

1. INTRODUÇÃO

A técnica da moderação de nêutrons tem sido utilizada há mais de cinco décadas para a determinação do conteúdo de água no solo, mas vários aspectos ainda apresentam dificuldade, destacando-se a calibração do equipamento. Na literatura são encontrados três métodos para a calibração: teórica, em tanques e "in situ" (Gardner et al., 1991; Greacen, 1981), sendo este o mais comum e que apresenta como um dos pontos frágeis a obtenção de faixas de umidade volumétrica do solo que garantam um bom coeficiente de correlação (Santos et al., 1999) e ao mesmo tempo não destruam o local de amostragem.

O objetivo deste trabalho foi comparar curvas de calibração obtidas diretamente pela relação entre a contagem relativa e a umidade volumétrica da amostra coletada por ocasião da contagem, e contagem relativa e potencial mátrico obtidas por tensiometria e sua posterior relação com a umidade volumétrica através da curva de retenção de água no solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado próximo ao Posto Agrometeorológico do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP, Piracicaba/SP, Brasil, em um NITOSSOLO VERMELHO Distrófico latossólico (Embrapa, 1999).

A parcela experimental constitui-se de duas partes: uma confinada por folha de flandres (7,07 m² e profundidade de 1,30 m), contendo 3 baterias de tensiômetros e três tubos de acesso para sonda de nêutrons e a dois metros da delimitação da folha um outro tubo de acesso. A sonda utilizada foi a modelo 503 Hydroprobe da CPN Corporation com tempo de contagem 30 s. As curvas de retenção para cada profundidade de instalação dos tensiômetros/leitura da sonda foram elaboradas conforme Moraes (1991) e os dados ajustados ao modelo de van Genuchten (1980), pelo programa SWRC (Dourado Neto et al., 1990).

Foram realizadas 6 leituras de sonda de nêutrons e coletas de amostras deformadas de solo para determinação do teor de água no método direto e 18 leituras de sonda e tensiômetros para obtenção da umidade volumétrica no método indireto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta as curvas de calibração (umidade volumétrica x contagem relativa) para duas profundidades do solo, obtidas pelos métodos direto e indireto. Se a análise se baseasse "apenas" nos valores do coeficiente de determinação (r^2) poder-se-ia afirmar que os dois métodos, para as duas profundidades, apresentaram coeficientes que indicariam possibilidade de utilização de todas as curvas de calibração, pois nenhuma apresentou r^2 menor do que 0,80 (Turatti et al., 1990; Santos et al., 1999). Mas a verificação visual da figura mostra que há diferenças variáveis entre os

resultados dos métodos direto e indireto nas duas camadas apresentadas, que são casos extremos, a Figura 1(a) a pior e a figura 1 (b) a melhor relação entre as nove profundidades estudadas. Para quantificar essas diferenças utilizou-se os índices: Índice de concordância (d) (Willmott et al., 1985), Erro máximo (ME), Erro absoluto médio (MAE), Raiz quadrada do erro médio quadrático normalizado (RMSE), Coeficiente de determinação (CD), Eficiência (EF) e Coeficiente de massa residual (CRM), conforme Zacharias et al. (1996). Uma perfeita concordância entre as curvas obtidas pelos dois métodos resultaria em $d = CD = EF = 1$ e $ME = RMSE = CRM = MAE = 0$.

A Tabela 1 apresenta os dados da análise para as profundidades de interesse. Observa-se que dos sete índices utilizados, nenhum mostrou-se satisfatório para a profundidade de 0,50 m e para a de 0,90 m, quatro deles foram adequados ($d \rightarrow 1$; ME, MAE e CRM $\rightarrow 0$), embora a eficiência necessária para que a curva de calibração obtida indiretamente representasse a obtida diretamente esteja próxima de zero.

4. CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos não há como assegurar a utilização da metodologia indireta para superar-se as dificuldades de calibração da sonda de nêutrons em condições de campo.

5. REFERÊNCIAS

- DOURADO NETO, D.; JONG VAN LIER, Q.; BORTEL, T.A.; LIBARDI, P.L. Programa para confecção da curva de retenção de água no solo utilizando o modelo de van Genuchten. *Engenharia Rural*, 1: 92-102, 1990.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema Brasileiro de Classificação*. EMBRAPA, 1999. 412p.
- GARDNER, C.M.K.; BELL, J.P.; COOPER, J.D.; DEAN, T.J.; HODNETT, M.G. Soil Water Content. In: SMITH, K. A.; MULLINS, C.E., (Ed.). *Soil analysis: physical methods*. New York: Dekker, 1991. Cap.1, p.1-66.
- GREACEN, E.L. *Soil water assessment by the neutron method*. Division of soils, CSIRO, Adelaide, 1981. 140p.
- MORAES, S.O. Heterogeneidade hidráulica de uma terra roxa estruturada. Piracicaba, 1991. 141p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, R.F. dos; CARLESSO, R.; BOAS, M.A.V. Calibração simplificada de sonda de nêutrons para a determinação do conteúdo de água no solo. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, 74(2): 201-216, 1999.
- WILLMOTT, C.J.; ACKLESON, S.G.; DAVIS, R.E. et al. Statistics for the evaluation and comparison of models. *Journal of Geophysical Research*. Ottawa, v. 90, n.C5, p.8995-9005. 1985.
- VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal*, 44: 892-898, 1980.
- ZACHARIAS, S.; HEATWOLE, C.D.; COAKLEY, C.W. Robust quantitative techniques for validating pesticide transport models. *Transactions of the ASAE*. 39(1): 47-54, 1996.

¹ Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP. Av. Pádua Dias, 11. Caixa Postal 9. 13418-900 Piracicaba, SP. Brasil. E-mail: cfeixe@carpa.ciaagri.usp.br

² Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP. Av. Pádua Dias, 11. Caixa Postal 9. 13418-900 Piracicaba, SP. Brasil. E-mail: somoraes@carpa.ciaagri.usp.br

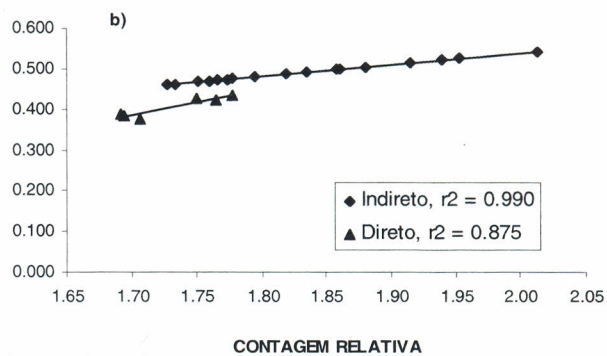
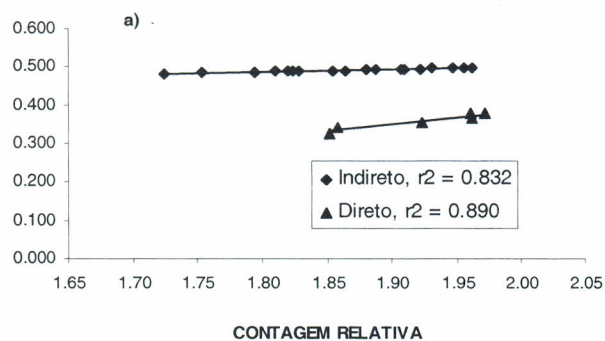


Figura 1 - Curvas de calibração da sonda de nêutrons obtidas pelo método direto (amostragem de solo) e indireto (leitura de tensiômetro e curva de retenção), para as profundidades de 0,50 m (a) e 0,90 m (b)

Tabela 1 - Índices utilizados para análise das curvas de calibração da sonda de nêutrons para as profundidades de 0,50 e 0,90 m

Prof. (m)	Índices						
	d	CD	EF	ME	RMSE	CRM	MAE
0,50	0,051	0,012	-94,254	0,176	47,47	-0,474	-0,159
0,90	0,910	0,313	0,306	0,069	13,58	-0,134	-0,055