

CALIBRAÇÃO DE FDR (Reflectometria com Domínio da Frequência) SOB CONDIÇÕES DE SALINIDADE¹

C. J. G. S. LIMA², D. C. GALVÃO³, J. F. MEDEIROS⁴, F. A. OLIVEIRA⁵, M. K. T.
OLIVEIRA², A. B. ALMEIDA JÚNIOR²¹

RESUMO: O conhecimento do conteúdo de água no solo é de fundamental importância para se manejar uma irrigação de forma eficiente. Este trabalho teve como objetivo determinar as curvas de calibração da FDR sob diferentes salinidades, através da relação típica da umidade do solo com a constante dielétrica em condições de laboratório. O trabalho foi conduzido no laboratório de irrigação e drenagem do Departamento de Ciências Ambientais da UFERSA. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 6, com três repetições, onde o primeiro fator constou diferentes níveis de salinidade (0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 dS m⁻¹) e segundo de diferentes umidades do solo (4, 8, 12, 16, 20, 24%). Foram utilizadas amostras de um latossolo franco arenoso. A sonda ML2 superestimou a umidade do solo quando estas se encontram abaixo de 24%. Foi possível obter equações de ajuste na determinação da salinidade do solo e da umidade. A sonda ML2 precisa ser ajustada para situação de salinidade.

Palavras-chaves: Umidade do solo, Constante dielétrica, irrigação.

CALIBRATION OF FDR (Reflectometria with Domain of the Frequency) IN CONDITIONS OF SALINITY

SUMMARY: The knowledge of the content of water in the soil is of fundamental importance to handle irrigation in an efficient way. This work had as objective determines the curves of calibration of FDR under different salinities, through the typical relationship of the humidity of the soil with the constant dielectric in laboratory conditions. The work was driven in the irrigation laboratory and drainage of the Department of Environmental Sciences of UFERSA.

¹ Parte da monografia do segundo autor apresentada ao programa de graduação em Engenharia agrônômica da UFERSA

² Bolsista PIBIC/UFERSA, Graduando (a) Agronomia, UFERSA, Mossoró – RN, e-mail: kj.gon@bol.com.br

³ Graduando Agronomia, UFERSA, Mossoró – RN, e-mail: dcgalvao@bol.com.br

⁴ Bolsista Pesquisa CNPq, Engº Agro, Dr.Sc, Departamento de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró – RN, e-mail: jfmedeir@ufersaedu.br, tel: (84) 3315 1740

⁵ Engº Agro, Pós-Graduando, Bolsista CAPES, UFERSA, Mossoró – RN. e-mail: thikaoamigao@bol.com.br. tel: (84) 3315 1740

The used statistical randomized was it entirely casualizado, in factorial outline 5 x 6, with three repetitions, where the first factor consisted different salinity levels (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 dS m⁻¹) and second of different humidities of the soil (4, 8, 12, 16, 20, 24%). Samples of a sandy frank latossolo were used. The probe ML2 overestimated the humidity of the soil when these they are below 24%. It was possible to obtain adjustment equations in the determination of the salinity and of the humidity of the soil. The probe ML2 needs to be adjusted for salinity situation.

KEYWORDS: Humidity of the soil, Constant dielectric, irrigation

INTRODUÇÃO

A disponibilidade do recurso água é cada vez mais preocupante e, com a utilização da irrigação, essa disponibilidade tende a se agravar, tornando-se cada vez mais necessário o uso criterioso dessa técnica, com altos níveis de uniformidade e eficiência no uso da água. Para atender a essas exigências, as preocupações com a qualidade da irrigação se fazem necessárias tanto no processo de planejamento e de operação dos sistemas, como no manejo das irrigações.

De acordo com Ley (1994), uma irrigação eficiente requer um programa de administração sistemática de água. Um fator importante para uma boa utilização da água, vem sendo a rotina de monitoramento da umidade. O teor de água no solo deve estar entre os limites superiores e inferiores desejáveis para uma perfeita disponibilidade à planta. Isto requer controles que levam em consideração a evaporação, a irrigação, a drenagem e a chuva. Com isso obtém-se maior controle no que diz respeito ao desperdício de água e energia. Entre os métodos mais modernos de determinação da umidade do solo, destaca-se a técnica FDR, cujo funcionamento baseia-se na capacitância do solo.

A constante dielétrica do solo pode ser também estimada através da medida da capacitância (sistema FDR). O sistema Enviroscan (Sentek PTY, Austrália) consiste em sondas multisensores que determinam o conteúdo de água no solo mediante a medida da capacitância, onde cada haste de sensor atua como parte de um capacitor no qual os dipolos permanentes das moléculas de água em um meio dielétrico se polarizam e alinha-se em um campo elétrico. Para contribuir com a constante dielétrica, os dipolos elétricos, de qualquer natureza, devem responder a frequência do campo elétrico. A liberdade dos dipolos para responder é determinada pelas forças locais de união a nível molecular, de forma que a

resposta global é resultado da inércia molecular, as forças de união e a frequência do campo elétrico. Determinada a capacitância obtém-se a constante dielétrica e, em consequência, a estimativa do conteúdo de água do solo (DEAN et al., 1987). O método baseia-se na medição da capacitância do solo, a qual esta relacionada com a constante dielétrica do solo através da geometria do campo elétrico estabelecido em torno de um par de eletrodos inseridos no solo, e conseqüentemente com o teor de umidade deste. No entanto, o resultado desta técnica pode ser afetado por condições como textura do solo, temperatura, densidade do solo e teor de sais solúveis (0,01 N Ca SO₄ ou 2000ppm de solução de NaCl (TOPP et al., 1980)).

As zonas áridas e semi-áridas são caracterizadas, na maioria das vezes, pela limitação no suprimento de água, em termos de quantidade e qualidade. São regiões onde os processos evapotranspirativos são elevados, facilitando a perda de água pela cultura e a concentração de sais na superfície do solo (YAALOM, 19670). Desta forma, e devido à escassez de chuvas nessas regiões, a prática de irrigação constitui uma das alternativas fundamentais para garantir a produção das áreas cultivadas; no entanto, quando não se tem um manejo adequado da irrigação, pode ocorrer a salinização do solo, tornando-o improdutivo em curto espaço de tempo (OLIVEIRA, 1997). Este problema ocorre em quase todos os perímetros irrigados do Nordeste; estima-se que cerca de 30 a 30% das áreas dos perímetros irrigados do DNOCS estejam salinizados (DNOCS, 1991). Com base do exposto, esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar curvas de calibração da FDR sob diferentes condições de salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do laboratório de Salinização e Drenagem do Departamento de Ciências Ambiental da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), com o objetivo de obter curvas de calibração para sonda FDR (Reflectometria de Domínio da Frequência). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 6, com três repetições. O primeiro fator constou de diferentes níveis de salinidade (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 dS m⁻¹) e o segundo de diferentes níveis de umidade do solo (4, 8, 12, 16, 20, 24%) em base de peso.

Foram utilizadas amostras da camada de 0 – 20 cm de um solo com textura franca arenosa, classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argissólico (EMBRAPA, 1997). As amostras foram previamente secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2,0

mm, acondicionadas em colunas de PVC e umedecidas com diferentes volumes de água e diferentes níveis de salinidade. As colunas de PVC mediam 100 mm de diâmetro e 350 mm de altura, que receberam 2,80 dm³ de solo, acondicionados de modo a atingir a densidade característica do mesmo. Cada umidade avaliada (p/p) foi obtida pela adição de água na amostra do solo, de acordo com a umidade desejada, com o auxílio de uma balança eletrônica de precisão (0,01 g).

Os diferentes níveis de salinidade avaliados foram preparados pela dissolução de NaCl. As leituras foram feitas inicialmente para umidade de 0,04 (p/p). A sonda foi introduzida nas colunas de PVC e efetuadas 6 (seis) leituras em cada coluna distribuídas em duas posições, o mesmo procedimento foi repetido para as demais umidades (0,08, 0,12, 0,16, 0,20 e 0,24 (p/p)). Foi utilizado um analisador de umidade, com uma sonda de 4 (quatro) hastes de 6 cm, modelo ML2 e leitor modelo HH2, ambos de marca Delta-T que funciona pelo princípio da TDR. Realizou-se análise de variância e análise de regressão, onde se comparou a relação entre as umidades medida pelos instrumentos e a medida real de umidade para os diferentes níveis de salinidade do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

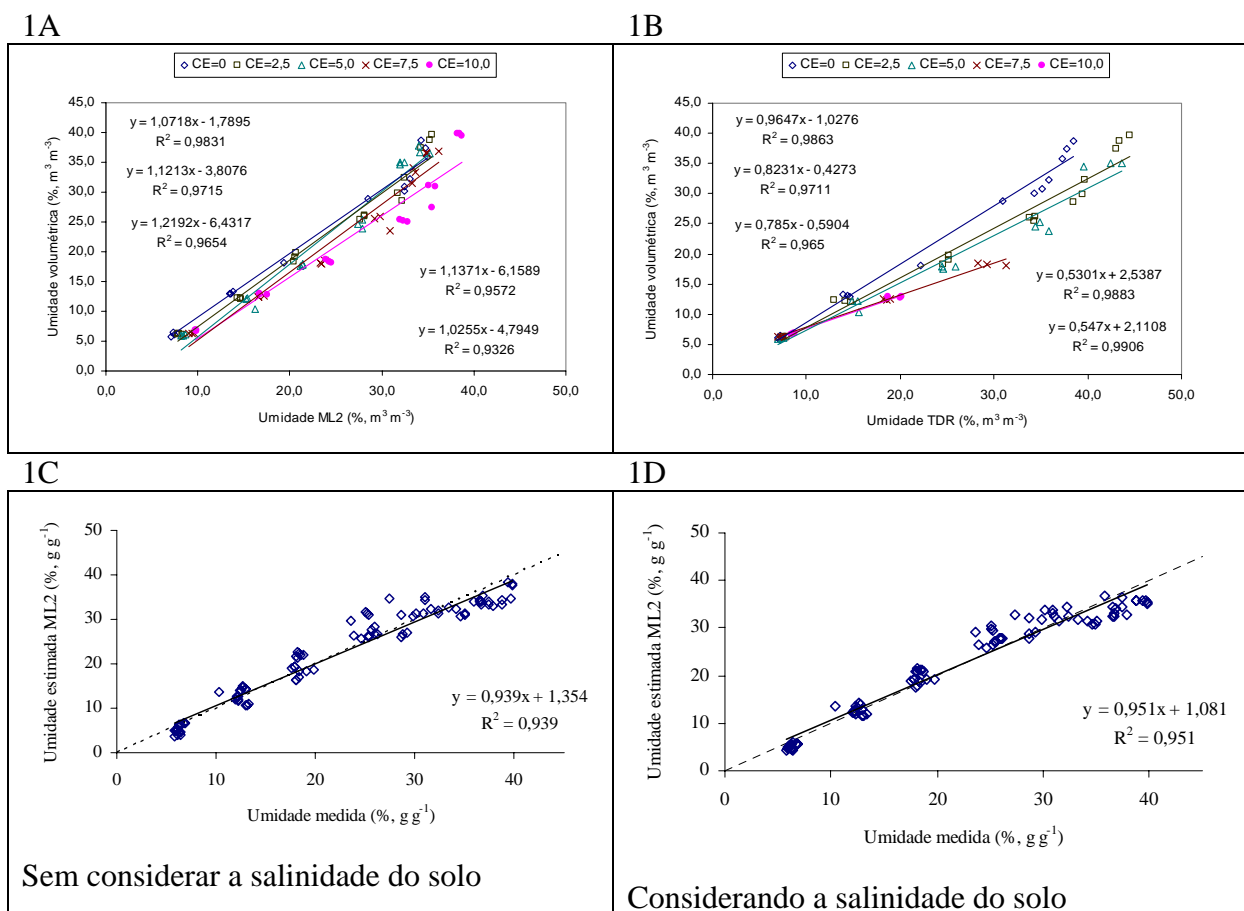
Analisando os dados, pode-se verificar na figura 1A, uma interação entre o teor de umidade e os níveis salinos, uma vez que a umidade obtida no nível de salinidade 0,0 dS m⁻¹ foi superior aos demais até aproximadamente 30 m³ m⁻³, ocorrendo a partir daí, interação entre os níveis de 0,0, 2,5 e 5,0 dS m⁻¹. Observa-se, também, que a dispersão aumenta a medida que se aumenta os níveis salinos. Verifica-se para a salinidade 0,0 dS m⁻¹, uma correlação entre a umidade medida pela ML 2 e a umidade pretendida, até aproximadamente, 30 m³ m⁻³. A partir desta ocorreu uma considerável dispersão, onde a leitura obtida pela sonda subestima a umidade pretendida. Para as demais salinidades (2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 dS m⁻¹), a dispersão foi verificada até próximo a 20 m³ m⁻³, apresentando a partir desta uma maior dispersão. Mesmo havendo diferença entre as curvas para as diferentes salinidades da água utilizada para o umedecimento do solo, é possível uma relação única com coeficiente de determinação ainda alto ($R^2 = 0,93$), com esta relação.

Para a salinidade do extrato de saturação (Figura 1B), verificou-se um coeficiente de correlação satisfatório, com R^2 variando de 0,902 a 0,987 (sendo reduzido com o incremento da salinidade do extrato de saturação), entre a umidade do solo medida e a leitura obtida pela

sonda ML2, onde para todos os níveis salinos a equação de melhor ajuste foi do tipo linear. Observa-se interação entre a umidade lida e os níveis de salinidade, onde nas menores umidades (ML 2), a maior umidade volumétrica foi encontrada nas amostras com extratos de saturação menos salinos, enquanto que em umidades elevadas (ML 2) as amostras com salinidade elevada tenderam a apresentarem uma maior umidade volumétrica. Isso indica que a umidade medida pela sonda ML2 precisa de ajuste em função da salinidade do solo, sobretudo para CEes > 4,0 dS m⁻¹, que as curvas tiveram inclinações distintas das demais e que estas não são conclusivas, pois ficou assim em toda faixa de umidade estudada e parece tender a não apresentar linearidade.

Considerando a sonda ML2 em condição não salina a equação: $U = 1,089ML2 - 3,99$, foi a que apresentou melhor ajuste, com coeficiente $R^2 = 0,939$. Para condições de salinidade o melhor ajuste foi encontrado pela equação: $U = 0,799ML2 + 0,804CEes + 4,17$, com coeficiente $R^2 = 0,958$.

Figura 1. Relação entre a umidade do solo medida pela FDR nos diferentes níveis de salinidade do solo (1A), a salinidade do extrato de saturação (1B), sem considerar a salinidade do solo (1C) e considerando a salinidade do solo (1D).



CONCLUSÕES

A sonda ML2 superestimou a umidade do solo quando estas se encontram abaixo de 24%. Foi possível obter equações de ajuste na determinação da salinidade do solo e da umidade. A sonda ML2 precisa ser ajustada para situação de salinidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DNOCS - Departamento de Obras Contra as Secas. Situação das áreas em 30/04/1991. Fortaleza: Grupos de Coordenação Executiva das Operações Agrícolas (GOA), 1991. sp

DEAN, T.J. BELL, J.P. BATY, A.J. Soil moisture measurement by an improved capacitance technique. Part I. **Senso design and performance**. J. Hydrol. (Amsterdam) 93:67-78. 1987

LEY, T.W. An in-depth look at soil water monitoring and measurement tools. **Irrigation Journal**. v.3, n.44, p. 8-20, 1994.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de Métodos de análises de solos**. Rio de Janeiro. 1997. 212p.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. de (eds.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap.1, p.1-35.