

# **DISTRIBUIÇÃO DE IONS NO SOLO COM USO DE TDR EM BANANEIRA FERTIRRIGADA COM CLORETO DE POTÁSSIO, EM CONDIÇÕES DE CAMPO**

G. da S. Santana<sup>1</sup>, E. F. Coelho<sup>2</sup>, T.S.M. da Silva<sup>3</sup>, M. M. Ramos<sup>4</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se monitorar a umidade ( $\theta$ ) e as condutividades elétricas aparente (CEa) e da solução do solo (CEw), em condições de campo, por meio da reflectometria no domínio do tempo (TDR). Monitorou-se  $\theta$  e CEa em 22 posições do solo, instalando-se 22 sondas de TDR num plano de solo cultivado com a cultura da bananeira, sob fertirrigação potássica, ao passo que, a CEw foi monitorada apenas em seis dessas posições, por meio de extratores de solução do solo. De posse dos dados, confeccionou-se os planos de  $\theta$ , CEa e CEw. É possível monitorar, com o uso da TDR em condições de campo, as variáveis  $\theta$ , CEa e CEw, sendo a CEw estimada por meio do modelo paramétrico de Vogeler et al., (1996).

**SUMMARY:** The aim of this work was to monitor soil water content ( $\theta$ ), bulk electrical conductivity (CEa) and soil electrical conductivity (CEw), under field conditions, by means of time domain time (TDR). Soil water content ( $\theta$ ) and CEa were monitored in 22 locations of a soil profile, where TDR probes were installed. The used crop was banana, under fertirrigation of potassium. Water samplers were also installed in six locations of the profile. Plans of  $\theta$ , CEa and Cew were made. It is possible to monitor, by means of TDR, under field conditions, the variables  $\theta$ , CEa and CEw, where CEw is estimated by a parametric model of Vogeler et al., (1996).

---

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola UFV, Bolsista do CNPq, CEP 44.380-000, Cruz das Almas, BA, e-mail: [gessionei@alunos.ufv.br](mailto:gessionei@alunos.ufv.br)

<sup>2</sup> Pesquisador CNPMF/EMBRAPA, CEP 44.380 – 000, Cruz das Almas, BA

<sup>3</sup> Bolsista CAPES, Est. Mestrado em Agronomia, – UFBA, 44380-000, Cruz das Almas, BA

<sup>4</sup> Prof. Titular DEA/UFV, CEP 36.570-000 Viçosa – MG

## INTRODUÇÃO

A condutividade elétrica aparente (CEa) é um parâmetro do solo que tem sido pouco usado para fins de fertirrigação. O monitoramento da condutividade elétrica do solo têm sido direcionado para a condutividade elétrica da solução do solo (CEw), sendo essa solução extraída por meio de extratores de solução do solo, que apresentam uma série de limitações. O uso da reflectometria no domínio do tempo (TDR) permite monitorar  $\theta$  e CEa em tempo real, embora restrita a faixas de valores, mas possíveis de uso em fertirrigação. Segundo RHOADES et al. (1976), a CEa do solo é uma resultante da condutividade elétrica da fase líquida do solo (CEb), estando essa associada com a concentração de sais dissolvidos na fase líquida do solo que ocupa todo o espaço poroso (poros cheios de líquido) do mesmo e, da condutividade elétrica da superfície das partículas (CEs), que está associada com os íons trocáveis situados na interface líquido-sólido (eq. 1):

$$CEa = CEb + CEs \quad (1)$$

Assumindo que CEb depende linearmente da CEw e que somente uma fração do volume total de poros ocupados com líquido conduz eletricidade, a eq. 1 pode ser assim reescrita (eq. 2):

$$CEa = CEw \theta T + CEs \quad (2)$$

onde  $\theta$  é a umidade do solo (em base de volume) e T é o coeficiente de transmissão, que segundo RHOADES et al. (1976), leva em conta a tortuosidade das linhas de corrente e o decréscimo na mobilidade dos íons próximo das interfaces líquido-sólido e líquido-gasoso e que pode ser calculado por uma equação empírica, em que, T varia linearmente com  $\theta$  (eq. 3):

$$T = a \theta + b \quad (3)$$

em que, a e b são parâmetros de ajuste da equação.

Introduzindo a equação 3 na equação 2 chega-se à equação 4 (equação de Rhoades et al., 1976):

$$CEa = (a \theta^2 + b \theta) CEw + CEs \quad (4)$$

Posteriormente, diversas equações que relacionam  $\theta$ , CEa e CEw foram propostas (MUALLEN & FRIEDMAN, 1995; VOGELER et al., 1996), criando-

se uma alternativa para uso da TDR na determinação da CE<sub>w</sub>, a partir de  $\theta$  e CE<sub>a</sub> obtidos por meio da TDR, viabilizando o monitoramento da CE<sub>w</sub> em tempo real. Objetivou-se, monitorar, espacialmente a  $\theta$ , CE<sub>a</sub> e CE<sub>w</sub>, em um solo sob fertirrigação potássica, em condições de campo, com o uso da TDR.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi feito no Centro Tecnológico do Norte de Minas Gerais (CTNM) da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em Nova Porteirinha, MG, em um plantio de bananeira, cultivar Prata-Anã, no sexto ciclo de produção, com espaçamento 3,0 m x 2,7 m x 2,7 m. As características físicas do solo são: areia total 427,3, silte 417,3 argila 155,3 g kg<sup>-1</sup> e densidade do solo 1,46 g cm<sup>-3</sup>. As umidades a -10 e -1.500 kPa foram, respectivamente, 0,2155 e 0,1572 kg kg<sup>-1</sup>. O bananal foi fertirrigado por um sistema de irrigação por microaspersão, com emissores com vazão de 60 L h<sup>-1</sup>, para uma pressão de serviço de 160 kPa e, raio de alcance de 3,0 m. Cada microaspersor irrigava quatro plantas. As lâminas de irrigação (LI) foram definidas com base na evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), determinada pelo método do tanque classe A:

$$LI = \frac{ET_o K_c 1,05}{E_i} \quad (5)$$

em que, K<sub>c</sub> corresponde ao coeficiente de cultura; E<sub>i</sub> é a eficiência de irrigação; e 1,05 é um fator que define a magnitude da LI do tratamento em estudo. As trincheiras foram abertas no alinhamento da planta com o microaspersor. As sondas de TDR, de três hastes, foram construídas com comprimento das mesmas de 0,10 m, com um resistor de 15 Ohm em série com a haste central. As sondas foram instaladas nas seguintes posições (Figura 1), no sentido horizontal em relação à superfície do solo; em seguida, fecharam-se as trincheiras, mantido-as em repouso por um período de 90 dias. Um equipamento de TDR acoplado a três caixas multiplexadoras, com oito canais cada, foi instalado para efetuar leituras de  $\theta$  e CE<sub>a</sub>, sendo os valores de CE<sub>a</sub> corrigidos para a temperatura de 25 °C conforme (FRANSON, 1985):

$$f_T = \frac{1}{[1 + \alpha (t - 25)]} \quad (6)$$

em que,  $f_T$  é o fator de correção da CEa quanto ao efeito de  $t$ , adimensional;  $\alpha$  ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) corresponde ao coeficiente de temperatura da amostra, sendo considerado em diversos trabalhos igual a  $0,019 \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$  e  $t$  corresponde à temperatura da solução do solo, em  $^{\circ}\text{C}$ .

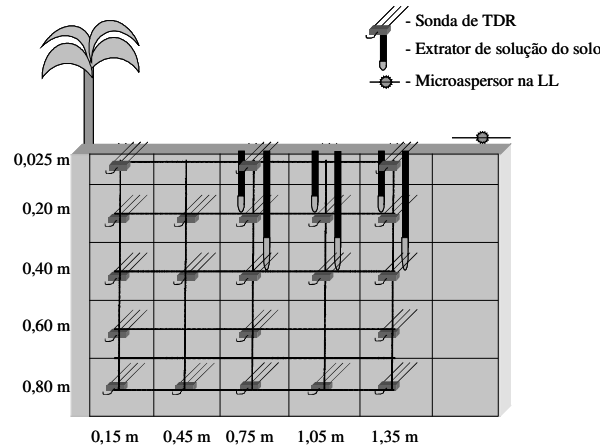


Figura 1. Vista lateral das posições em que as sondas de TDR e extratores de solução do solo foram instalados na trincheira.

Os dados foram coletados, por um período de uma semana, em um tratamento que recebia  $432 \text{ kg ha}^{-1}$  por ano de  $\text{K}_2\text{O}$ , passando-se por dois eventos de fertirrigação. Elaboraram-se planos de  $\theta$ , CEa e CEw para 45 min. antes e uma hora após as fertirrigações. Durante o período de coleta de dados de  $\theta$  e CEa, extratores de solução do solo foram instalados em seis posições do solo (Figura 1). Os planos de CEw foram feitos com valores estimados de CEw, por meio do modelo de Vogeler et al., (1996) (eq. 7).

$$\text{CEa} = (c\theta - d)\text{CEw} + (a\theta - b) \quad (7)$$

em que,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $d$  são parâmetros de ajuste da equação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se que  $\theta$  e CEa crescem em profundidade e com a aproximação do emissor (Figura 2). O aumento em profundidade pode ser devido ao acúmulo de água no lençol freático durante o período chuvoso que antecedeu esse

trabalho, ao passo que, em distância (na medida que se aproxima do emissor), pode ser devido ao perfil de distribuição de água do emissor.

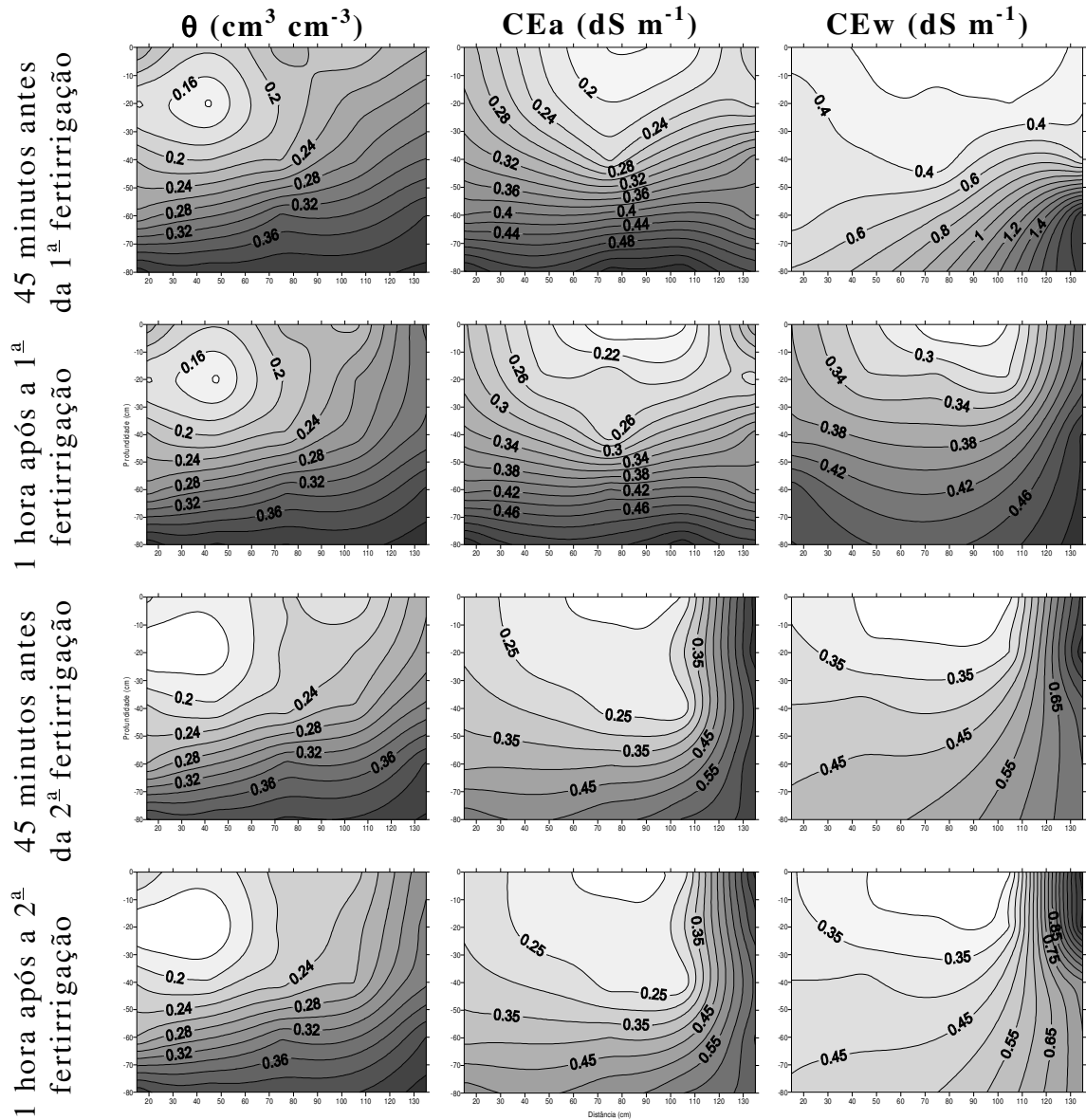


Figura 2. Planos de  $\theta$ , CEa e CEw.

As menores  $\theta$  se concentraram em torno de 15 e 45 cm de distância da planta, na profundidade de 20 cm, possivelmente, devido à absorção de água pela bananeira e ao perfil de distribuição de água do emissor. Vê-se que a CEa cresce com a  $\theta$ , mostrando-se de acordo com as eqs. 4 e 7. A CEw decresce com a  $\theta$ , para a 2ª fertirrigação, especialmente na distância de 135 cm da planta, mostrando-se de acordo com as eqs. 4 e 7; o mesmo não ocorre para a 1ª fertirrigação. É importante frisar que, apesar da CEw reduzir-se com

o aumento de  $\theta$ , a CEw varia de forma direta com a CEa que, por sua vez, cresce com a  $\theta$ ; assim, o aumento de  $\theta$  não necessariamente implica em redução da CEw, visto que, a CEa cresce com  $\theta$ . Outro ponto a ser considerado é a entrada de insumo (água ou água+fertilizantes) no sistema solo, visto que, se por um lado, o aumento de  $\theta$  devido a entrada de água no sistema conduz à redução da CEw, por outro lado, a entrada de fertilizantes (saís) no sistema conduz ao aumento da CEw. A variação de  $\theta$ , CEa e CEw entre os momentos antes e após, dada fertirrigação é pequena, uma vez que a quantidade de água+fertilizantes aplicada durante a fertirrigação ser pequena. Além disso, não é possível observar uma nítida variação nos planos dessas variáveis entre esses dois momentos, em razão do tempo compreendido entre os mesmos não ser suficiente para que haja redistribuição dos insumos no perfil do solo.

## CONCLUSÃO

É possível monitorar  $\theta$ , CEa e CEw, com a TDR em condição de campo, em sistemas fertirrigados, com CEw estimada conforme Vogeler et al. (1996).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FRANSON, M.A.H. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16<sup>th</sup> ed. **American Public Health Association**, Washington, DC, 1985.
- MUALEN, Y.; FRIEDMAN, S.P. Theoretical prediction of electrical conductivity in saturated and unsaturated soil. **Water Resources Research**, Washington, v.27, n.10, p.2771-2777, 1991.
- RHOADES, J.D., RAATS, P.A., PRATHER, R.J. Effects of liquid phase electrical conductivity, water content, and surface conductivity on bulk soil electrical conductivity. **Soil Science Society of America Journal**, v.40, p.651-655. 1976.
- VOGELER, I.; CLOTHIER, B.E.; GREEN, S.R.; SCOTTER, D.R.; TILLMAN, R.W. Characterizing water and solute movement by TDR and disk permeametry. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.60, n.1, p.5-12, 1996.