

## **AVALIAÇÃO DE MATERIAIS PARA TUBOS DE ACESSO DE TDR SEGMENTADO NA DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE ÁGUA DO SOLO**

R. D. de LACERDA<sup>1</sup>; G. BARROS JUNIOR<sup>2</sup>; H. O. C. GUERRA<sup>3</sup>; M. L. F. CAVALCANTI<sup>4</sup>; A. D. de BARROS<sup>5</sup>; A.P. de ALMEIDA<sup>6</sup>

**RESUMO:** A otimização do uso da irrigação, baseado em informações sobre o conteúdo de água no solo, propicia substancial contribuição evitando o desperdício da água; neste sentido, a Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR), possibilita a realização de leituras *in situ* em tempo real, não destrói a estrutura física do solo e garante boa precisão. Entretanto, a maioria dos modelos de TDR disponíveis no mercado é importada, tornando seu custo extremamente elevado; assim, o presente trabalho se propôs a avaliar o desempenho de diferentes materiais em busca de alternativas de baixo custo e de fácil confecção para tubos de acesso de sondas segmentadas. Para isto, três tipos de PVC's foram testados: branco (roscável de 1" NBR 5648); marrom (6,3 PN 750 Kpa de 32 mm) e preto (RIG de 1" NBR 6150), todos comparados com o tubo de acesso original do modelo PR 1/6 (TDR HH2). Os tubos de PVC's apresentaram baixo desempenho quando comparados ao tubo de acesso original, não sendo indicados para substituí-lo na determinação do conteúdo de água do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** PVC; tubo de acesso; sondas.

## **EVALUATION OF DIFFERENT MATERIALS FOR ACCESS OF TDR SEGMENTED IN THE DETERMINATION OF THE CONTENT OF WATER OF THE SOIL**

**SUMMARY:** The optimization of the irrigation, based on information on soil water content information, represent a substantial and favorable contribution avoiding the waste of the water. The Time Dominium Reflectometry (TDR), makes possible the accomplishment of

---

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Engenharia Agrícola, UFCG, PB, Caixa Postal 10087, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone (83) 33101285. E-mail: [rogerio\\_dl@yahoo.com.br](mailto:rogerio_dl@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Doutorando em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: [barrosjunior@yahoo.com.br](mailto:barrosjunior@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Prof. Dr. Depto. De Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: [hugo\\_cavallo@hotmail.com](mailto:hugo_cavallo@hotmail.com)

<sup>4</sup> Doutorando em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: [mariolfcavalcanti@yahoo.com.br](mailto:mariolfcavalcanti@yahoo.com.br)

<sup>5</sup> Dr. Irrigação e Drenagem: Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: [adilson@deag.ufcg.edu.br](mailto:adilson@deag.ufcg.edu.br)

<sup>6</sup> PIBIC/CNPq. UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: [antoniopintoalmeida@yahoo.com.br](mailto:antoniopintoalmeida@yahoo.com.br)

this, with readings *in situ* in real time, without destroying the physical structure of the soil and guarantying a very good precision. However, most of the available models of TDR in the market is imported meaning a high cost. Thus, the objective of the present study was to evaluate different three local and inexpensive PVC materials for the fabrication of access tubes to lower down the TDR probe in the soil.; white ( NBR 5648); brown (6,3 PN 750 Kpa of 32 mm) and black (RIG of 1 " NBR 6150). The soil water contents obtained with alternative probes were compared with those obtained with the original access tube (model PR 1/6 (TDR HH2). The soil water content obtained with the alternative tubes of PVC presented low performance when compared to the results obtained with the original access tube, not being recommended to use them in the determination of the soil water content

KEY-WORDS: PVC; acces tube; probe.

## INTRODUÇÃO

A otimização do uso da irrigação, baseado na melhoria de informações sobre o conteúdo de água no solo, propícia substancial contribuição evitando o desperdício deste já escasso insumo que é a água. Para isto, a determinação *in situ* do seu conteúdo no solo é de grande interesse, e várias são as alternativas para esta determinação; neste sentido. Atualmente, a Reflectometria no Domínio do Tempo (Time Domain Reflectometry – TDR), vem despertando muito interesse devido, principalmente, à possibilidade de leituras *in situ* em tempo real, de sua automatização e obtenção de valores de umidade em regiões muito próximas a superfície, de ser dotada de boa precisão, não destruir a estrutura física do solo, permiti a realização de múltiplas leituras, além de evitar problemas de contaminação radiativa como nos outros métodos utilizados como a sonda de nêutrons. (COELHO, E. F. et al., 2001).

O TDR emite um pulso eletromagnético e monitora o tempo em que este pulso é emitido e retorna ao ponto inicial; com o solo ao redor das sondas servindo como meio dielétrico; desta forma, com o aumento do teor de água no perfil, a velocidade de propagação da onda diminui e, portanto, o tempo de percurso da mesma aumenta (RIGHES, A. A. et al., 2003). Por outro lado, a maioria dos modelos de TDR disponíveis no mercado nacional é importada da Europa e dos EUA, tornando seu custo elevado, principalmente pela tecnologia utilizada na confecção dos tubos de acesso para as sondas segmentadas.

O presente trabalho se propôs a avaliar o desempenho de diferentes materiais de baixo custo e de fácil confecção para tubos de acesso utilizados em sonda segmentada de um TDR na determinação do conteúdo de água de um solo argiloso.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido sob condições de casa de vegetação, coberta com plástico transparente de 0,5 mm de espessura, localizada no DEAg / CCT / UFCG, Campina Grande–PB, no período de 24/08 a 19/10 de 2004. Uma trincheira com dimensões de 0,8 x 0,8 x 1,0 m foi aberta no solo da casa de vegetação, e em seguida preenchida com solo previamente peneirado de forma a garantir homogeneidade ao longo de todo o perfil onde o conteúdo de água foi monitorado. Durante o enchimento da trincheira, tubos de acesso de diferentes tipos de PVC, juntamente com um tubo de acesso original, todos com 01 metro de comprimento, e com as seguintes características foram instalados: a) PVC branco - roscável de 1” NBR 5648 de fabricação CANDE; b) PVC marrom - 6,3 PN 750 kPa de 32 mm para água fria de fabricação AKROS; c) PVC preto - RIG de 1” para eletroduto antichamas CLB NBR 6150 de fabricação CARBINOX; e d) Tubo original de fabricação inglesa da Delta -T Devices Ltda. Ao mesmo tempo, foi instalado um tensiômetro à profundidade de 55 cm.

Os tubos de PVC ficaram distanciados a 10 cm do tubo original (centro da trincheira), sendo todos lacrados no seu extremo inferior e tamponados na extremidade acima da superfície de forma a evitar a entrada de umidade. Inicialmente saturou-se completamente o solo até a profundidade de 55 cm, suspendendo o fornecimento de água quando a leitura se tornou constante ou próxima de zero. A partir desta condição as leituras foram realizadas diariamente através de um TDR modelo HH2 fabricado pela empresa inglesa Delta – T Devices Ltda, utilizando-se uma sonda do tipo haste, modelo PR1/6, que possibilitou o monitoramento do conteúdo de água em 04 profundidades: 0 - 10, 11 - 20, 21 – 30 e de 31 - 40 cm. Foram realizadas 38 leituras durante o intervalo de tempo, onde os valores obtidos através dos diferentes tubos de PVC foram submetidos ao cálculo do desvio percentual e análise de regressão em relação aos valores obtidos com o tubo de acesso original.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Na Tabela 01 são apresentados os valores absolutos das leituras obtidas através do tubo original e dos PVC's. Analisando-se as médias dos percentuais alcançados pelos tubos de PVC em relação ao original, com respeito ao conteúdo de água mensurado, evidencia-se um melhor desempenho do tubo NBR 5648 (branco) em relação aos demais; entretanto, esta performance ainda distancia-se em muito dos valores obtidos pelo tubo original, face, provavelmente, ao obstáculo proporcionado pelo material constituinte do mesmo, além da pouca aderência do corpo da sonda aos tubos testados, o que dificulta o deslocamento das ondas de alta frequência produzidas pelo equipamento, cuja energia eletromagnética é necessária para polarização das moléculas de água, de forma que se efetue a medição da permissividade dielétrica (CONCIANI et al., 1997). É importante notar que as leituras apresentaram maior grau de aproximação à medida que o conteúdo de água do solo diminuiu.

Tabela 01 – Performance de materiais de PVC na utilização de sondas segmentadas de TDR para determinação do conteúdo de água do solo.

Época de análise (Dias)	Profundidade das leituras (cm)	Conteúdo de água do solo ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ )						
		Tubo de acesso original – HH2	PVC – NBR 5648 (Branco)	Valor em relação ao original (%)	PVC – PN 750 (Marrom)	Valor em relação ao original (%)	PVC – RIG NBR – 6150 (Preto)	Valor em relação ao original (%)
01 *	0 – 10	<b>0,28</b>	0,120	42,85	0,087	31,07	0,090	32,14
	11 – 20	<b>0,36</b>	0,120	33,33	0,084	23,33	0,087	24,16
	21 – 30	<b>0,36</b>	0,120	33,33	0,084	23,33	0,087	24,16
	31 – 40	<b>0,43</b>	0,130	30,23	0,095	22,10	0,112	26,05
Média	-	-	-	<b>34,93</b>	-	<b>24,95</b>	-	<b>26,62</b>
15 **	0 - 10	<b>0,14</b>	0,090	64,28	0,065	46,43	0,084	60,00
	11 - 20	<b>0,23</b>	0,090	39,13	0,070	30,43	0,084	36,52
	21 - 30	<b>0,25</b>	0,089	35,60	0,079	31,60	0,095	38,00
	31 - 40	<b>0,32</b>	0,093	29,06	0,088	27,50	0,115	35,90
Média	-	-	-	<b>42,01</b>	-	<b>34,04</b>	-	<b>42,50</b>
30 **	0 - 10	<b>0,12</b>	0,060	50,00	0,057	47,50	0,048	40,00
	11 - 20	<b>0,19</b>	0,080	42,10	0,071	37,36	0,066	34,74
	21 - 30	<b>0,23</b>	0,100	43,47	0,086	37,39	0,082	35,65
	31 - 40	<b>0,30</b>	0,110	36,66	0,091	30,33	0,097	32,33
Média	-	-	-	<b>46,53</b>	-	<b>38,14</b>	-	<b>35,68</b>

\* (solo próximo a saturação); \*\* (após suspensão do fornecimento de água)

A partir dos conteúdos de água obtidos, confeccionaram-se as curvas de regressão para as profundidades de 0 - 10, 11 - 20, 21 - 30 e 31 - 40 cm. Os gráficos gerados com suas respectivas equações são apresentados na Figura 01. Seguindo a tendência já observada na análise dos dados constantes na Tabela 01, o tubo de PVC – NBR 5648 (branco) apresentou um coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{Aj}$ ) para as duas primeiras profundidades na ordem de 0,74, já não ocorrendo o mesmo para as profundidades de 21-30 e de 31- 40 cm, que apresentaram valores de  $R^2_{Aj}$  de 0,48 e 0,50, demonstrando o baixo desempenho do tubo de

PVC - NBR em relação ao original. Situação ainda pior verifica-se para os tubos de PVC – PN 750 (marrom) e PVC – RIG (preto), ambos apresentando baixa relação às leituras obtidas quando comparadas com as determinações feitas através do tubo original, com o  $R^2_{Aj}$  para o marrom variando de 0,55 (primeira profundidade) a 0,05 (profundidade de 21 a 30 cm); já para o preto esta variação foi de 0,37 a 0,09, para as mesmas profundidades, o que demonstra o baixo desempenho destes materiais na fabricação de tubos de acesso para uso com o TDR.

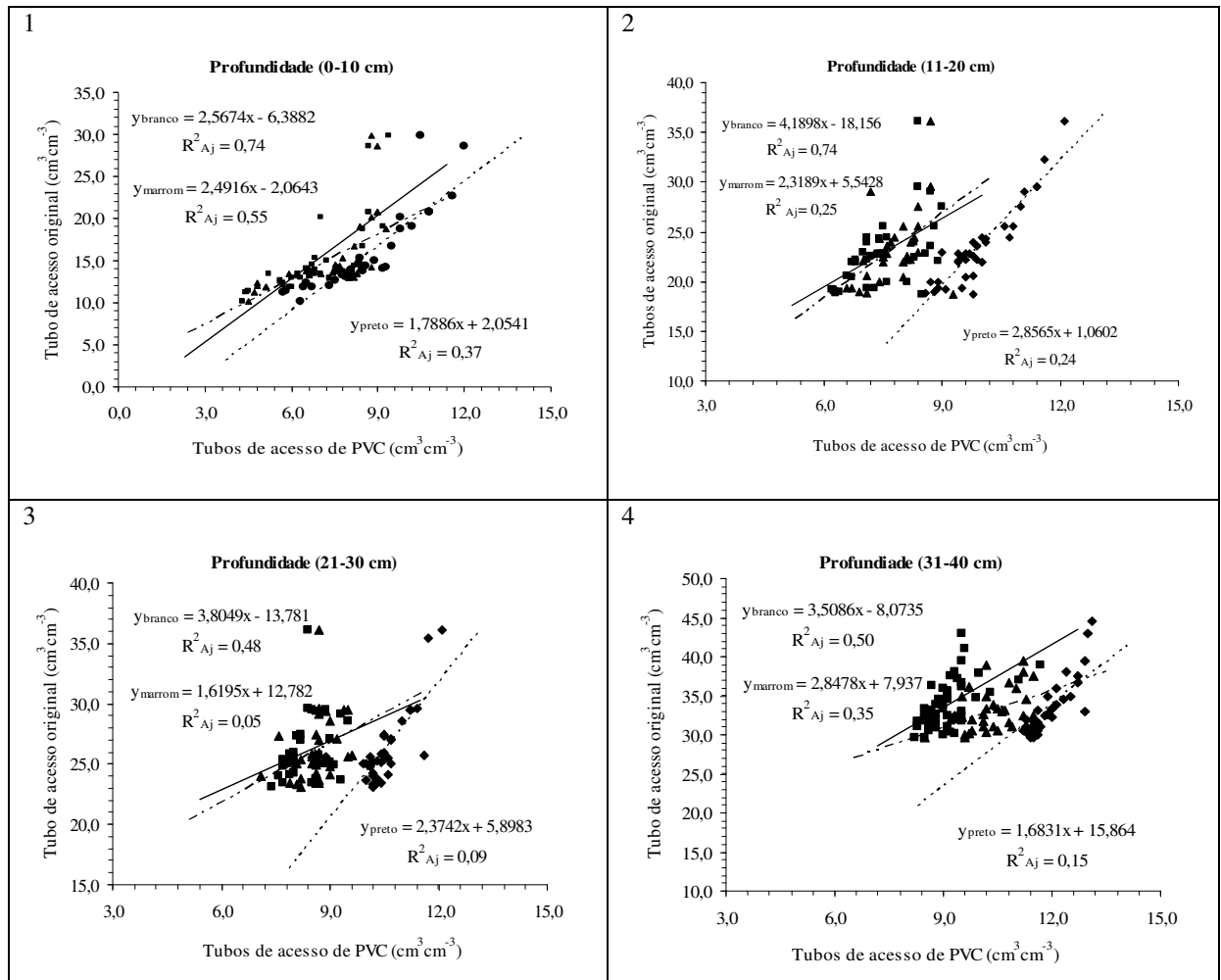


Figura – 01 - Curvas de regressão por profundidade na determinação do conteúdo de água do solo através da haste segmentada do TDR.

Como discutido anteriormente, apesar do melhor desempenho do tubo de PVC branco, este se apresenta muito inferior ao original, valor que se reflete nos coeficientes angulares das retas que variaram de 2,56 a 4,18, demonstrando que os materiais testados não são compatíveis com o funcionamento da sonda utilizada. Na busca de alternativas para baratear custos e aperfeiçoar a operacionalização destes equipamentos, COELHO et al. (2001), testando o desempenho de guias de ondas, em comparação com os fornecidos pelo fabricante do TDR TRASE, concluíram que três tipos de guias fabricadas em aço inox podem ser usadas

na determinação do conteúdo de água do solo em substituição ao original, desde que os valores obtidos sejam corrigidos pelos modelos de regressão previamente ajustados para o uso destas hastes, o que, no caso dos tubos testados neste ensaio, não se apresenta viável em função da magnitude dos desvios encontrados entre as leituras dos tubos testados. ANDRADE et al. (2003), verificaram resultados semelhantes ao utilizarem varetas de solda para aço inoxidável tipo 308L para confecção de sondas para o mesmo tipo de TDR, comprovando ser possível avançar através da intervenção científica na busca de alternativas que possam ampliar a utilização desta tecnologia na pesquisa e manejo da irrigação.

## **CONCLUSÃO**

Os tubos de PVC's branco, marrom e preto apresentaram baixa dependência entre os valores quando comparados ao tubo de acesso original, não sendo indicados para substituí-lo na determinação do conteúdo de água do solo através do TDR HH2;

Outros materiais devem ser pesquisados para a confecção de tubos de acesso, visando diminuir os custos e possibilitando a difusão em larga escala desta tecnologia na irrigação.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ANDRADE, C.de L.T; COSTA, E. L. da & ALBUQUERQUE, P. E. P. de. Desenvolvimento e calibração de guias de onda para TDR. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande v.7, n. 1, p. 173 – 176, 2003. UFCG.
- COELHO, E. F.; ANDRADE, C.L.T.; OR, D.; LOPES, L.C.; SOUZA, C.F. Desempenho de diferentes guias de ondas para uso com o analisador de umidade TRASE. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande v.5, n.1, p.81-87, 2001.
- CONCIANI, W.; CARNEIRO, B.J.; SOARES, M.M.; HERMANN, P.S.P.; CRESTANA, S. Emprego de TDR com sondas multihastes segmentadas para medida de umidade de um perfil de solo. In: Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária, 1, 1997, São Carlos, Anais...São Carlos. EMBRAPA – CNPDIA. p. 169 – 173, 1997.
- RIGHES, A. A.; AMARAL, L. G. H. do; COSTA, R. D.; ROSA, G. M. da; WILLES, J. A.; GOMES, A. C. dos S. Determinação da água no solo e na planta para irrigação. Santa Maria: UFSM, 2003. 97p.