

Tensão e extração de água em mesa de tensão e coluna de areia, em dois solos com elevada densidade

Water tension and extraction by suction table and sand suction column in two soils with high bulk density

Paulo Ivonir Gubiani^I Jackson Adriano Albuquerque^{II} Dalvan José Reinert^{III}
José Miguel Reichert^{III}

- NOTA -

RESUMO

A determinação da umidade do solo submetido a uma dada tensão segue o pressuposto que o potencial mátrico da água do solo esteja em equilíbrio com a tensão aplicada. A verificação do tempo para a tensão da água do solo atingir o equilíbrio com a tensão de 6kPa foi efetuada em um Argissolo Vermelho Distrófico típico e um Latossolo Vermelho Distrófico típico. No Argissolo, o equilíbrio entre a tensão aplicada e o potencial mátrico da água do solo, para a maioria das amostras, foi verificado entre 72 e 96h, enquanto no Latossolo não houve equilíbrio no período de 168h. A tensão nas amostras não teve correlação significativa com a densidade do solo e não atingiu a tensão aplicada na mesa de tensão e na coluna de areia. No entanto, mais de 97% da água passível de ser removida dos dois solos foi extraída até 48h, o que sugere que esse tempo é suficiente para a estimativa da umidade na tensão de 6kPa, independentemente do teor de argila do solo.

Palavras-chave: retenção de água, equilíbrio hidrostático, densidade do solo.

ABSTRACT

The determination of moisture content in soils under tension follows the assumption that the water matric potential is at equilibrium with an applied tension. The time the soil water tension reaches the equilibrium under the 6kPa tension was determined in Hapludalf and Hapludox clay soils. In the Hapludalf, the equilibrium between the applied tension and water matric potential, in most of the samples, was obtained between 72 and 96h, while in Hapludox, equilibrium was not

reached until the 168h. The water tension in the samples had no significant correlation with bulk density and did not reach the tension applied on the suction table and sand suction column. Nevertheless, more than 97% of the soil water was extracted at 48h both in Hapludalf and Hapludox, suggesting that this time is sufficient to estimate the soil moisture at 6kPa tension, independently of clay content.

Key words: water retention, hydrostatic equilibrium, bulk density.

A correta determinação da curva de retenção de água deve atender à premissa que as medidas de umidade sejam obtidas diante de um potencial mátrico conhecido e na condição de equilíbrio hidrostático (DANE & HOPMANS, 2002). Considerando esses aspectos, vários equipamentos foram desenvolvidos com o objetivo de conduzir a água do solo a um dado potencial (JAMISSON, 1958; NIELSEN & PHILIPS, 1958; RICHARDS, 1965; OLIVEIRA, 1968; REINERT & REICHERT, 2006).

Na maioria dos casos, os equipamentos utilizados para baixas tensões de água no solo são a mesa de tensão (OLIVEIRA, 1968), para tensões até 6kPa, e a coluna de areia (REINERT & REICHERT, 2006), para tensões até 10kPa. Para a determinação da umidade do solo sob uma tensão de 6kPa, a indicação é

^IPrograma de Pós-graduação em Ciência do Solo (PPGCS), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus Universitário, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: paulogubiani@gmail.com. Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Solos, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC, Brasil.

^{III}Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Campus Universitário, Santa Maria, RS, Brasil.

normalmente de que as amostras de solo sejam mantidas nesses equipamentos por até 12h (OLIVEIRA, 1968), 24 a 36h (LEAMER & SHAW, 1941) ou por 24h ou mais até massa constante (DANE & HOPMANS, 2002). Embora se saiba que esse tempo deva ser uma função da granulometria, da densidade e das dimensões da amostra de solo, não existem estudos no Brasil sobre o tema. Os objetivos deste trabalho foram (i) verificar o tempo necessário para a tensão da água de dois solos com elevada densidade atingir o valor de 6kPa, aplicada pela mesa de tensão e coluna de areia; e (ii) avaliar o efeito da tensão sobre a extração de água.

O estudo foi conduzido comparando a mesa de tensão (OLIVEIRA, 1968) e a coluna de areia (REINERT & REICHERT, 2006). Foram avaliados um Argissolo Vermelho Distrófico típico e um Latossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2006). A granulometria dos solos na camada superficial é composta por 150g kg⁻¹ de argila, 238g kg⁻¹ de silte e 612g kg⁻¹ de areia no Argissolo e 553g kg⁻¹ de argila, 245g kg⁻¹ de silte e 202g kg⁻¹ de areia no Latossolo, e ambos tinham histórico de plantio direto de 16 e 13 anos, respectivamente.

Oito amostras com estrutura preservada foram coletadas na camada de 0-0,1m e oito, na camada de 0,1-0,2m, em anéis de Uhland (7,5 x 7,5cm). No laboratório, as amostras foram saturadas por 24h e, posteriormente, conduzidas para a mesa de tensão, onde ficaram submetidas a uma tensão de 6kPa. A massa de água extraída das amostras e a porosidade livre de água (cm³ cm⁻³) foram determinadas diariamente, respectivamente, por pesagem e por cálculo.

Posteriormente, para medir a tensão da água em função do tempo de aplicação da tensão de 6kPa, as amostras foram instrumentadas com cápsula porosa de cerâmica (2,2cm de diâmetro e 3,2cm de comprimento). A cápsula foi conectada a um tubo flexível, saturada e introduzida até uma posição mediana do solo no cilindro, por meio da abertura de um orifício de 2,1cm de diâmetro. O conjunto cápsula-tubo consistiu em um manômetro de água, cuja função era medir a tensão da água na amostra, nos diferentes tempos. O solo retirado para a introdução da cápsula foi seco em estufa a 105°C e sua massa determinada para incluí-la no cálculo da densidade do solo. O conjunto composto pela amostra de solo, cápsula e tubo flexível foi instalado na mesa de tensão, regulada para uma tensão de 6kPa em relação ao centro do cilindro, referência também utilizada para o ajuste do nível da água nos manômetros no tempo zero (início da aplicação da tensão). A porosidade livre de água e a tensão foram medidas até 120h no Argissolo e 168h no Latossolo, pois neste último a variação da tensão foi

mais lenta. Oito amostras do Argissolo (camada de 0,1-0,2m) que foram analisadas na mesa de tensão também foram submetidas à análise da variação da tensão na coluna de areia, para se verificar a relação das tensões nas amostras, nos dois equipamentos.

No final das medidas, as amostras foram levadas à estufa a 105°C, por 48h. Com a massa de solo seco, foi calculada a densidade do solo, que variou de 1,60 a 1,74g cm⁻³ no Argissolo e de 1,40 a 1,58g cm⁻³ no Latossolo. Essas densidades são consideradas elevadas, pois para solos com 150g kg⁻¹ (Argissolo) a densidade crítica é de 1,69g cm⁻³ e, para solos com 700g kg⁻¹ (Latossolo), a densidade crítica é de 1,29g cm⁻³, ambas para a condição de intervalo hídrico ótimo igual a zero (REICHERT et al., 2009). Portanto, considera-se atendida a condição de densidade elevada como premissa para este estudo.

A mudança da tensão de água no solo com o tempo foi mais rápida no Argissolo, no qual o equilíbrio (tensão constante da água medida pelo manômetro) foi verificado, na maioria das amostras, entre 72 e 96h (Figura 1a). Transcorridas 120h, a tensão de água ficou compreendida entre 5,3 e 6,0kPa. No Latossolo, a mudança da tensão de água nas amostras foi mais lenta, indicando não ter ocorrido equilíbrio no período de 168h. As tensões ficaram compreendidas entre 4,7 e 5,5kPa. Além disso, no Latossolo, num mesmo tempo, a tensão da água no solo teve maior variabilidade do que no Argissolo, o que pode ser verificado pelo desvio padrão (Figura 1a).

A variação da porosidade livre de água foi maior no Latossolo do que no Argissolo (Figura 1b), e a taxa foi semelhante nos tempos de 0 a 24h e de 48 a 120h para os dois solos, mas diferiu sensivelmente entre 24 e 48h. A variação foi pequena no intervalo de 48h até o final do período de 120h, correspondendo a 2,6 % da porosidade total drenada para o Argissolo e 1,0% para o Latossolo, ou seja, 97,4 e 99,0% da água da porosidade total drenada foram removidas até as 48h, mesmo que a tensão no solo, na maioria das amostras, não tivesse atingido 6kPa.

A diferença na variação da tensão da água do solo com 150g kg⁻¹ (Argissolo) para o solo com 700g kg⁻¹ (Latossolo) sugere que solos contendo maior teor de argila devam permanecer mais tempo sob tensão, pois a tensão no Latossolo evoluiu a taxas menores. De fato, até 48h os resultados indicam que a diferença no teor de argila deve ser considerada, pois há efeito sobre a tensão e, principalmente, sobre a quantidade de água removida da amostra (Figura 1a e 1b). Tempos menores, como os sugeridos por OLIVEIRA (1968) e LEAMER & SHAW (1941), podem superestimar a umidade do solo na condição de equilíbrio da tensão

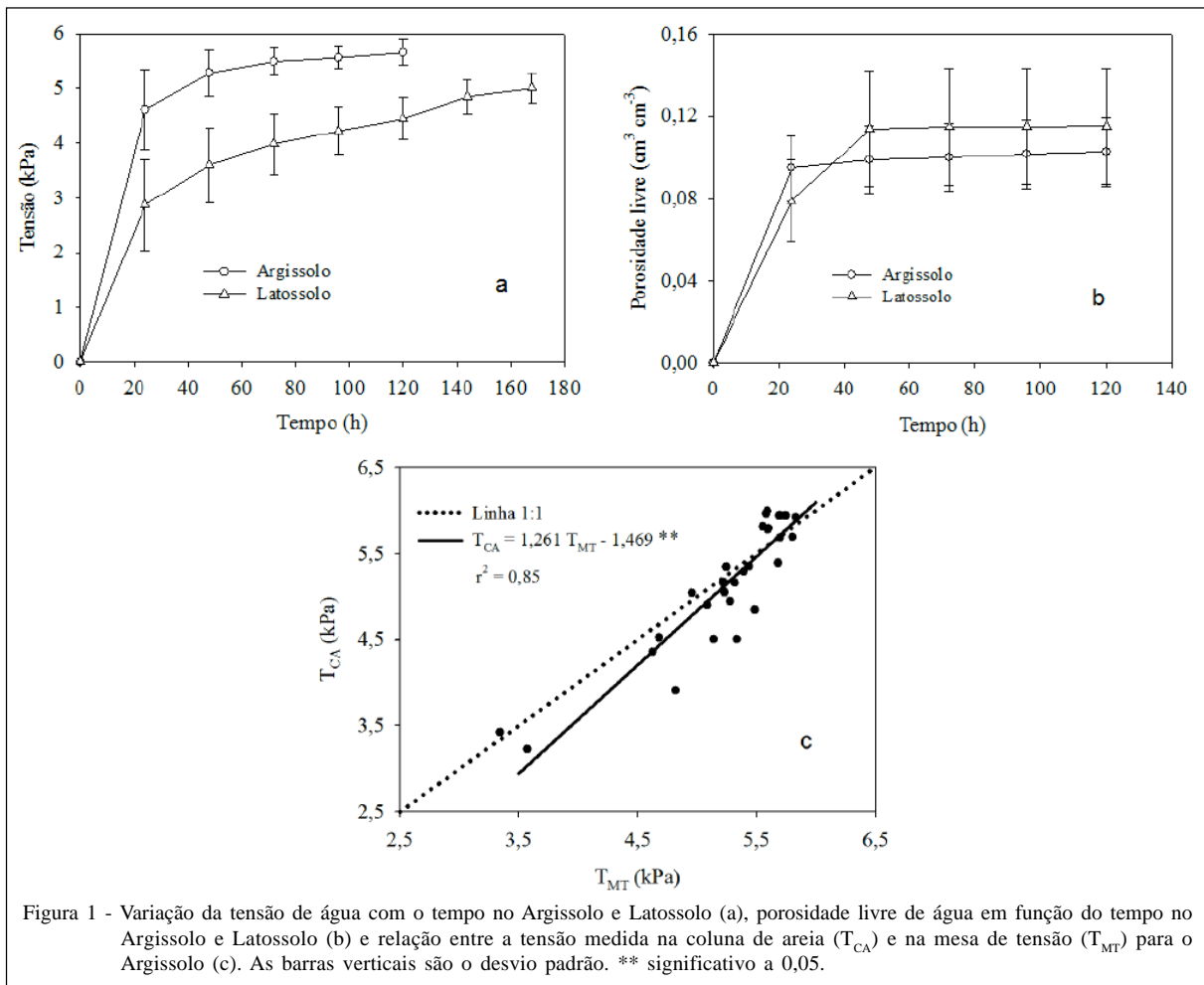


Figura 1 - Variação da tensão de água com o tempo no Argissolo e Latossolo (a), porosidade livre de água em função do tempo no Argissolo e Latossolo (b) e relação entre a tensão medida na coluna de areia (T_{CA}) e na mesa de tensão (T_{MT}) para o Argissolo (c). As barras verticais são o desvio padrão. ** significativo a 0,05.

aplicada, dependendo do teor de argila. Assim, se o objetivo for medir a água extraída à tensão de 6kPa, comumente utilizada para estimar a macroporosidade, e o teor de argila não é conhecido previamente, os resultados deste trabalho mostram que 48h deve ser o tempo mínimo para quantificar a quase totalidade da água passível de ser removida a essa tensão (97,4 e 99,0%, respectivamente para o Argissolo e Latossolo).

Possivelmente, densidades elevadas afetem mais a retenção de água em solos com maior teor de argila. No entanto, a tensão de água no solo, para os dois solos, não teve correlação significativa com a densidade em todos os tempos, em que, no Argissolo, os coeficientes de correlação variaram de -0,01 a 0,28 e, no Latossolo, de -0,24 a 0,26, todos não significativos a 5% de probabilidade. Contudo, devido ao pequeno intervalo de densidade do solo utilizado neste trabalho (1,60 a 1,74 g cm⁻³, no Argissolo, e de 1,40 a 1,58 g cm⁻³, no Latossolo), outros estudos são necessários para melhor elucidar o efeito da densidade sobre o tempo

para a tensão da água no solo atingir a tensão aplicada por equipamentos como a mesa de tensão e coluna de areia.

Houve alta correlação entre as tensões das amostras do Argissolo submetidas na mesa de tensão e na coluna de areia ($r = 0,92^{***}$). Porém, a observação da relação 1:1 mostra que a tensão nas amostras evoluiu mais rápido na mesa de tensão até tensões em torno de 5kPa (Figura 1c). Na mesa de tensão, a tensão de 6kPa na superfície de contato das amostras é atingida instantes após ser estabelecida, enquanto que, na coluna de areia, o tempo para que a tensão aplicada (6kPa) se estabeleça na superfície é equivalente ao tempo necessário para o nível do lençol freático rebaixar até 0,6m a partir da superfície, conforme foi constatado por REINERT & REICHERT (2006). A partir de 5kPa, os valores foram semelhantes, porém ligeiramente maiores na coluna de areia, comprovando a aplicabilidade desse equipamento (REINERT & REICHERT, 2006).

Portanto, para tensões de 6kPa, para que a tensão da água de solos com elevada densidade atinja a tensão aplicada, na mesa de tensão ou na coluna de areia, o tempo é demasiadamente grande, principalmente para solos com elevado teor de argila (acima de 160h). No entanto, mais de 97% da água passível de ser removida do solo é extraída até 48h, o que sugere que esse tempo é suficiente para a estimativa da umidade na tensão de 6kPa, independentemente do teor de argila do solo. Em relação à densidade, outros estudos são necessários para melhor elucidar seu efeito sobre o tempo para a tensão da água no solo atingir a tensão aplicada.

REFERÊNCIAS

- EMBRAPA/CNPS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306p.
- DANE, J.H.; HOPMANS, J.W. Water retention and storage. In: DANE, J.H; TOPP, G.C. (Ed). **Methods of soil analysis: part 4 – physical methods**. Madison: American Society of America, 2002. p.671-720.
- JAMISON V. Sand-silt suction column for determination of soil moisture. **Soil Science Society of American Proceedings**, v.22, p.82-83, 1958. Disponível em: < <http://soil.scijournals.org/content/vol22/issue1>>. Acesso em: 20 ago. 2008.
- LEAMER, R.W.; SHAW, B. A simple apparatus for measuring noncapillary porosity in extensive scale. **Journal of American Society of Agronomy**, v.33, p.1003-1008, 1941. Disponível em: <<http://agron.scijournals.org/cgi/reprint/33/11/1003>>. Acesso em: 20 ago. 2008.
- NIELSEN, D.R.; PHILLIPS, R.E. Small fritted glass bead plates for determination of moisture retention. **Soil Science Society of America Proceedings**, v.22, p.574-575, 1958. Disponível em: <<http://soil.scijournals.org/cgi/reprint/22/6/574>>. Acesso em: 20 ago. 2008.
- OLIVEIRA, L.B. Determinação da macro e microporosidade pela mesa de tensão em amostras de solo com estrutura indeformada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.3, p.197-200, 1968.
- REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Coluna de areia para medir a retenção de água no solo: protótipos e teste. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1931-1935, 2006. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000600044&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 10 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782006000600044.
- REICHERT, J.M. et al. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. **Soil & Tillage Research**, v.102, p.242-254, 2009. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TC6-4TC8J0P-1&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=952824364&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=7d9806d993f1d455167129ff0ad90d9f>. Acesso em: 15 abr. 2009. doi:10.1016/j.still.2008.07.002.
- RICHARDS, L.A. Physical conditions of water in soil. In: BLACK, C.A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. Cap.8, p.128-152.