

ESTIMATIVA DA ÁGUA DISPONÍVEL NO SOLO: ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS

RAÍ AREVALO ACOSTA¹; CLÁUDIA LIANE RODRIGUES DE LIMA²; TONISMAR DOS SANTOS PEREIRA³; LUCIANA MARINI KOPP⁴

¹Universidade Federal de Pelotas 1 – raiarevalo03@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas) – clrlima@yahoo.com.br

³Universidade Federal de Pelotas – tonismarpereira@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – lucianakopp@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os atributos físicos do solo (granulometria, estrutura, porosidade e densidade) condicionam o armazenamento de água e, portanto, a irrigação e a disponibilidade hídrica às plantas. Conhecê-los é chave para otimizar o uso da água (LUNA et al., 2013). Entre as características hídricas usadas em projetos e experimentos, destaca-se a água disponível (AD), definida como a diferença entre as umidades na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente (MILLAR et al., 1984; COSTA; COELHO, 1989; REICHARDT et al., 1985).

A estimativa acurada desse parâmetro é fundamental para o dimensionamento de sistemas de irrigação e para decisões operacionais. Recorre-se frequentemente a distintos métodos de determinação da umidade do solo, os quais diferem quanto ao procedimento de medida, requisitos de instalação, custos e aplicabilidade em campo (BERNARDO et al., 2019).

Nesse contexto, citam-se três métodos distintos de avaliação: o método laboratorial baseado na curva de retenção (exige amostras indeformadas e análises especializadas); o método de campo proposto por BERNARDO et al. (2019), que busca representar condições reais para determinação da capacidade de campo (Θ_{CC}) e do ponto de murcha permanente (Θ_{PMP}); e o método por função de pedotransferência desenvolvido por TEIXEIRA et al. (2021), fundamentado nos teores das partículas minerais do solo (areia total, silte e argila).

Assim, este estudo tem por objetivo determinar e comparar a água disponível no solo (AD) por três abordagens: método a campo, método laboratorial (painéis/câmara de Richards) e função de pedotransferência de TEIXEIRA et al. (2021) em solo franco-arenoso do Campus Capão do Leão (UFPEL). Busca-se avaliar a concordância entre as estimativas e seu desempenho quanto a precisão, custo e aplicabilidade ao manejo da irrigação, testando a hipótese de que a PTF de TEIXEIRA et al. (2021) reproduz, com maior agilidade e menor custo, os valores obtidos a campo. Os resultados pretendem orientar a escolha metodológica em projetos e decisões operacionais de manejo hídrico.

2. METODOLOGIA

Para o método laboratorial, coletaram-se cinco amostras indeformadas a 0,20 m com anéis volumétricos metálicos, seguindo o protocolo de coleta do Laboratório de Física do Solo da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. As umidades na Θ_{CC} (33 e 0,1 kPa) e no Θ_{PMP} (1500 kPa) foram determinadas em câmara de pressão (Richards).

$$AD = \frac{\theta_{CC} - \theta_{PMP}}{10}$$

eq. 1

Onde:

AD= água disponível (mm cm^{-1}); Θ_{cc} = umidade volumétrica na capacidade de campo (%); Θ_{PMP} =umidade volumétrica no ponto de murcha permanente (%)

Pelo método a campo, a determinação da Θ_{cc} foi estabelecida em uma área de 2×2 m com a vegetação removida da superfície do solo, sendo construída uma taipa com aproximadamente 0,30 m. O solo foi saturado (lâmina aproximada de 0,03 m) e coberto com plástico. A cada 24 h coletaram-se 3 amostras a 0,20 m com trado rosca, recolocando o plástico após cada coleta, até a estabilização da umidade. A avaliação foi realizada em três dias consecutivos. Posteriormente, cada coleta, as amostras foram secas a 105°C por 24h sendo possível calcular a umidade gravimétrica do solo. Para cada dia, adotou-se a média das três avaliações obtidas.

$$Ug(\%) = \frac{mu - ms}{ms} \times 100 \quad \text{eq.2}$$

Onde:

Ug = umidade gravimétrica (%); mu = massa úmida do solo (g); ms = massa seca do solo (g).

Para a determinação da Θ_{PMP} foram adicionados 4,5 kg de solo coletado a aproximadamente 0,25 m, em cinco baldes sem furos. Em cada balde semeou-se 3 sementes de girassol e, após a emergência, fez-se desbaste para 1 planta/balde. As unidades foram irrigadas até a Capacidade de Vaso (CV) e mantidas em condições favoráveis até as plantas alcançarem aproximadamente uma altura de 0,70 m. Então, suspendeu-se a irrigação e vedou-se a superfície com papel alumínio para reduzir a evaporação direta. No murchamento irreversível da cultura coletou-se uma amostra de solo de cada balde e assim, determinou-se a umidade por gravimetria após secagem em estufa a 105°C por 24 h.

Simultaneamente às coletas de campo, obtiveram-se amostras para avaliação da densidade e da granulometria do solo (areia total, silte e argila), as quais foram determinadas no Laboratório de Física dos Solos da UFPEL. Com esses resultados, utilizou-se o modelo que inclui a função de pedotransferência de TEIXEIRA et al. (2021) para estimar a água disponível (AD, mm cm^{-1}).

As estimativas deste modelo foram comparadas às obtidas pelos métodos laboratorial e de campo, sendo confrontadas quanto à proximidade dos valores, com resultados sintetizados em um gráfico comparativo, para discutir a precisão e à aplicabilidade de cada metodologia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo método laboratorial, a água disponível foi calculada considerando Θ_{cc} em 102 e 340 kPa. Observou-se variabilidade acentuada entre as estimativas em função da tensão adotada para a Θ_{cc} , indicando que essa escolha depende da granulometria e não deve ser fixada apenas pela classe textural, tendendo a um valor intermediário para o solo testado (REICHARDT; TIMM, 2022).

Pelo método de TEIXEIRA et al. (2021), as estimativas de AD ficaram muito próximas às do método a campo, indicando boa concordância. A abordagem destacou-se pela simplicidade e rapidez, sendo mais ágil e econômica que o

laboratorial, sem perda relevante de precisão. Assim, configura alternativa operacional confiável para cenários que demandam estimativa rápida e de baixo custo.

O método a campo mostrou-se prático e de baixo custo, com Θ_{PMP} determinado de forma confiável com a cultura do girassol (espécie sensível ao déficit hídrico, facilitando a identificação do murchamento). As estimativas de AD ficaram próximas às do método de TEIXEIRA et al. (2021), indicando consistência e viabilidade para uso operacional em práticas agrícolas de baixo custo.

Comparação dos métodos evidenciou que, embora o método laboratorial forneça maior detalhamento e controle, demandou mais tempo e custo. Em contrapartida, as estimativas de AD obtidas pelo método a campo e pelo modelo de TEIXEIRA et al. (2021) foram muito próximas entre si, com boa correlação, evidenciando alternativas consistentes e acessíveis para uso operacional.

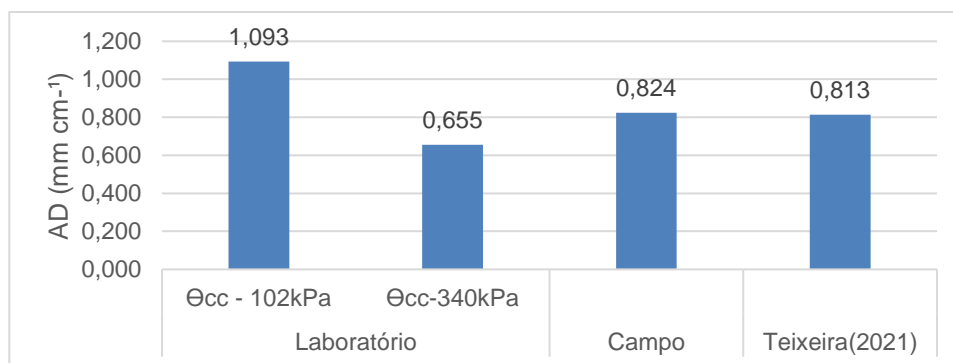
A escolha deve considerar objetivo do diagnóstico, recursos disponíveis e necessidade de precisão. O método laboratorial é indicado quando se busca um maior detalhamento, enquanto as metodologias de campo e de TEIXEIRA et al. (2021) são preferíveis quando se requer agilidade e baixo custo. Os resultados foram sintetizados na Figura 1.

Tabela 1- Água disponível no solo (mm cm^{-1}) obtida a partir de diferentes metodologias (considerando dois valores de potenciais para a umidade na capacidade de campo, método de campo e modelo de Teixeira et al. (2021).

Amostra	Método de laboratório		Método de Campo	Método de Teixeira et al. (2021)
	$\Theta_{CC}: 102\text{kPa}$	$\Theta_{CC}: 340\text{kPa}$		
1	1,021	0,598	0,901	0,840
2	0,927	0,506	0,786	0,820
3	0,957	0,496	0,784	0,780
4	0,853	0,388	-	-
5	1,710	1,286	-	-
Média	1,093	0,655	0,824	0,813

Fonte: Acosta, 2025

Figura 1- Comparação da água disponível obtida por diferentes metodologias



Fonte: Acosta, 2025

4. CONCLUSÕES

O método a campo mostrou-se consistente e viável, por representar melhor a realidade do solo e permitir cálculo simples da água disponível. O modelo de TEIXEIRA et al. (2021) apresentou estimativas próximas às de campo, com rapidez e baixo custo, configurando alternativa operacional eficiente. O método laboratorial a partir da curva de retenção demandou mais tempo e recursos e foi menos aderente aos valores considerando as demais metodologias. A escolha do método deve considerar o objetivo, a precisão requerida e os recursos disponíveis. Em contextos práticos, os métodos de campo e o modelo testado tendem a ser mais eficientes, enquanto o laboratorial é indicado quando se busca maior precisão e um maior detalhamento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D. **Manual de irrigação**. 9. ed. Viçosa: UFV, 2019. p. 17-43.

COSTA, A. C. S. da; COELHO, S. M. R. Manejo do solo e seus efeitos nas suas características físicas e hídricas. In: **ENCONTRO CIENTÍFICO DA UEM**, 3., 1989, Maringá. Anais... Maringá: FUEM, 1989.

LUNA, N. R. S.; ANDRADE, E. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; MEIRELES, A. C. M.; AQUINO, D. N. **Revista Agroambiente Online**, v. 7, p. 53–62, 2013.

MILLAR, A. **Manejo racional da irrigação**: Uso de informações básicas sobre diferentes culturas. Brasília: II. CA, 1984. (Série Publicações Miscelâneas, n. 461).

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas: Fundação Cargill, 1985.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera**: conceitos, processos e aplicações. 3. ed. Barueri: Manole, 2022.

TEIXEIRA, W. G. et al. **Predição da Água Disponível no Solo em Função da Granulometria para Uso nas Análises de Risco no Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2021. 5 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 272).