

# ESTIMATIVA DA CAPACIDADE DE CAMPO DE LATOSSOLOS E NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS PELA DETERMINAÇÃO DO EQUIVALENTE DE UMIDADE<sup>(1)</sup>

H. A. RUIZ<sup>(2)</sup>, G. B. FERREIRA<sup>(3)</sup> & J. B. M. PEREIRA<sup>(4)</sup>

## RESUMO

A quantidade de água retida no solo determinada pelo equivalente de umidade (EU) aproxima-se da umidade na capacidade de campo (CC), em solos de regiões temperadas, com presença predominante de argilas de atividade alta. Nos solos característicos das regiões tropicais e úmidas, esse critério, que fixa o potencial matricial da CC em -33 kPa, deve ser alterado para potenciais maiores, da ordem de -10 a -6 kPa. O objetivo deste trabalho foi verificar a possibilidade de estimar a CC em Latossolos e Neossolos Quartzarênicos por meio da determinação do EU. Para isso, realizou-se um levantamento bibliográfico em teses defendidas na Universidade Federal de Viçosa a partir de 1968, considerando adequados os dados que incluíam classificação do solo, teor de argila, EU e CC. Foram selecionados oitenta Latossolos e oito Neossolos Quartzarênicos. Os dados analisados resultaram na equação  $CC = 0,081 + 0,888 EU$  ( $R^2 = 0,910$ ), em que CC e EU são expressos em  $kg\ kg^{-1}$ . O intercepto, diferente de zero e positivo, confirma que a CC ocorre, nestes solos, a potenciais maiores que -33 kPa.

**Termos de indexação:** água do solo, disponibilidade máxima de água.

---

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em março de 2002 e aprovado em novembro de 2002.

<sup>(2)</sup> Professor do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa – UFV. CEP 36570-000 Viçosa (MG). Bolsista do CNPq. E-mail: hrui@mail.ufv.br

<sup>(3)</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Departamento de Solos, UFV. Bolsista do CNPq. E-mail: ferreiragb@bol.com.br

<sup>(4)</sup> Pesquisador do Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre – EMBRAPA. CEP 69908-970 Rio Branco (AC). E-mail: batista@cpafac.embrapa.br

**SUMMARY:** *FIELD CAPACITY OF OXISOLS AND QUARTZIPSAMMENTS CALCULATED FROM MOISTURE EQUIVALENT DETERMINATION*

*Soil moisture content, determined by the moisture equivalent method (ME), is associated with field capacity (FC) in temperate soils. The FC matric potential of soils developed under tropical and humid conditions has higher values, in the range of -10 to -6 kPa. To establish a relationship between FC of Oxisols and Quartzipsamments with ME a review of M.S. and Ph.D. theses submitted to the faculty of the Federal University of Viçosa, Brazil, was done. Appropriate data should include soil classification, clay content, FC, and ME. Under these conditions, 80 Oxisols, and 8 Quartzipsamments were selected. Results suggest the use of the equation  $FC = 0.081 + 0.888 ME$  ( $R^2 = 0.910$ ), with FC and ME expressed in  $kg\ kg^{-1}$ . The intercept, different from zero and positive, confirms that FC occurs at greater potential values than -33 kPa.*

*Index terms: soil water, maximum water availability.*

## INTRODUÇÃO

Em conhecida revisão publicada em 1949, Veihmeyer & Hendrickson analisaram os métodos para medir a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente em solos. No início do artigo, chegaram a conceituar esses dois pontos como *constantes* da água do solo. Essa afirmativa foi retificada, no mesmo trabalho, ao se admitir a variabilidade das duas *constantes* indicadas. É reconhecido que a CC não apresenta um valor único. Há remoção de água por drenagem, evaporação e transpiração, bem como o acréscimo por chuva, irrigação e orvalho. Isso faz com que a condição de equilíbrio entre a quantidade de água e a força gravitacional seja dificilmente atingida (Souza & Reichardt, 1996). Agrega-se, ainda, o fenômeno de histerese, que modifica a umidade do solo, para o mesmo potencial, quando confrontadas situações de ganho ou perda de água no perfil (Taylor & Aschroft, 1972).

Como conseqüência do dinamismo do sistema e da dependência de diversos fatores, a CC deveria ser considerada uma característica do solo a ser determinada no campo. Entretanto, testes de laboratório apresentam valores próximos aos dos medidos no campo, quando essa característica é avaliada em Neossolos Quartzarênicos e Latossolos. Bell & Keulen (1996) compararam determinações realizadas *in situ* com valores de laboratório, utilizando amostras peneiradas, em quatro solos do México. Observaram que não houve diferenças entre os dois métodos para o solo de textura grossa. Com relação aos Latossolos, Gomes et al. (1994) não observaram diferenças na retenção de água, base gravimétrica, quando compararam amostras indeformadas e deformadas entre -5 e -100 kPa. Apesar das dificuldades associadas, o conceito de CC é de indiscutível utilidade, por indicar o limite superior aproximado da quantidade de água disponível para as plantas (Jong, 2000).

Do ponto de vista prático, para estimar a CC, diversos métodos de laboratório têm sido propostos, alguns utilizando amostras com estrutura natural e outros com estrutura alterada (Fernandes & Sykes, 1968; Cassel & Nielsen, 1986; Reichardt, 1988). Um dos mais difundidos é o do equivalente de umidade (EU), em que amostras peneiradas de solos, previamente saturadas com água, são submetidas a uma força centrífuga de mil vezes a gravidade, durante 30 min. Essa força, em centrifuga com rotor específico, equivale a um potencial de -33 kPa (Cassel & Nielsen, 1986).

A quantidade de água retida no solo determinada pelo EU aproxima-se da CC, em solos de regiões temperadas, com presença predominante de argilas de atividade alta (Cassel & Nielsen, 1986). Nos solos característicos das regiões tropicais e úmidas, o critério clássico, que fixa o potencial matricial da CC em -33 kPa, deve ser alterado para potenciais maiores, da ordem de -10 a -6 kPa (Reichardt, 1988).

Fernandes & Sykes (1968) apresentaram um método para estimar a CC, no laboratório, utilizando colunas de solo. Tubos de vidro de 60 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro interno são preenchidos com solo peneirado, de forma que apresente distribuição regular das partículas e uniformidade externa sem falhas prejudiciais ao movimento de água. Acrescenta-se água destilada, em volume que não permite o movimento até o fundo da coluna, a qual é coberta com plástico para evitar a evaporação da porção superficial. Transcorridos dois dias, a contar da adição da água, coletam-se amostras em profundidade, espaçadas de 2 cm, determinando-se a umidade de cada porção. A CC é determinada pela média da umidade das camadas de 2 cm superiores àquela que apresenta diminuição acentuada no conteúdo de água. Esse método tem sido regularmente utilizado no Laboratório de Física do Solo da Universidade Federal de Viçosa, apesar das dificuldades operacionais e do tempo consumido na execução da análise.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer equações para relacionar a CC de Latossolos e Neossolos Quartzarênicos, determinada pelo método da coluna do solo, com o EU.

logarítmico recíproco, adotando-se aquele que apresentou o maior coeficiente de determinação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para relacionar a CC com o EU, realizou-se pesquisa de levantamento de dados em teses de doutorado e de mestrado dos Programas de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, em Ciência Florestal, em Engenharia Agrícola e em Fitotecnia, defendidas na Universidade Federal de Viçosa, no período de 1968 a 1995.

Consideraram-se adequados os dados que incluíam a classificação do solo, o teor de argila, o EU (Fernandes & Sykes, 1968) e a CC, determinada pelo método da coluna de solo de acordo com a proposta de Fernandes & Sykes (1968).

A pesquisa permitiu identificar 80 Latossolos e oito Neossolos Quartzarênicos localizados nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Maranhão e Mato Grosso do Sul (Fernandes, 1967; Alvarez V., 1974; Delazari, 1979; Muniz, 1983; Novelino, 1984; Couto, 1985; Fabres, 1986; Ruiz, 1986; Fonseca, 1987; García-Peña, 1991; Viégas, 1991; Pino-Barra, 1992; Fortes, 1993; Miranda, 1993; Diaz-Zambrana, 1994; Souza, 1994; Correia, 1995; Villani, 1995).

A CC e o EU foram relacionados por meio de equações de regressão. Foram testados os modelos: linear, exponencial, potencial, hiperbólico, logarítmico e

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Latossolos podem ser definidos, de forma genérica, como normalmente muito espessos, formados em regiões tropicais úmidas, sem horizonte subsuperficial de acúmulo de argila, caracterizados por apresentarem baixa relação molecular sílica/sesquióxidos na fração argila, baixa capacidade de troca catiônica, baixa atividade de argila e baixo teor de minerais primários facilmente intemperizáveis (Curi et al., 1993). Os mesmos autores conceituam os Neossolos Quartzarênicos (previamente Areias Quartzosas) como a unidade taxonômica que agrupa solos profundos, não-hidromórficos, de textura arenosa (classes texturais areia e areia franca), com permeabilidade rápida ao longo de todo o perfil, o qual é destituído de minerais primários facilmente intemperizáveis.

Verifica-se, assim, que a diferença mais marcante entre os dois grupos reside na textura, utilizando-se um limite de 0,150 kg kg<sup>-1</sup> de argila na diferenciação de Neossolos Quartzarênicos, com valores inferiores ao indicado, e Latossolos, com valores iguais ou superiores.

As 80 observações correspondentes aos Latossolos mostram uma amplitude no teor de argila de 0,620 kg kg<sup>-1</sup>, e as oito dos Neossolos Quartzarênicos, de 0,120 kg kg<sup>-1</sup> (Quadro 1). As medidas foram determinadas também para o conjunto,

**Quadro 1. Média, desvio-padrão, valores extremos e coeficiente de variação para argila, equivalente de umidade e capacidade de campo dos Latossolos e Neossolos Quartzarênicos selecionados**

Medida	Argila	Equivalente de umidade	Capacidade de campo
Latossolo (80 observações)			
Média (kg kg <sup>-1</sup> )	0,473	0,230	0,284
Desvio-padrão (kg kg <sup>-1</sup> )	0,174	0,077	0,072
Valor maior (kg kg <sup>-1</sup> )	0,770	0,429	0,463
Valor menor (kg kg <sup>-1</sup> )	0,150	0,069	0,130
C.V. (%)	36,8	33,5	25,2
Neossolo Quartzarênico (8 observações)			
Média (kg kg <sup>-1</sup> )	0,086	0,089	0,161
Desvio-padrão (kg kg <sup>-1</sup> )	0,038	0,086	0,092
Valor maior (kg kg <sup>-1</sup> )	0,130	0,295	0,383
Valor menor (kg kg <sup>-1</sup> )	0,020	0,023	0,095
C.V. (%)	43,8	96,8	57,2
Latossolo + Neossolo Quartzarênico (88 observações)			
Média (kg kg <sup>-1</sup> )	0,438	0,217	0,273
Desvio-padrão (kg kg <sup>-1</sup> )	0,201	0,088	0,081
Valor maior (kg kg <sup>-1</sup> )	0,770	0,429	0,463
Valor menor (kg kg <sup>-1</sup> )	0,020	0,023	0,095
C.V. (%)	45,8	40,3	29,8

considerando as semelhanças mineralógicas geralmente observadas em Latossolos e Neossolos Quartzarênicos (Quadro 1).

Diversos modelos de equações de regressão foram testados para estimar a CC a partir do EU, escolhendo-se aquele que apresentou o maior coeficiente de determinação ajustado, com coeficientes significativos a 1 % pelo teste t. O melhor ajuste foi obtido pelo modelo linear, determinando-se as equações  $CC = 0,083 + 0,878 EU$  ( $R^2 = 0,891$ ), para Latossolos, e  $CC = 0,071 + 1,006 EU$  ( $R^2 = 0,883$ ), para Neossolos Quartzarênicos. O teste de identidade de modelos permitiu verificar a semelhança entre as duas equações, formulando-se uma única equação de regressão para o conjunto de dados (Figura 1).

O valor numérico do intercepto da equação de regressão da figura 1 ( $0,081 \text{ kg kg}^{-1}$ ) mostra que a CC afasta-se consideravelmente de  $-33 \text{ kPa}$ . Se fosse próxima desse potencial, o intercepto deveria mostrar valor próximo de zero. O potencial de  $-33 \text{ kPa}$ , que aparece com frequência na literatura, refere-se a solos típicos de regiões de climas temperados, onde há presença de argilas de maior atividade. Em solos característicos das regiões tropicais e úmidas, com predominância de caulinitas e óxidos de ferro e alumínio, a CC aproxima-se mais de potenciais no intervalo de  $-10$  a  $-6 \text{ kPa}$  (Reichardt, 1988). Essa observação é confirmada pelo valor positivo do intercepto, que indica que a capacidade de campo

ocorrerá a potenciais maiores que  $-33 \text{ kPa}$ , visto que existe uma relação direta entre o potencial matricial e o conteúdo de água do solo.

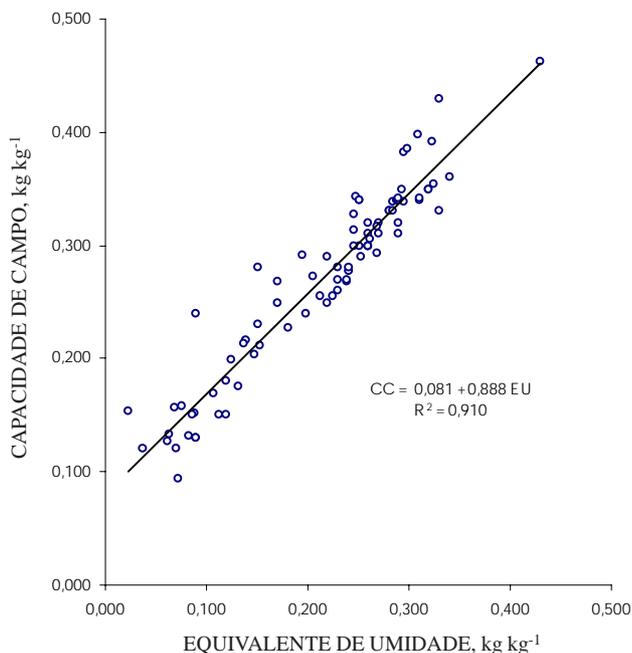
## CONCLUSÕES

1. É possível estimar a CC de Latossolos e Neossolos Quartzarênicos pela determinação do EU, utilizando a equação  $CC = 0,081 + 0,888 EU$  ( $R^2 = 0,910$ ), em que CC e EU são expressos em  $\text{kg kg}^{-1}$ .

2. O intercepto, diferente de zero e positivo, confirma que a CC ocorre, nestes solos, a potenciais maiores que  $-33 \text{ kPa}$ .

## LITERATURA CITADA

- ALVAREZ V., V.H. Equilíbrio de formas disponíveis de fósforo e enxofre em dois Latossolos de Minas Gerais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1974. 125p. (Tese de Mestrado)
- BELL, M.A. & KEULEN, H. van. Effect of soil disturbance on pedotransfer function development for field capacity. Soil Technol., 8:321-329, 1996.
- CASSEL, D.K. & NIELSEN, D.R. Field capacity and available water capacity. In: KLUTTE, A., ed. Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of Agronomy, 1986. p.901-926.
- CORREIA, C.R.M.A. Formação de micorrizas e crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* em colunas de solo compactado em subsuperfície. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1995. 81p. (Tese de Mestrado)
- COUTO, C. Resposta do eucalipto e do milho à aplicação de zinco em amostras de solos de cerrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1985. 72p. (Tese de Mestrado)
- CURI, N.; LARACH, J.O.I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A.C. & FONTES, L.E.F. Vocabulário de ciência do solo. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 89p.
- DELAZARI, P.C. Disponibilidade de fósforo em solos do Estado do Espírito Santo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1979. 42p. (Tese de Mestrado)
- DIAZ-ZAMBRANA, M.O. Efeito da compactação sobre propriedades físicas em três materiais de solo e sobre o crescimento das raízes de soja e caupi. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1994. 58p. (Tese de Mestrado)
- FABRES, A.S. Disponibilidade de fósforo em solos e concentrações críticas de diferentes frações de fósforo em plantas de alface cultivadas em amostras de diferentes solos. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1986. 39p. (Tese de Mestrado)
- FERNANDES, B. Retenção e movimento de água no solo. Viçosa, Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1967. 49p. (Tese de Mestrado)



**Figura 1. Relação entre a capacidade de campo e o equivalente de umidade para os Latossolos e Neossolos Quartzarênicos selecionados. O coeficiente da equação de regressão foi significativo a 1 % pelo teste t.**

- FERNANDES, B. & SYKES, D.J. Capacidade de campo e retenção de água em três solos de Minas Gerais. R. Ceres, 15:1-39, 1968.
- FONSECA, D.M. Níveis críticos de fósforo em amostras de solos para o estabelecimento de *Andropogon gayanus*, *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1987. 146p. (Tese de Mestrado)
- FORTES, J.L.O. Eficiência de duas escórias de siderurgia, do estado do Maranhão, na correção da acidez do solo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1993. 66p. (Tese de Mestrado)
- GARCIA-PEÑA, J.A. Cálcio, magnésio e potássio no solo e em plantas de algodão, utilizando magnesita calcinada e cloreto de potássio, em três níveis de calagem. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1991. 79p. (Tese de Mestrado)
- GOMES, T.C.A.; DE MUNER, L.M. & RUIZ, H.A. Retenção de água até -100 kPa em amostras indeformadas e deformadas do horizonte B de um LV e de um PV. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., Florianópolis, 1994. Resumos. Florianópolis, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p.320-321.
- JONG van Lier, Q. Índices da disponibilidade de água para as plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. & SCHAEFER, C.E.G.R., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p.95-106.
- MIRANDA, J. Caracterização da solução do solo e das propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes coberturas vegetais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1993. 65p. (Tese de Mestrado)
- MUNIZ, A.S. Disponibilidade de fósforo avaliada por extratores químicos e pelo crescimento de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em amostras de solos com diferentes valores do fator capacidade. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1983. 79p. (Tese de Mestrado)
- NOVELINO, J.O. Solubilidade do fosfato de Araxá, em diferentes tempos de inclusão, na presença e ausência de calagem, e seu efeito sobre o crescimento do sorgo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1984. 39p. (Tese de Mestrado)
- PINO-BARRA, M.E. Capacidade tampão de fósforo e crescimento de duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em Latossolos. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1992. 74p. (Tese de Mestrado)
- REICHARDT, K. Capacidade de campo. R. Bras. Ci. Solo, 12:211-216, 1988.
- RUIZ, H.A. Efeito do conteúdo de água sobre o transporte de fósforo em dois Latossolos. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1986. 86p. (Tese de Doutorado)
- SOUZA, A.P. Atividade do Oxyfluorfen, 2,4-D e Glifosate, em solos de diferentes texturas na presença e na ausência de composto orgânico. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1994. 71p. (Tese de Mestrado)
- SOUZA, L.D. & REICHARDT, K. Estimativas de capacidade de campo. R. Bras. Ci. Solo, 20:183-189, 1996.
- TAYLOR, S.A. & ASHCROFT, G.L. Physical edaphology. The physics of irrigated and nonirrigated soils. San Francisco, W. H. Freeman, 1972. 533p.
- VEIHMEYER, F.J. & HENDRICKSON, A.H. Methods for measuring field capacity and permanent wilting percentage of soils. Soil Sci., 68:75-94, 1949.
- VIÉGAS, R.A. Dinâmica de fontes de fósforo aplicadas a solos com diferentes níveis de acidez. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1991. 67p. (Tese de Mestrado)
- VILLANI, E.M.A. Fluxo difusivo de fósforo influenciado por fontes e por tempo de contato do fósforo com o solo. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1995. 57p. (Tese de Mestrado)

