

Erros e precisão na determinação da curva de retenção de água no solo com psicrômetro de ponto de orvalho

Oliveira, A. E.¹; Gubiani, P. I.²; Reinert, D. J.²; Reichert, J. M.²; Gelain, N. S.²

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (UFSM), RS, e-mail:

alanebano.oliveir@hotmail.com Apresentador ²UFSM, e-mail: paulogubiani@gmail.com;
dalvan@ccr.ufsm.br; reichert@smail.ufsm.br; neivaengenheira@gmail.com.

Resumo

A psicrometria é uma técnica de medição do potencial hídrico de amostras de solo com uso crescente nas pesquisas. Este estudo objetivou avaliar a precisão das medidas de potencial de água no solo com um psicrômetro de ponto de orvalho (WP4), a partir da análise das estimativas da umidade do solo com o modelo $Y = a * X^b$, em que Y é a umidade estimada, X é o potencial medido e a e b são os coeficientes de ajuste do modelo. Utilizaram-se amostras do horizonte A de um Argissolo Vermelho Distrófico típico e de um Latossolo Vermelho Distrófico típico, e do horizonte Bt de um Planossolo Háplico Eutrófico arênico e de um Luvisolo Háplico Órtico típico. Nas tensões menores que 1 MPa, a variação na estimativa da umidade (de 4,25% a 92,65%) foi maior nos solos com menor teor de argila. O mesmo não ocorreu nos demais solos cuja perda de umidade ocorreu de forma mais gradual devido ao maior teor de argila. O limite inferior de tensão, para que a estimativa de umidade não inclua imprecisão expressiva, deve ser definido com base na composição granulométrica do solo, a qual afeta sensivelmente a relação umidade/potencial na porção úmida da curva e controla a magnitude da imprecisão da estimativa de umidade.

Introdução

O conhecimento da retenção de água no solo no ponto de murcha fisiológico é de fundamental importância, e as técnicas para sua determinação devem apresentar resultados com o máximo de precisão e o mínimo de erro.

Dentre as diversas metodologias de determinação da retenção de água no solo, a psicrometria de ponto de orvalho (com o equipamento WP4) tem sido usada por muitos pesquisadores (Campbell et al., 2007; Klein et al., 2006; Costa et al., 2008; Kaiser et al., 2009) devido à maior rapidez nas medidas em baixos potenciais hídricos, comparado com a câmara de Richards. A determinação do potencial matricial (Ψ) com WP4 é baseada na pressão de vapor de água no ar em equilíbrio com a fase líquida da amostra de solo, usando a equação $\Psi = R T M^{-1} \ln(p p_0^{-1})$ (DECAGON DEVICES, 2000), em que R é a constante dos gases (8,31 J/mol.K), T é a temperatura em graus Kelvin, M é a massa molecular da água (kg mol^{-1}) e a relação $p p_0^{-1}$ a umidade relativa do solo. O WP4 permite medir potenciais num

intervalo de 0 a -40 MPa, com acurácia de $\pm 0,1$ MPa. No entanto, na faixa de interesse agrônômico (0,5 a 1,5 MPa) pode ocorrer imprecisão nas determinações devido a uma pequena variação na umidade relativa do ar do solo (Reichardt & Timm, 2004). Segundo estes autores, sob uma temperatura de 20 °C, o potencial matricial da água igual a zero corresponde a um solo saturado com umidade relativa de 100%, reduzindo a 98,88% quando o potencial matricial da água for -1,5 MPa. Dessa forma, os potenciais medidos pelo WP4 podem ser semelhantes para diferentes teores de água no solo, ou distintos para conteúdos similares de água no solo, principalmente na condição de maior umidade das amostras.

O WP4 é utilizado também para complementar o conjunto de medidas obtidas até 0,1 MPa em mesa de tensão e câmara de Richards, para a construção da curva de retenção de água no solo (Collares et al., 2006; Kaiser et al. 2009). Porém, a prática de laboratório tem demonstrado que a combinação de equipamentos pode provocar incoerência das relações entre umidade e potencial quando são reunidos os segmentos da curva de retenção obtidos nos diferentes equipamentos. Nesse sentido, é preciso investigar a precisão das medidas em WP4 ao longo da faixa de potencial de interesse agrônômico em termos de retenção de água. A inclusão de medidas de umidade em potenciais menores que -1,5 MPa permite o estudo da relação umidade/potencial em ampla faixa de umidade relativa e pode melhorar a confiabilidade da umidade estimada. De acordo com Decagon Devices (2000), as medidas são precisas até -40 MPa, mas existem trabalhos cujas medições de potenciais de água em solos vão até -50 MPa (DECAGON DEVICES, 2000) e até -100 MPa (Campbell et al., 2007).

Baseado neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar e mensurar o efeito da variação do potencial medido pelo WP4 na precisão da estimativa da umidade em quatro solos com diferente composição granulométrica.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido com amostras de solo coletadas no horizonte A de um Argissolo Vermelho Distrófico típico e de um Latossolo Vermelho Distrófico típico e no horizonte Bt de um Planossolo Háptico Eutrófico arênico e de um Luvisolo Háptico Órtico típico (Tabela 1).

Tabela 1. Composição granulométrica dos solos analisados.

Solo	Horizonte	-----g.kg ⁻¹ -----		
		Areia	Silte	Argila
Argissolo	A	612	238	150
Latossolo	A	202	245	553
Luvissolo*	Bt	100	390	510
Planossolo*	Bt	440	220	340

* Compilados dos perfis modais destes solos. Fonte: Brasil (1973).

No laboratório, as amostras foram secas ao ar e passadas em peneira de malha 2 mm para a obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Uma porção de aproximadamente 400 g de TFSA foi

umedecida em recipiente de plástico até a condição de umidade em que a homogeneização da massa de solo indicasse uma leve tendência de agregação, permanecendo nesta condição por 12 horas. Após, o recipiente contendo o solo foi mantido aberto para que a massa de solo perdesse água gradativamente sob a condição de temperatura e umidade do ambiente. À medida que o solo ia secando, sempre sob homogeneização, amostras de aproximadamente 5 g foram retiradas, passadas para o recipiente amostrador do WP4 e seladas com tampa. O recipiente contendo a amostra foi colocado sobre o WP4 para diminuir o tempo de leitura pelo fato da temperatura da amostra se aproximar à temperatura da câmara de leitura (DECAGON DEVICES, 2000).

O WP4 foi previamente calibrado com uma solução de KCl 0,5 N, cujo potencial a 20 °C é de -2,19 MPa. O aparelho foi ajustado para que as leituras sobre a solução de KCl estivessem numa faixa de -2,09 a -2,29 MPa (DECAGON DEVICES, 2000). Após a calibração, procedeu-se a análise das amostras de solo, cujo potencial é dado pelo WP4 em MPa.

Depois da determinação do potencial, as amostras de solo foram transferidas para latas de alumínio com massa conhecida, pesadas e levadas à estufa a 105 °C, onde ficaram mantidas por 24 horas. A umidade gravimétrica foi determinada em balança analítica com precisão de dois dígitos.

Ao conjunto de dados de umidade e potencial matricial foi ajustado o modelo $Y = a * X^b$ (descrito anteriormente), para estimar a umidade do solo em função do potencial (Klein et al., 2006). Por conveniência gráfica, os potenciais foram apresentados como tensão, assumindo valores positivos, e o símbolo de potencial (Ψ) foi usado como sinônimo de tensão.

A precisão da estimativa de umidade foi obtida por meio de três estimativas de umidade para cada tensão: (1) $u_{ie} = f(\Psi_i)$; (2) $u_{is} = f(\Psi_i - 0,1)$ e (3) $u_{ii} = f(\Psi_i + 0,1)$, em que u_{ie} é a umidade estimada pelo modelo; u_{is} e u_{ii} são o desvio da estimativa de umidade do modelo para mais (superior) e para menos (inferior) devido à introdução da precisão do WP4. A variação da umidade estimada devido à precisão do WP4 foi calculada pela equação $vu = 100 * (u_{is} - u_{ii}) / u_{ie}$, em que vu é a variação da umidade e $(u_{is} - u_{ii})$ é a amplitude dos desvios da estimativa.

Resultados e discussão

Os coeficientes de determinação do ajuste (R^2) em função da tensão da água no solo foram de: 0,95 para o Argissolo; 0,85 para o Latossolo; 0,94 para o Luvisolo e 0,96 para o Planossolo (Figura 1). A amplitude dos desvios da estimativa de umidade pelo modelo ($u_{is} - u_{ii}$) e a variação percentual da estimativa (vu), devido à introdução da precisão do WP4, aumentaram bruscamente em tensões mais baixas, ou seja, em solo mais úmido (Figura 1). Isso ocorre devido à menor sensibilidade do WP4 quando o solo está mais úmido, pois para umidades diferentes (na região úmida da curva) o WP4 indicou tensões semelhantes.

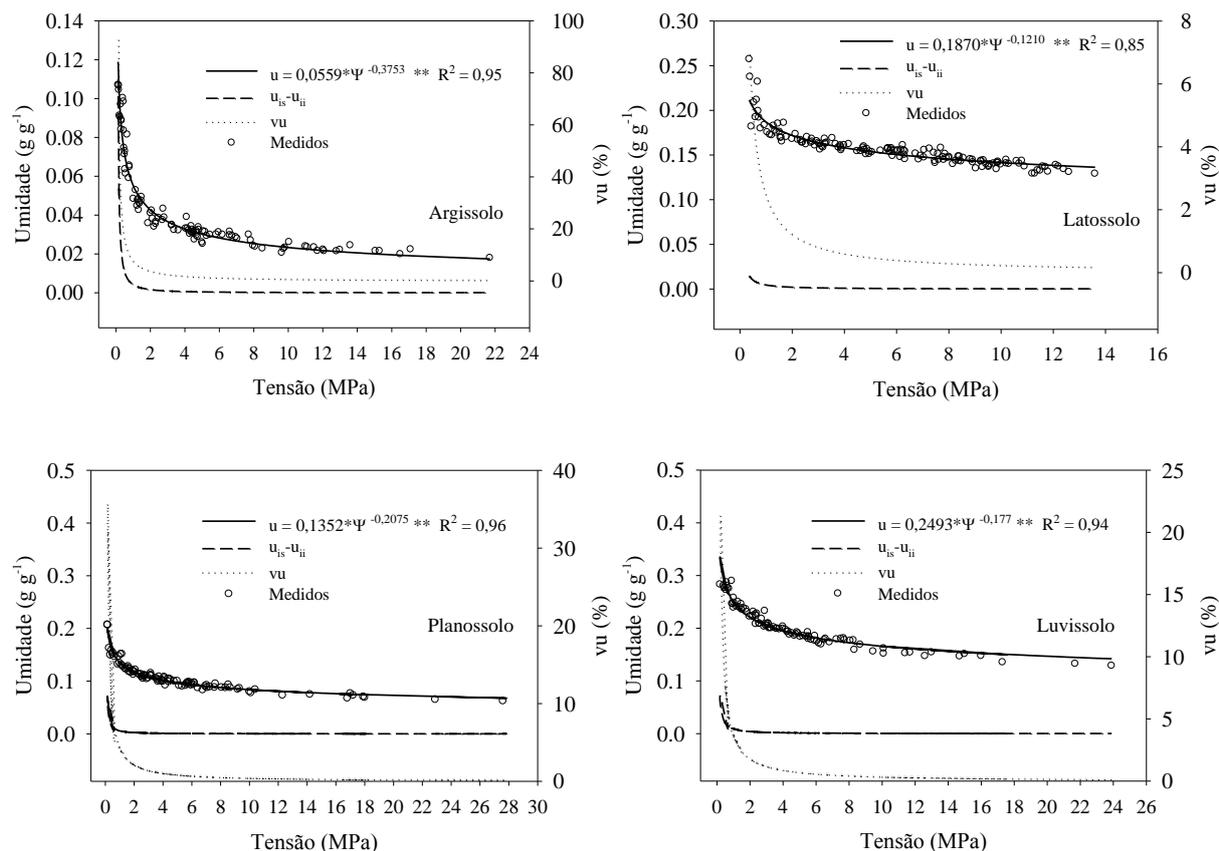


Figura 1. Umidade do solo (medida e estimada), amplitude dos desvios da estimativa do modelo ($u_{is} - u_{ii}$) e variação percentual da estimativa em função da tensão nos quatro solos avaliados.

Nas tensões abaixo de 1 MPa, a variação da estimativa de umidade foi de 2,59% a 92,65%, considerando todos os solos. Maiores variações na estimativa da umidade em baixas tensões também foram verificadas por Thakur et al. (2005), indicando que a estimativa de umidade se torna menos precisa quando o solo está mais úmido. Para os extremos de tensão na parte úmida da curva obtidos neste trabalho (0,13, 0,36, 0,19 e 0,15 MPa), a variação da umidade estimada foi 92,65%, 6,94%, 21,35% e 35,66%, respectivamente no Argissolo, Latossolo, Luvisolo e Planossolo.

Observa-se que a partir de 10% a variação na umidade estimada aumenta bruscamente com a diminuição da tensão (Figura 1). Para os solos deste estudo, caso a variação de umidade estimada no WP4 não deva exceder o limite de 10%, as menores tensões que podem ser usadas para a obtenção da curva $f(\Psi_i)$ são de 0,76 MPa, 0,37 MPa e 0,43 MPa no Argissolo, no Luvisolo e no Planossolo, respectivamente. Porém, no Latossolo, a mesma variação na umidade estimada só aconteceria em tensões menores que 0,36 MPa.

Além disso, a inclinação das curvas de variação da umidade se distingue para cada solo, mudando bruscamente da direção horizontal para a vertical no Argissolo e no Planossolo, indicando aumento acentuado na imprecisão da estimativa de umidade, enquanto que no Latossolo e no

Luvissole a mudança de direção é mais gradual. Isso se deve à diferente composição granulométrica destes solos, de forma que, quanto maior a fração areia do solo (Tabela 1), maior deve ser o limite de tensão do extremo úmido da curva para que a estimativa de umidade não seja imprecisa. Com a diminuição da área superficial específica (maior conteúdo de areia e menor de argila), ocorre grande mudança de umidade no solo num intervalo pequeno de tensões (menores que 1 MPa) sem que haja mudança na umidade relativa do ar do solo. Como o WP4 estima o potencial a partir da umidade relativa, mesmo que haja mudanças significativas da umidade, o potencial medido no WP4 pode não ser diferente. Assim, a precisão do WP4 no extremo úmido diminui com o aumento na fração areia ou diminuição da fração argila.

Conclusões

A determinação da retenção de água no solo por meio de psicrometria, com uso do equipamento WP4 e menos precisa nos menores potenciais. O limite inferior de tensão, para que a estimativa de umidade não inclua imprecisão expressiva, deve ser definido com base na composição granulométrica do solo, a qual afeta sensivelmente a relação umidade/potencial na porção úmida da curva e controla a magnitude da imprecisão da estimativa de umidade.

Literatura Citada

BRASIL. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife : MA/DPP-SA/DRNR, 1973, 431 p.

CAMPBELL, G.S. et al. Application of a dew point method to obtain the soil water characteristic. *Experimental Unsaturated Soil Mechanics*, v. 112, p. 71-77, 2007.

COLLARES, G. L. et al. Qualidade física do solo na produtividade de feijoeiro da cultura do feijoeiro num argissolo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1663-1674, 2006.

COSTA, W. A. et al. Modelos de ajuste e métodos para a determinação da curva de retenção de água de um latossolo-vermelho-amarelo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.515-523, 2008.

DECAGON DEVICES. Operator's manual version 1.3 WP4 dewpointmeter. USA, Decagon Devices. 2000, 70p.

KAISER, D. R. et al. Intervalo hídrico ótimo no perfil explorado pelas raízes de feijoeiro em um latossolo sob diferentes níveis de compactação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol.33, no.4, 2009.

KLEIN, V.A. et al. Água disponível em um latossolo vermelho argiloso e murcha fisiológica de culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.646-650, 2006.

REICHARDT, R.; TIMM, L.C. Solo Planta Atmosfera: conceitos, processos e aplicações. Barueri, São Paulo: Manole, 2004. 478 p.

THAKUR, V.K.S. et al. Parameters affecting soil-water characteristic curves of fine-grained soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, v.131, p.521-524, 2005.