



CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE MESA TENSORA ALTERNATIVA E DE BAIXO CUSTO PARA DETERMINAÇÃO DE UMIDADE EM CAPACIDADE DE CAMPO

DUARTE, J.M.¹; COSTA, L.E.C.¹; ALCÂNTARA, M.R.¹; REIS, M.M.²; SANTOS, A.F.S.²

¹Discente do curso superior em Engenharia Agrícola e Ambiental IFNMG – *Campus* Januária;

²Docente do IFNMG – *Campus* Januária.

Introdução

O manejo adequado dos sistemas de irrigação é essencial para a agricultura sustentável (Bernado, 2008). Para isso, é importante conhecer as propriedades físico-hidráulicas do solo, dentre elas a umidade em capacidade de campo, que representa a quantidade de água retida no solo após o excesso de água ter sido drenado e o movimento vertical da água tornar-se desprezível (Meyer & Gee, 1999).

A determinação da umidade em capacidade de campo pode ser realizada por diversos métodos. Dentre eles, destaca-se o método pela Câmara de Pressão de Richards, que segundo Lucas (2010), é considerado padrão e o mais atualizado para a determinação de curvas de retenção de água no solo, e a partir da curva, determinar a capacidade de campo. No entanto, esse método é caro e de difícil acesso, o que torna necessário o desenvolvimento de métodos mais acessíveis.

Uma alternativa à câmara de pressão de Richards é a mesa de tensão, que é um equipamento mais simples e de menor custo. Ela leva em consideração que as forças capilares são capazes de sustentar uma coluna de água até uma altura determinada (Santos, 2020). Ao aplicar uma série de tensões em um solo e medir seu teor de umidade é possível traçar uma curva de retenção de água que revela como a umidade varia com a tensão (Teixeira et al., 2017). Isso permite a determinação da umidade em capacidade de campo do solo.

Desta forma, objetivou-se com o presente estudo desenvolver, construir e validar uma mesa tensora de baixo custo visando fornecer uma ferramenta acessível, de fácil reprodução e eficaz para a determinação da umidade em capacidade de campo do solo.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Hidráulica, Irrigação e Climatologia do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG campus Januária. Foi construída uma estrutura de madeira semelhante a uma bancada com 150 cm de altura, possuindo uma superfície superior com uma série de 20 furos de aproximadamente 6 cm de diâmetro. Além disso, foram adicionadas ripas horizontais à estrutura, espaçadas de 10 cm até uma altura de 140 cm, destinadas a fornecer o suporte necessário para a aplicação controlada de diversas tensões, medidas em metros de coluna de água (mca) e convertidas para quilopascals (kPa).

Uma adaptação do Funil de Haines (Santos, 2020) foi desenvolvida para medir o potencial mátrico do solo a partir de uma vela cerâmica de filtro de água doméstico, na qual foi subdividida em três partes e reintegradas com massa epóxi de alta resistência (Figura 1). Após a secagem da massa, a vela cerâmica adaptada foi conectada a uma mangueira flexível transparente de aproximadamente 150 cm, garantindo que não houvesse vazamento. Esse conjunto foi acoplado em



um pote plástico transparente de 750 ml. Cada conjunto formado pelo pote, funil e sua respectiva mangueira foi devidamente inserido nos orifícios presentes na estrutura de madeira que compõe a mesa tensora.

Para garantir o funcionamento adequado da mesa tensora, foi necessário saturar com água as velas de filtro adaptadas, agora renomeadas para placas porosas. Para isso foi adicionada água lentamente pela mangueira, até que se eliminasse todas as bolhas de ar presentes no conjunto. Feito isso, o conjunto ficou em repouso em um balde com água por um período de 24 horas, para garantir a saturação das placas porosas. Para confirmar o funcionamento, após a saturação, foi aplicada uma tensão de 12 kPa às placas porosas por um período de 24 horas, quando foi verificada a manutenção da coluna de água.

As amostras de solo indeformadas, coletadas em três pontos distintos de uma área experimental do Laboratório de Hidráulica, Irrigação e Climatologia nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, foram submetidas ao ensaio de validação do equipamento construído. Para isso, as amostras passaram por um processo de saturação por 24 horas em uma bandeja, em seguida foram colocadas sobre a placa porosa e submetidas a uma tensão de 10 kPa para que houvesse a drenagem da água retida nos macroporos da amostra. Cessada a drenagem, após 24 horas, as amostras foram pesadas e encaminhadas para estufa a 105 °C por 24 horas e pesadas novamente (umidade pelo método padrão de estufa). Ao final do processo, foi determinado o peso dos anéis volumétricos utilizados para a coleta das amostras e determinada a umidade em capacidade de campo do solo a partir da equação:

$$umidade (\%) = \left(\frac{massa \text{ úmida} - massa \text{ seca}}{massa \text{ seca} - massa \text{ recipiente}} \right) \times 100$$

Para verificar a eficiência construtiva dos equipamentos, foram quantificados o número de equipamentos bem sucedidos, ou seja, aqueles cujo a placa porosa sustentava a coluna de água a tensão de 12 kPa após o ensaio de 24 horas. Quanto a validação, os resultados obtidos com a mesa tensora foram comparados a resultados de umidade de capacidade de campo determinados pelo método “*in situ*”.

Resultados e Discussão

O equipamento se demonstrou de fácil construção, com baixa taxa de erros construtivos. Dos 15 equipamentos construídos, 4 não obtiveram sucesso. A maioria das causas de não funcionamento dos equipamentos foram: baixa fixação do material utilizado para a reintegração das placas porosas (massa epóxi), quebra da placa porosa durante o processo de corte e infiltração de ar no equipamento com origem desconhecida. O custo construtivo por equipamento foi de aproximadamente R\$ 45,00 (valores no comércio local de Januária - MG, em junho de 2023).

Para as duas faixas de profundidade consideradas, ou seja, 0-20 cm e 20-40 cm foram obtidos teores médios de umidade em capacidade de campo de 13,58% e 16,53%, respectivamente. Em média, a capacidade de campo para a área estudada foi de 15,05%. Os valores de umidade em capacidade de campo obtidos pelo método “*in situ*” foram de 12,28% na profundidade de 0 a 20 cm, de 12,24% em 20 a 40 cm e de 12,26% na média geral. Ao comparar os valores, foi possível observar um incremento de 22,76% da média geral na determinação da umidade em capacidade de campo pela placa porosa em comparação com o método “*in situ*”. Uma possível explicação para os resultados obtidos foi a diferença dos ambientes em que cada método é aplicado. No método “*in*



situ”, a movimentação da água, impulsionada por forças capilares e possíveis escoamentos subterrâneos, consegue atingir uma área maior e camadas mais profundas do solo. Isso contrasta com o método da mesa tensora, onde a movimentação da água é limitada apenas ao solo presente na área do anel volumétrico e a placa porosa. Essas diferenças nos processos de movimentação da água podem resultar em percentuais de umidade diferentes.

Assim os resultados demonstraram que o equipamento construído apresenta o funcionamento desejado, gerando resultados próximos aos determinados por outros métodos.

Considerações finais

Com base nos resultados conclui-se que a mesa tensora construída é uma ferramenta alternativa útil e de baixo custo para a determinação da umidade em capacidade de campo, com pequena variação dos resultados em relação a outros métodos.

Recomenda-se a continuidade das pesquisas para aprimorar os resultados obtidos com o equipamento, fazendo as devidas correções construtivas, metodológicas e estatísticas para uma maior precisão na obtenção dos dados.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) pela a oportunidade da produção e divulgação do conhecimento científico, e pela concessão de bolsa de iniciação científica.

Referências

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: Editora UFV, 2006.

LUCAS, J. F. R. **Obtenção da curva de retenção da água no solo pela câmara de compressão triaxial e pelo papel filtro**. Paraná. 2010.

MEYER, P.D.; GEE, G.W. Flux-based estimation of field capacity. **Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering**, Reston, v.125, n.7, p.595-599, 1999.

TEIXEIRA, W. G.; BEHRING, S. B. Retenção de água no solo pelos métodos da mesa de tensão e da câmara de Richards. In: TEIXEIRA, P. C et al. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. cap. 4, p. 55-74.

SANTOS, K. P. **Avaliação da capacidade de campo em solos de textura média e argilosa utilizando mesa de tensão e câmara de Richards**. 2020. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2020. Disponível em: <https://bdm.ufmt.br/bitstream/1/1803/1/2020_TCC_Kellyane P. Santos.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2023.

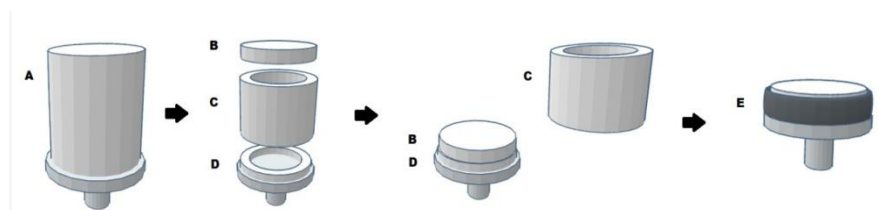


Figura 1: Esquema de montagem de uma peça unitária da mesa de tensão a partir de uma vela de cerâmica de filtro de uso doméstico (A), parte superior (B), parte central (C), parte inferior (D) e produto final reintegrado por massa epóxi (E). Fonte: Adaptado de Santos (2020)