valores de coeficiente de ajuste, acima de 0,96, possibilitando a utilização das equações para quantificar o conteúdo de água em tempo real e consequentemente a lâmina de água a ser repostada.

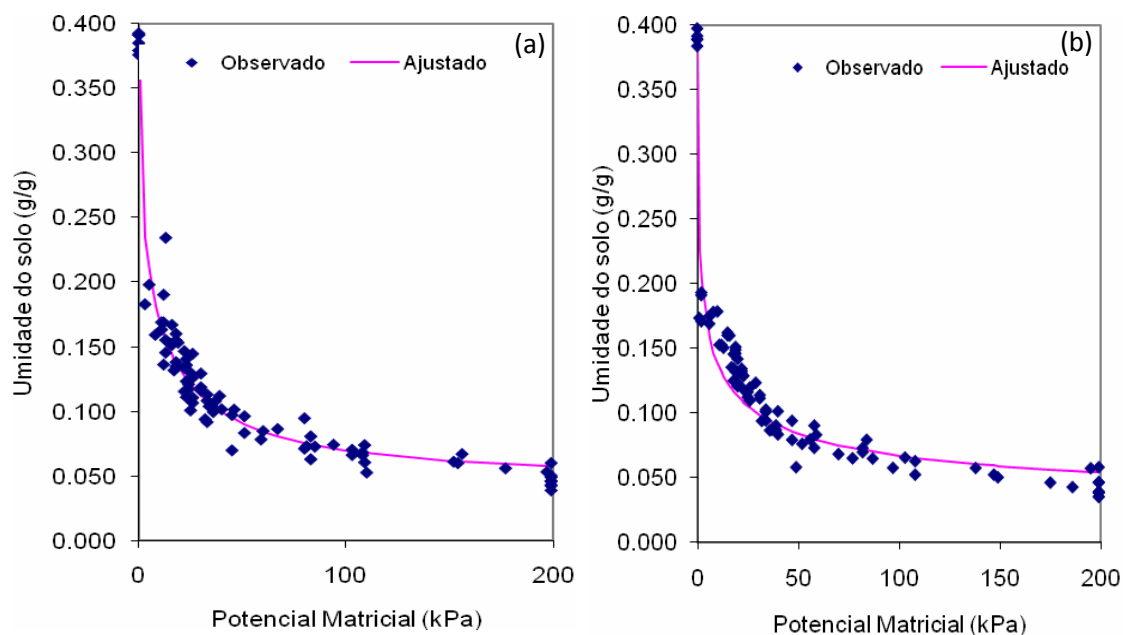


Figura 1. Dados observados de teor de água (U) e respectivas curvas ajustadas pelo modelo de VAN GENUCHTEN (1980), para duas profundidades.

CONCLUSÃO

A análise de variância do modelo de VAN GENUCHTEN revelou-se significativo a 1%, e coeficiente de ajuste de 0,971 e 0,969, respectivamente para as profundidades 0 – 20 cm e 20 – 40 cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação** / Salassier Bernardo, Antonio Alves Soares, Everardo Chartuni Mantovani. – Viçosa: 8º Ed. UFV, 2006. 625p.

DOURADO-NETO, D. et al . Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00). **Sci. agric.**, Piracicaba, v.57, n.1, Mar. 2000. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162000000100031&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 25 de maio de 2009.

van GENUCHTEN, M.T. A Closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, 44:892-898, 1980.