

## AVALIAÇÃO DA SONDA FDR PARA DETERMINAÇÃO DA UMIDADE EM NEOSSOLO FLÚVICO

W. R. S. Costa<sup>1</sup>, P. H. M. de S. Carvalho<sup>2</sup>, J. da S. Silva<sup>3</sup>, T. da S. Felisberto<sup>4</sup>, S. O. P. de Queiroz<sup>5</sup>

**RESUMO:** Um dos grandes desafios do desenvolvimento tecnológico é a redução do consumo de água na agricultura, para isto, tem-se utilizado aparelhos que permitam quantificar a umidade do solo de forma prática e precisa. O objetivo deste trabalho foi analisar e calibrar a sonda FDR, confrontando com o método padrão de estufa em NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico. O experimento foi conduzido na área experimental e no Laboratório de Irrigação e Drenagem localizado no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS/UNEB), no município de Juazeiro – BA. Para o experimento, foram construídos quatro canteiros divididos em nove blocos de 1,00 m<sup>2</sup>. Foram instalados nove tensiômetros na profundidade 0-20 cm e, sendo feito leituras com a sonda FDR diariamente na mesma profundidade. A umidade obtida pela sonda proporcionou desempenho linear e correlação significativa com a umidade determinada pela estufa. No NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico a correlação da umidade gravimétrica e volumétrica com a umidade medida pela sonda FDR é de 99%, sendo divergente do que foi apresentado pelo fabricante. Para as condições experimentais, valores obtidos pela sonda foram mais próximos da umidade gravimétrica, sendo este método recomendado para calibração da sonda FDR.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água no solo, reflectometria no domínio da frequência, curva de retenção.

## FDR PROBE ASSESSMENT FOR DETERMINATION OF MOISTURE IN NEOSSOLO FLÚVICO

<sup>1</sup>Acadêmico de Engenharia Agrônoma, UNEB – Juazeiro - Bahia. Email: ralfw20@gmail.com

<sup>2</sup>Acadêmico de Engenharia Agrônoma, UNEB – Juazeiro - Bahia. Email: pedrocarvalho2008@hotmail.com

<sup>3</sup>Acadêmico de Engenharia Agrônoma, UNEB – Juazeiro - Bahia. Email: jamersonsilva28@gmail.com

<sup>4</sup>Graduado em Engenharia Agrônoma, UNEB – Juazeiro - Bahia, Coordenador de irrigação – AGROVALE. Email: thomazvilbe@hotmail.com

<sup>5</sup>Doutor, Pesquisador e Professor titular da Universidade do Estado da Bahia – UNEB – Juazeiro – Bahia. Email: sopqueiroz@gmail.com

**ABSTRACT:** One of the great challenges of technological development is the reduction of water consumption in agriculture, for this, we have used devices that allow to quantify the soil moisture in a practical and precise way. The objective of this work was to analyze and calibrate the FDR probe, confronting with the standard greenhouse method in NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico. The experiment was conducted in the experimental area and in the Irrigation and Drainage Laboratory located in the Department of Technology and Social Sciences (DTCS / UNEB), in the city of Juazeiro - BA. For the experiment, four beds were divided into nine blocks of 1,00 m<sup>2</sup>. Nine tensiometers were installed at 0-20 cm depth and readings were taken with the FDR probe daily at the same depth. The moisture obtained by the probe provided linear performance and significant correlation with the humidity determined by the greenhouse. In the NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico the correlation of the gravimetric and volumetric humidity with the humidity measured by the FDR probe is of 99%, being divergent of what was presented by the manufacturer. For the experimental conditions, values obtained by the probe were closer to the gravimetric humidity, this method being recommended for calibration of the FDR probe.

**KEYWORDS:** Soil water, reflectometry in frequency domain, retention curve.

## INTRODUÇÃO

Quando se trata de agricultura, a gestão dos recursos hídricos é sempre um problema polêmico, uma vez que a agricultura é responsável pelo consumo de 72% da água potável do Brasil (ANA, 2015). Partido dessa informação faz-se necessária a utilização racional da água potável, sendo essencial o planejamento da irrigação. Com isso uma das alternativas é a realização do manejo da irrigação que pode ser realizado por meio de métodos diretos e indiretos.

Para o manejo eficiente da agricultura irrigada, é essencial conhecer o comportamento da água no solo. Dentre os métodos de determinação do teor de água estão os sensores eletrométricos que vem ganhando espaço em função de sua maior versatilidade (Freitas et al., 2012). Para a caracterização de água no solo por sensores, faz-se necessário compará-los com o método padrão de estufa que possui elevada precisão (EMBRAPA, 1997).

Os métodos diretos apresentam algumas limitações em termos de tempo para obtenção dos resultados. Em contrapartida os métodos indiretos se tornam uma alternativa viável, devido ter uma maior praticidade no manejo da irrigação. Dentre os métodos indiretos, tem-se o FDR

(Reflectometria no domínio da frequência), em que consiste no monitoramento do teor de água no solo pela constante dielétrica (FALKER, 2012).

A sonda FDR tem sido utilizada para auxiliar no monitoramento da água do solo, tendo como principais vantagens o fornecimento de leituras rápidas em profundidade, facilidade de operação e permitir a automatização da coleta de dados (Gardner et al., 1991). No entanto, como qualquer tipo de equipamento destinado à medição indireta de propriedades do solo, sua aplicação deve ser verificada quanto à qualidade dos dados gerados e o grau de fidelidade das medidas com a realidade que se pretende caracterizar. Com isto, o objetivo deste trabalho foi analisar e calibrar a sonda FDR, confrontando com o método padrão de estufa em NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental e no Laboratório de Irrigação e Drenagem localizado no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS) da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), no município de Juazeiro - BA, a 9°25'10" latitude sul e 40°29'16" longitude oeste e altitude de 367 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região de Juazeiro-BA é classificado como BSw<sub>h</sub>, ou seja, clima árido com precipitação anual total média compreendida entre 380 e 760 mm e temperatura média anual do ar maior que 18 °C. De acordo com dados obtidos da estação agrometeorológica da UNEB, cujas coordenadas geográficas são 09°25'S e 40°29'W. O solo da área experimental foi classificado como NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico.

Para o experimento, foram construídos quatro canteiros divididos em nove blocos de 1,0 m<sup>2</sup>, onde foram instalados nove tensiômetros na profundidade 0-20 cm. Foram analisados os teores de água no solo com o aparelho HidroFarm versão (HFM 2010 1.01) no perfil de 0 -20 cm. Com o auxílio de um trado caneco, realizou-se a coleta de nove amostras indeformadas de solo na mesma profundidade. Determinou-se assim, a massa de cada amostra e, em seguida foram colocadas em estufa a uma temperatura média de 105°C, no qual permaneceram até apresentarem massa constante. Em seguida, foi determinada a densidade do solo, umidade gravimétrica e volumétrica do solo conforme as equações 1, 2 e 3 (EMBRAPA, 1997).

$$D_s = M_s / V_c \quad (1)$$

Em que:

$D_s$  = densidade do solo (g cm<sup>-3</sup>);

Ms = massa de solo seco (g);

Vc = volume do anel (cm<sup>3</sup>).

$$U = Ma / Ms \quad (2)$$

Em que:

U = umidade gravimétrica (g g<sup>-1</sup>);

Ma = massa de água (g);

Ms = massa de solo seco (g).

$$\theta = Ds \cdot U \quad (3)$$

Em que:

Θ = Umidade volumétrica (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);

Ds = densidade do solo (g cm<sup>-3</sup>);

U = Umidade gravimétrica (g g<sup>-1</sup>).

Os valores de umidade determinados pela sonda FDR foram confrontados com os obtidos pelo método da estufa (gravimétrico) e analisados pela equação de ajuste ( $Y = a + bx$ ) e pelo coeficiente de correlação (r).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade obtida pela sonda FDR proporcionou desempenho linear e correlação significativa com a umidade determinada pela estufa, com  $r = 0,99$  (Figura 1), quando submetido às condições edafoclimáticas deste experimento. Diante da análise de regressão, constatou-se que a umidade obtida pelo FDR se apresentou mais próxima da umidade gravimétrica do que da umidade volumétrica (que é a informada pelo fabricante como a obtida pelo aparelho), conforme pode ser observado na reta tracejada, que indica o quanto o modelo está próximo da relação 1:1, ou seja,  $y = x$  (Figura 1).

O coeficiente de correlação (r) obtido neste trabalho, de aproximadamente 0,99, é superior ao valor mínimo de 0,84 sugerido por Draper & Smith (1981) e Veiga & Sáfyadi (1999) para ajustes de curvas. Pode-se perceber portanto, que o valor de (r) obtido nesta calibração apresenta valores satisfatórios.

Utilizando os dados do modelo ajustado conforme a Figura 1, calibrou-se a sonda FDR. A calibração foi realizada na faixa de tensão de água no solo de 0 – 52 kPa, sendo possível

obter a curva de retenção de água no solo para esta mesma faixa. O modelo do tipo potencial foi o que proporcionou o melhor ajuste, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,99.

Estes resultados confirmam a eficiência do uso da sonda FDR na caracterização da curva de retenção de água no solo, ou seja, é um excelente instrumento de campo para o monitoramento da irrigação na agricultura. Para aumentar sua precisão, faz-se necessário a calibração para cada tipo de solo.

## CONCLUSÃO

No NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico a correlação da umidade gravimétrica e volumétrica com a umidade medida pela sonda FDR é de 99%, sendo divergente do que foi apresentado pelo fabricante. Para as condições experimentais, valores obtidos pela sonda foram mais próximos da umidade gravimétrica, sendo este método recomendado para calibração da sonda FDR.

## REFERÊNCIAS

ANA (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS) - ANA e Embrapa concluem levantamento sobre irrigação com pivôs centrais no Brasil. Disponível em:

<[http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id\\_noticia=12669](http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12669)>. Acesso em: 13 abr. 2017.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. Applied regression analysis. John Wiley, 1981. 232 p.

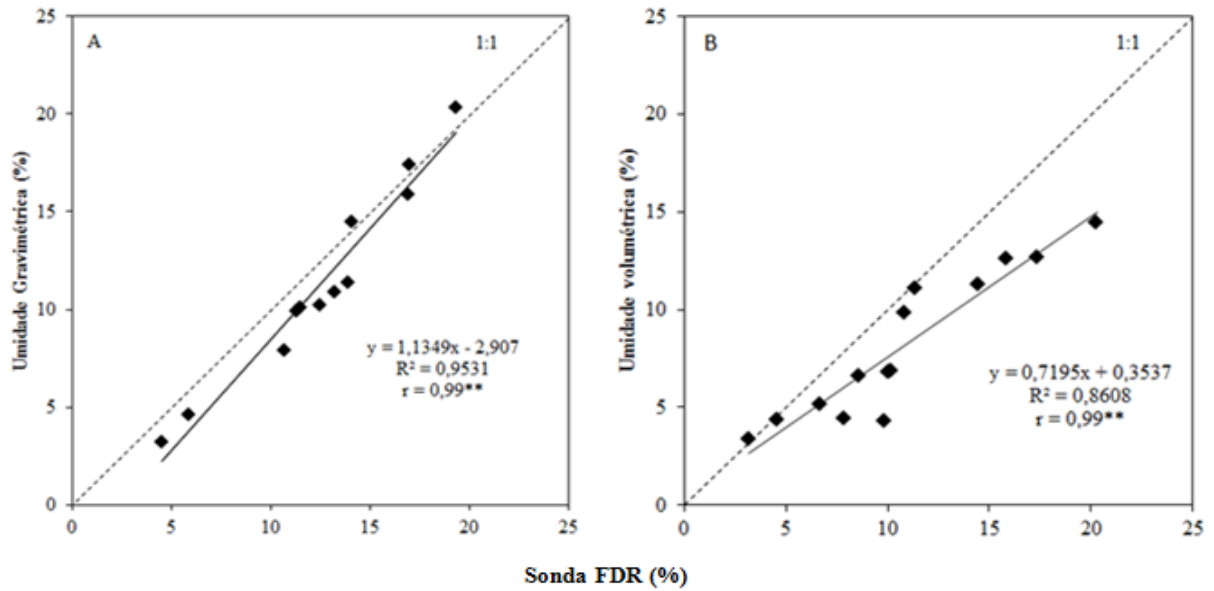
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise e solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.

FREITAS, W. A. et al. Manejo da irrigação utilizando sensor da umidade do solo alternativo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 16, p. 268-274, 2012.

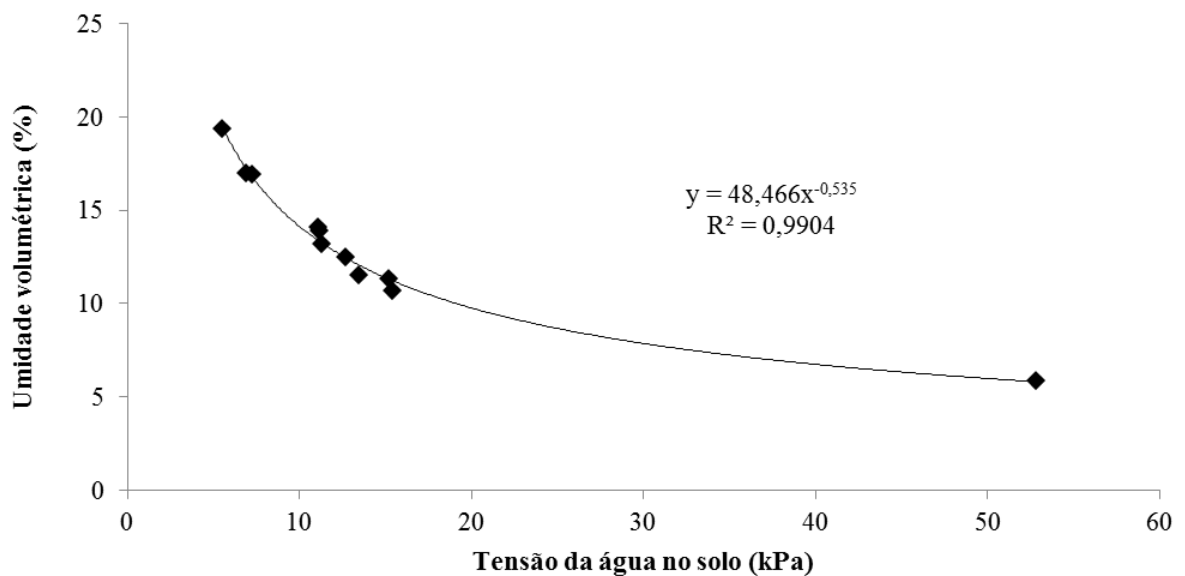
FALKER. Hidrofarm – Medidor eletrônico de umidade do solo. Disponível em <<http://www.falker.com.br/Produto.php?id=28>>. Acesso em: 13 de abr de 2017.

GARDNER, C. M. K. et al. Soil water content. In: Smith, R.A.; Mullings, C.E. (ed.) Soil analysis: Physical methods. New York: Marcel Dekker, 1991, cap.1, p. 1-73.

VEIGA, R. D; SÁFADI, T. Análise de regressão e séries temporais. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999. 57p.



**Figura 1.** Correlação da umidade gravimétrica (A) e volumétrica (B) obtida pelo método da estufa com a umidade da sonda FDR em NEOSSOLO FLÚVICO Ta Eutrófico, na profundidade de 0,00-0,20 m. Dourados-MS. \*\* significativo a nível de 0,01 de probabilidade.



**Figura 2.** Curva de retenção de água no solo, para profundidade de 0,00-0,20 m obtida pela umidade da sonda FDR.