

CALIBRAÇÃO DE SONDA CAPACITIVA ENVIROSCAN EM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO

LUCAS ALLAN OLIVEIRA¹, DEBORA PANTOJO DE SOUZA², EDSON EIJI MATSURA³

¹ Engenheiro Agrícola e Ambiental, Mestrando em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Av. Cândido Rondon, 501 - Cidade Universitária, Campinas – SP, lucas11allan@hotmail.com

² Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia, ESALQ, Piracicaba-SP

³ Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, Departamento de Água e Solo, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: A quantidade de água presente em um solo é uma informação bastante importante no meio agrícola, o método padrão demora no mínimo 24 horas para retornar um resultado, mas o uso de sondas capacitivas é uma alternativa com alto potencial, pois os valores de umidade são lidos instantaneamente. A grande desvantagem desse método capacitivo é a necessidade de calibração local, deste modo foi feito um processo para calibração de sonda do tipo EnviroSCAN em latossolo vermelho distroférico na região de Campinas-SP. Foram instalados tubos de acesso para o solo seco, úmido e saturado. Realizaram-se leituras com a sonda nas profundidades até um metro, após coletou-se três amostras indeformadas de solo para cada uma das profundidades e então calculado o teor de água, o que permitiu a comparação da umidade com os valores obtidos pela sonda para a montagem da curva de calibração. A curva alcançou uma baixa correlação (60%), que pode ser explicada pela baixa quantidade de pontos de baixa umidade, pois mesmo os tubos em estado de umidade seco continham uma umidade alta. Sendo assim há a necessidade de conduzir novas leituras com o solo mais seco para aumentar a correlação da curva.

PALAVRAS-CHAVE: FDR, umidade do solo, água

CALIBRATION OF CAPACITIVE PROBE ENVIROSCAN IN DYSTROPHIC OXISOIL

ABSTRACT: The amount of water present in a soil is an information very important in the farmed environment, the default method takes at least 24 hours to return a result, but the use of capacitive probes may be an alternative with a great potential because the soil moisture values are read instantaneously. But the big disadvantage of the capacitive method is the needing of local calibration. Were conducted an experiment for calibration of enviroscan probes in dystrophic oxisol in Campinas, São Paulo state. Access tubes were installed in dry soil, moist soil and saturated soil. It were collected readings with the probe in 8 depths up to one meter, at the same time were collected three soil samples for each of the depths and then calculated water content, then were made a regression analysis of the values obtained with the humidity probe for the construction of the calibration curve. The curve reached a low correlation (60%), which can be explained because the low amount of points in dry soil, the dried treatment was with a high humidity. It is necessary new readings with drier soil to increase the correlation curve.

KEYWORDS: FDR, soil moisture, water

INTRODUÇÃO: Atualmente existe uma crescente demanda pelo aumento da produção de alimentos, tanto no Brasil como no mundo de uma forma geral, mas para que mais alimento seja produzido existem duas alternativas: a expansão das áreas de cultivo ou o aumento da produtividade das áreas já cultivadas. A primeira opção muitas vezes não é viável, pois as condições edafoclimáticas dos locais onde ainda é possível que ocorra expansão das fronteiras agrícolas se tornam um fator impeditivo a um desenvolvimento vegetativo satisfatório. A alternativa então é aumentar a produtividade das áreas já

cultivadas, sendo a irrigação uma técnica que melhora o potencial produtivo das culturas de forma bastante satisfatória (SHIKLOMANOV, 1993).

Mas a utilização de irrigação não pode ser feita de forma desordenada, pois muitos locais tem passado por uma severa crise hídrica e sendo que a agricultura já é responsável por cerca de 70% da demanda de água, dessa forma deve-se atentar para o uso racional desse recurso, aplicando águas nas culturas em quantidade e nos momentos adequados, evitando o desperdício e aumentando a eficiência do uso de água na agricultura. Um correto manejo de irrigação surge então como uma maneira de se otimizar o uso de água na agricultura, sendo que este pode ser feito basicamente via três formas, via clima, via planta ou via solo. No manejo de irrigação via solo busca-se quantificar a quantidade de água presente no solo para que seja possível calcular qual a quantidade de água deve ser aplicada neste para que haja novamente um conforto hídrico para a cultura (PIRES et al., 2001).

A quantificação de água no solo pode ser um entrave no manejo de irrigação via solo, pois o método padrão, o gravimétrico, demora no mínimo 24 horas para retornar um valor de umidade. Mas existem alternativas para se quantificar o teor de água em um solo, métodos que se baseiam em outras características do solo que variam juntamente com a umidade mas que não sejam a umidade, estes são chamados métodos indiretos. A reflectometria em domínio da frequência é um deles, este método se baseia na variação da constante dielétrica do solo, que varia de acordo com a quantidade de água presente em um solo (SILVA et al., 2012).

A reflectometria em domínio da frequência também é chamada de técnica capacitiva, pois se baseia no funcionamento de um capacitor, sendo o sensor constituído basicamente por duas placas paralelas e o solo funciona como o material dielétrico desse capacitor. Quanto maior for a quantidade de água no solo menos eficiente será esse capacitor e menor será a energia armazenada, fazendo com que seja gerada uma maior frequência, se houver uma menor quantidade de água o capacitor irá armazenar mais energia e irá emitir uma menor frequência. Mas por se basear em uma característica indireta do solo este tipo de método, mesmo sendo bastante preciso, não possui boa exatidão, sendo que para se obter valores mais próximos do real há uma necessidade de se construir uma curva que correlacione a umidade do solo com o valor da frequência emitida pela sonda (FARES et al., 2004). Sendo assim o objetivo deste trabalho foi calibrar uma sonda capacitiva do tipo EnviroScan em um latossolo vermelho distroférico.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi desenvolvido no campo experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI/ UNICAMP) localizado na Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, distrito de Barão Geraldo, Campinas, SP, com Latitude de 22°53’S e Longitude de 47°05’W e altitude média de 664 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico. O clima, segundo a classificação de Köppen, é uma transição entre Cwa e Cfa, isto é, subtropical de altitude, seco no inverno e chuvoso e quente no verão, com precipitação média anual em torno de 1370 mm, temperatura média anual de 21,7°C e umidade relativa do ar de 66,2%.

Para o ensaio de calibração foram utilizadas sondas do tipo EnviroSCAN, produzidas pela empresa australiana SENTEK, sendo que para fins agrícolas essas sondas podem possuir sensores no intervalo de 10 em 10 cm até 2 metros de profundidade. Esse equipamento fica instalado constantemente no campo, dentro de um tubo de material PVC que é previamente inserido no perfil do solo, sendo este completamente vedado tanto na parte inferior como na superior para evitar a entrada de água e umidade no interior do tubo, o que poderia prejudicar o funcionamento dos sensores. Inicialmente é recomendado pelo fabricante que se faça uma normalização dos sensores, onde se é aferido os limites superior e inferior, ou seja, maior e menor frequência que podem ser encontradas, para isso são feitas leituras dos sensores inseridos em um tubo totalmente suspenso no ar para o limite inferior e após os sensores são inseridos em um tubo envolto por água para aferição do limite superior.

Para a calibração o fabricante sugere que sejam instalados 6 tubos de acesso no campo, sendo 3 situações de umidade diferentes, onde devem ser comparados os valores de frequência com os respectivos valores de umidade. Para este processo foi seguido o seguinte roteiro: foram instalados os 6 tubos, sendo dois em estado próximo a saturação (foram instalados anéis de infiltração ao redor do tubo e após foi aplicado água, para promover a infiltração até um metro de profundidade, imediatamente após a infiltração iniciou-se a coleta das amostras de solo), dois em umidade próxima à capacidade de campo (foram instalados anéis de infiltração ao redor do tubo e após foi aplicado água, para promover a infiltração até um metro de profundidade, esperou-se que toda a água gravitacional

infiltrasse para perfis mais profundos e então iniciou-se a coleta das amostras), e dois em um estado mais seco (iniciou-se a coleta das amostras sem prévio umedecimento do perfil do solo).

Realizaram-se três leituras de frequência para cada camada de solo (0,1m – 1,0 m), gerando tres valores de frequência para cada tubo em cada camada de solo. Imediatamente após a realização das leituras procedeu-se a coleta do solo para as determinações da umidade gravimétrica e densidade. Para isto, a cada 0,1 m de profundidade, uma amostra de solo deformada foi retirada bem adjacente ao tubo (no máximo 10 cm, devido à distância máxima atingida pelo campo elétrico gerado pelo oscilador) e colocada em uma lata de alumínio com tampa. Concomitantemente, para determinar a densidade do solo, foram retiradas três amostras indeformadas por camada com um amostrador tipo Uhland. As amostras foram pesadas e secas em estufa (105°C) e pesadas novamente após 48 h. A umidade volumétrica (θ_v , m^3/m^3) em cada camada de solo foi determinada multiplicando a umidade gravimétrica pela densidade do. Os valores de umidade e as correspondentes leituras de frequência foram relacionados de maneira não-linear, de acordo com as recomendações do fabricante, seguindo um modelo exponencial, onde:

$$FR = a * \theta_v^b \text{ ou } FR = a * \theta_v^{b+c} \quad (1)$$

em que,

θ_v = Umidade volumétrica (%)

FR = Frequência relativa determinada pela sonda (adimensional);

a, b e c são coeficientes gerados pela regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A técnica da reflectometria em domínio da frequência se baseia na constante dielétrica do solo, que é uma relação da permissividade do meio com a permissividade do vácuo, o solo é constituído basicamente de água, ar e material sólido, o ar possui constante próxima de 1, o solo varia entre 2 e 5 e a constante da água é 81. Dessa forma a variação do conteúdo de água em um solo faz com que essa constante dielétrica seja alterada significativamente, sendo a variação dessa constante a base de funcionamento dessa tecnologia. Mas além da quantidade de água, a quantidade de sólidos também pode alterar em um solo quando se trabalha em profundidade, pois a densidade de um solo pode variar, assim como a sua constituição. O solo estudado possui homogeneidade em todo o perfil, mas a densidade é heterogênea, os perfis mais profundos são menos densos que os perfis superficiais, o que afeta o resultado da calibração, pois em um solo menos denso há menor quantidade de material sólido, logo o comportamento da constante dielétrica é alterado. Na TABELA 1 estão os parâmetros das equações de cada profundidade, no geral houve altos valores de correlação quando foram avaliados os perfis separadamente, mas isso não aconteceu quando foi construída uma regressão para todo o perfil avaliado. Além da questão da densidade do solo, pode se destacar também que houve poucos pontos avaliados com umidades mais baixas durante a condução do experimento, pois mesmo o tratamento “seco” se encontrava em uma umidade um pouco mais alta, pois este é um solo argiloso e possui uma alta capacidade de armazenamento de água.

TABELA 1 – Parâmetros das equações de calibração do EnviroSCAN.

Identificação da Equação	Parâmetros da Regressão			R ²	
	A	B	C		
Profundidade	10 cm	0,2348	0,4762	-0,4577	0,89
	20 cm	0,07017	0,5823	0,3189	0,89
	30 cm	0,4713	0,2377	-0,2515	0,75
	40 cm	0,3895	0,3152	-0,4332	0,91
	50 cm	1,232	0,1707	-1,508	0,84
	60 cm	0,2157	0,3867	-0,1242	0,89
	80 cm	2,1548	0,1216	-2,6373	0,67
	100 cm	0,5772	0,2482	-0,7421	0,86
Geral	2,2854	0,1311	-2,878	0,6	
Fabricante	0,1957	0,404	0,02852	0,97	

Com os dados obtidos pela regressão foi construído um gráfico (FIGURA 1) para que fosse possível comparar a equação obtida no experimento com a curva sugerida pelo fabricante. Cada solo possui características diferentes em relação à composição, densidade, fluxo de água, textura, sendo que essas características afetam diretamente a resposta dos sensores capacitivos, pode-se perceber que a equação para o perfil do solo obteve um comportamento parecido com a curva sugerida pelo fabricante, mas devido a sua baixa correlação sugere-se que sejam usadas equações individuais para cada perfil do solo. O fabricante sugere que a frequência seja escolhida como variável dependente, dessa forma é preciso converter a equação caso haja necessidade de se trabalhar os dados de umidade fora do software desenvolvido para se trabalhar os dados coletados pelo sensor.

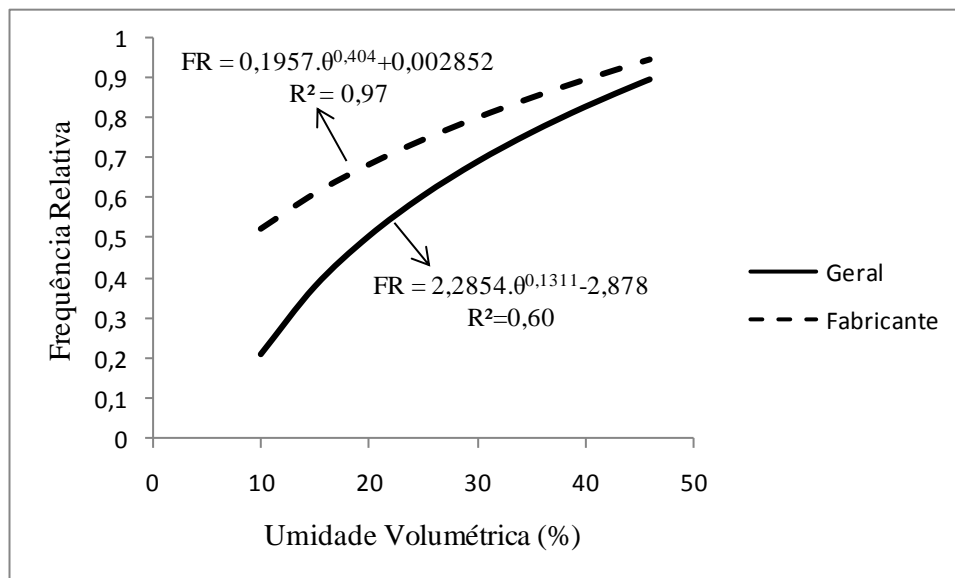


FIGURA 1 – Curva de calibração do EnviroSCAN

CONCLUSÕES: Sondas de umidade do tipo capacitiva possuem bastante aplicabilidade no acompanhamento do teor de água do solo, mas essas sondas precisam de calibração local para que indiquem valores mais exatos, sendo que a utilização de curvas de calibração específicas para cada profundidade melhoram ainda mais a confiabilidade dos dados.

REFERÊNCIAS

- FARES, A.; BUSS, P.; DALTON, M.; EL-KADI, A.I.; PARSONS, L.R. Dual field calibration of capacitance and neutron soil water sensors in a shrinking-swelling clay soil. **Valdoso Zone Journal**, v.4, p.1390-1399, 2004.
- GASQUE, M.; GONZÁLEZ ALTOZANO, P.; GRANERO, B.; MARTÍ, P.; TUREGANO PASTOR, J. V. Sondas de humedad FDR como herramienta de apoyo en la programación de Riego. **Agricultura: revista agropecuaria**, num.941, p.396-400. 2011.
- PIRES, R.C.M.; SAKAI, E.; ARRUDA, F.B.; FOLEGATTI, M.V. Necessidades hídricas das culturas e manejo de irrigação In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. **Irrigação. Piracicaba: SBEA**, 2001. v.1, p.121-94. (Série Engenharia Agrícola).
- SHIKLOMANOV, I. World fresh water resource. In: **GLEICK, P.H.** (ed.) **Water in crisis: a guide to the world fresh water resource**, 1993.
- SILVA, C. R.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SOUZA, C. F. Aspectos práticos na utilização da técnica de capacitância: desafios e aprendizagem. In: SOUZA, C. F.; VARALLO, A. C. T.; LOPES, L. N.; SANTORO, B. L. (Org.). **Aplicações de técnicas eletromagnéticas para o monitoramento ambiental**. Taubaté: Universidade de Taubaté - UNITAU, v. 1, p. 25-45, 2008.