

## Procedimentos para Instalação e Aumento da Resolução de Medida de um Atmômetro Modificado

Anderson Soares Pereira<sup>1</sup>  
José Antônio Frizzone<sup>2</sup>  
Rubens Duarte Coelho<sup>3</sup>

### Introdução

A irrigação tem assumido importante papel no desenvolvimento do agronegócio brasileiro, aumentando a produtividade das culturas, a qualidade dos produtos e também diminuindo os riscos de investimento em sistemas de produção agrícola de nível tecnológico avançado. Porém, para que não ocorram sensíveis danos ao meio ambiente é necessário que a água aplicada pelos diferentes sistemas seja quantificada e controlada racionalmente. Diversos equipamentos têm sido desenvolvidos para auxiliar no controle da lâmina de irrigação, dentre eles destacam-se os atmômetros, que são instrumentos para medida da evaporação que se processa numa superfície porosa e que pode ser correlacionada com a evapotranspiração das culturas, determinando-se a lâmina de água para irrigação a ser aplicada.

O atmômetro modificado foi desenvolvido por Altenhofen (1985). O aparelho consiste em uma cápsula porosa branca, com superfície evaporante circular plana e horizontal (cápsula de Bellani), coberta com uma lona especial de cor verde. Esse conjunto é ligado em um reservatório de água,

onde a evaporação é quantificada através da variação do nível de água, visualizada através de um tubo plástico transparente ligado ao reservatório e medida com uma escala graduada em milímetros. A área da seção transversal interna do reservatório é igual à área da superfície evaporante e, portanto, a lâmina de água evaporada pela cápsula porosa corresponde à variação do nível de água do reservatório. A cobertura da cápsula porosa com a lona verde tem como objetivos possibilitar um albedo similar a um dossel vegetativo verde e introduzir uma resistência ao fluxo de vapor de água semelhante àquela oferecida pelos estômatos das folhas de uma cultura de alfafa cultivada sem restrição hídrica (Altenhofen, 1985). A referida lona é produzida com tecido especial impermeabilizado que impede o seu encharcamento com água de chuva ou irrigação. Em relação aos tanques de evaporação, Altenhofen (1985) relata diversas vantagens do atmômetro modificado como o baixo custo, melhor portabilidade e operacionalidade a nível de campo.

A Fig. 1 apresenta uma ilustração esquemática de um atmômetro modificado de fabricação nacional, da marca SEEI.

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, Embrapa Meio Ambiente, Rod. SP-340, Km 127,5 - Cx. Postal 69, Cep 13820-000 - Jaguariúna, SP. anderson@cnpma.embrapa.br

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Cx. Postal 09, Cep 13418-900 - Piracicaba, SP. frizzone@esalq.usp.br

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Departamento de Engenharia Rural, ESALQ/USP, Cx. Postal 09, Cep 13418-900 - Piracicaba, SP. rdcoelho@esalq.usp.br

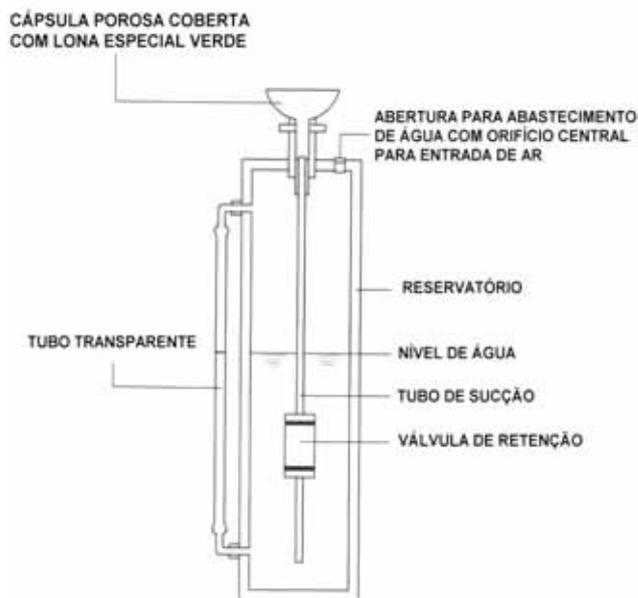


Fig. 1. Ilustração esquemática de um atmômetro modificado de fabricação nacional, da marca SEEI.

## Instalação e Operação do Atmômetro Modificado a Nível de campo

Broner (1990) indica os procedimentos para a instalação e operação do atmômetro modificado:

- Colocar o aparelho em posição vertical, com a superfície evaporante a cerca de 1,0 m da superfície do solo;
- O atmômetro deve ser instalado em um local de fácil acesso próximo ao campo irrigado;
- O local deve ser representativo das condições do campo;
- Não instalar o atmômetro próximo a barreiras de vento ou insolação, tais como construções, árvores ou culturas altas;
- Conservar a lona verde limpa, lavando-a periodicamente;
- Instalação de uma bandeirola em um poste alto, próximo do aparelho, para evitar o pousio de pássaros;
- Deve se manter a continuidade da água através da cápsula porosa e do tubo de sucção, eliminando-se totalmente as bolhas de ar;
- Quando o nível de água do reservatório cair a aproximadamente dois terços, deve-se completá-lo novamente;
- Maior segurança e representatividade da evaporação pode

ser obtida instalando-se mais de um aparelho no mesmo local; no caso de diferenças significativas na leitura entre os instrumentos, as cerâmicas devem ser verificadas e limpas ou o revendedor contatado.

Para evitar a obstrução da cápsula porosa com sais e a proliferação de algas, Pereira (1996) recomenda que seja utilizada no reservatório água destilada com uma pequena concentração de algicida. Na ausência de água destilada, pode ser utilizada água limpa e filtrada, ou mesmo água de chuvas.

## Quantificação da Evaporação com o Atmômetro Modificado

A evaporação do atmômetro modificado é quantificada pela variação do nível de água no reservatório. Por intermédio do tubo plástico transparente (Figura 1) é feita a leitura da altura da lâmina de água no reservatório, com uma escala graduada em milímetros, sendo portanto, a resolução nas medidas de 1,0 milímetro (1 mm). Essa resolução é inadequada para ser utilizada na estimativa da evapotranspiração das culturas, que necessita para tanto de estimativas com maior resolução, principalmente para o controle da lâmina de irrigação. A resolução de 1,0 mm nas medidas de evaporação somente permite o emprego de medidas com períodos médios iguais ou superiores a 3 dias (Pereira & Coelho, 1992; Pereira, 1998).

## Dispositivo para Aumentar a Resolução de Medida da Evaporação do Atmômetro Modificado

Para possibilitar o emprego dos valores de evaporação do atmômetro modificado em escalas de tempo diárias, viabilizando a sua utilização em programas de controle da água de irrigação, Pereira (1996) desenvolveu um dispositivo simples e de baixo custo que pode ser confeccionado facilmente pelo usuário do atmômetro modificado, utilizando uma pequena extensão de tubo de PVC predial com Diâmetro Nominal de 2". Esse dispositivo foi desenvolvido para um modelo de atmômetro modificado de fabricação nacional, da marca SEEI, e será detalhado a seguir.

A evaporação do atmômetro modificado (EVAT) em  $L \cdot m^{-2}$  ou milímetros (mm) é quantificada através da relação:

$$EVAT = \frac{VC}{ASE} \quad (1)$$

em que:

VC - volume de água consumido no reservatório, L;

ASE - Área da superfície evaporante,  $m^2$

O valor de VC é calculado por:

$$VC = ASTR \cdot \Delta H \quad (2)$$

em que:

ASTR - área molhada seção transversal do reservatório, m<sup>2</sup>;

$\Delta H$  - variação da lâmina de água no reservatório evaporada durante um período de tempo t.

Substituindo (2) em (1) temos:

$$EVAT = \frac{ASTR}{ASE} \cdot \Delta H \quad (3)$$

A relação (ASTR / ASE) é portanto, um coeficiente de transformação entre a lâmina de água consumida no reservatório e a lâmina evaporada. No caso do atmômetro modificado da marca SEEL, com  $ASTR = ASE$ , essa relação é igual a 1, e assim a variação da lâmina de água no reservatório ( $\Delta H$ ) corresponde em igual valor a lâmina de água de evaporada (EVAT). Pelas equações 1, 2 e 3 observa-se que para um mesmo volume de água consumido, conforme diminui-se o valor de ASTR ou aumenta ASE, o valor de  $\Delta H$  aumenta. Para o caso de  $\Delta H$  ser medido com escala graduada em milímetros, quanto maior for o valor desse parâmetro para um mesmo volume de água evaporada, menores serão os erros cometidos na quantificação da evaporação devido a dificuldade nas leituras na escala.

O dispositivo para o aumento da resolução na medida de evaporação do atmômetro modificado consiste na diminuição da área da seção transversal do reservatório. Para tanto, é instalado no interior do reservatório um tubo de PVC, com 60 mm de diâmetro externo (tubo de PVC predial de Diâmetro Nominal de 2”), fechado em sua extremidade inferior com uma chapa plástica colada, por onde através de um orifício, o tubo de sucção entra em contato com a água. Para que o conjunto não flutue no reservatório, ele é preenchido com uma pequena quantidade de areia fina. A Fig. 2 apresenta os detalhes construtivos do dispositivo.

Conforme pode ser visualizado na Fig. 3, com a instalação do dispositivo, a área molhada da seção transversal do reservatório (ASTR) será aquela localizada entre a parede interna do reservatório de água e a parede externa do tubo de PVC, acrescida da área molhada da seção transversal do tubo transparente para a visualização do nível de água:

$$ASTR = ASTIR + ASTTV - ASTET \quad (4)$$

onde ASTIR é a área molhada da seção transversão interna do reservatório; ASTTV é a área molhada da seção transversal interna do tubo de visualização e ASTET é a área total da seção transversal do tubo de PVC.

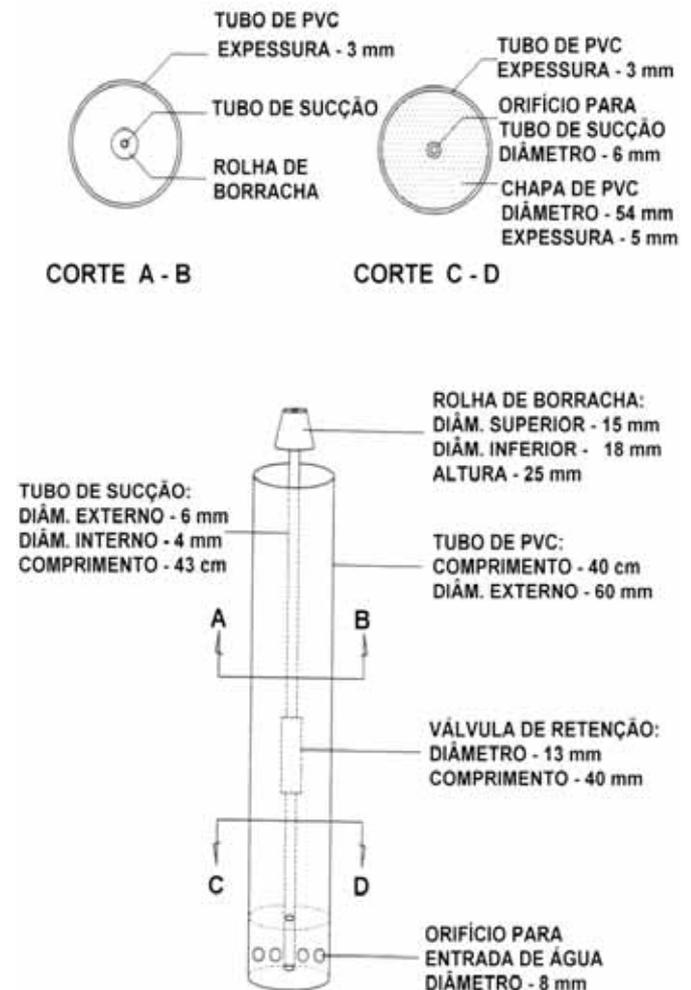


Fig. 2. Detalhes construtivos do dispositivo para aumento da resolução de medidas de evaporação do atmômetro modificado SEEL.

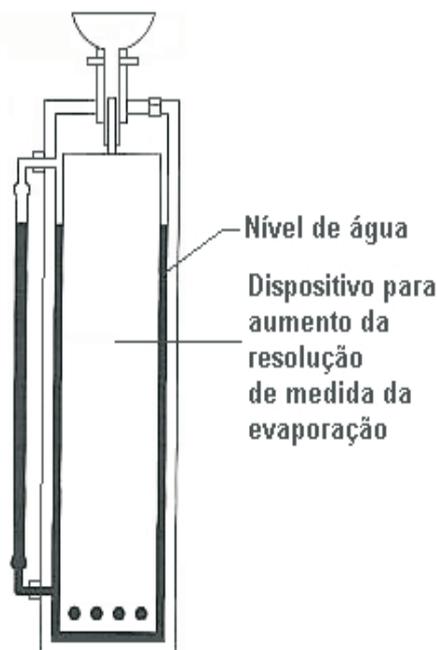


Fig. 3. Ilustração esquemática do atmômetro modificado com o dispositivo para aumentar a resolução de medida da evaporação.

Considerando que o reservatório e o tubo de visualização apresentam diâmetro interno de 65 mm e 6 mm respectivamente, e o tubo de PVC possui 60 mm de diâmetro total, o valor de ASTR será:

$$\begin{aligned} \text{ASTR} &= 3318 \text{ mm}^2 + 28 \text{ mm}^2 - 2827 \text{ mm}^2 = 519 \text{ mm}^2 \\ &= 5,19 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \quad (5) \end{aligned}$$

A superfície evaporante do atmômetro modificado possui 65 cm de diâmetro, portanto a sua área (ASE) é de 3318 mm<sup>2</sup> (3,318 x 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>). Aplicando-se a equação (3) temos que a lâmina de água evaporada em função da variação do nível de água no reservatório será obtida por:

$$\text{EVAT} = \frac{519 \text{ mm}^2}{3318 \text{ mm}^2} \cdot \Delta H = 0,16 \cdot \Delta H \quad (6)$$

Assim, o valor de evaporação do atmômetro modificado com o dispositivo para o aumento da resolução de medidas será obtido multiplicando-se a variação do nível de água no reservatório ( $\Delta H$ ) durante um período de tempo  $t$  pelo fator 0,16. Considerando uma precisão de leitura do

nível de água de 1,0 mm, o atmômetro com escala de medida ampliada possibilita uma resolução de 1,0 mm x 0,16 = 0,16 mm na medida da evaporação, contra o valor de 1,0 mm no aparelho com escala comercial.

O dispositivo desenvolvido já foi utilizado em projetos de pesquisa, apresentando bons resultados, possibilitando o emprego da evaporação do atmômetro modificado na estimativa da evapotranspiração potencial e da evaporação do tanque classe "A" em escala diária (Pereira, 1996) e em estudos sobre consumo de água pela cultura do crisântemo envasado sob condições de estufa (Furlan, 1996).

## Referências

ALTENHOFEN, J. A modified atmometer for on-farm evapotranspiration determination. In: CONFERENCE ON ADVANCES IN EVAPOTRANSPIRATION, 1985, Chicago, Illinois. **Proceedings...** Chicago: ASAE, 1985. p. 177-184.

BRONER, I. Irrigation scheduling with atmometers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON IRRIGATION, 1990, Tel-Aviv. **Proceedings...** Tel Aviv, 1988, p. 99-107.

FURLAN, R. A. **Consumo de água pela cultura do crisântemo envasado, cultivar puritan, sob condições de estufa.** 1996. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

PEREIRA, A.S.; COELHO, R.D. Determinação da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) através de atmômetros modificados em condições tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., Santa Maria. 1992. **Anais...** Santa Maria, 1992. p. 637-647.

PEREIRA, A. S. **Avaliação do desempenho de um atmômetro modificado na estimativa da evapotranspiração potencial.** 1996. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

PEREIRA, F.A.C. **Desempenho do modelo de Penman-Monteith e de dois evaporímetros na estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) em relação a um lisímetro de pesagem.** 1998. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

### Comunicado Técnico, 15



Embrapa Meio Ambiente

Endereço: Rodovia SP-340 - Km 127,5

Tanquinho Velho - Caixa Postal 69

Cep. 13820-000 - Jaguariúna, SP

Fone: (19) 3867-8700

Fax: (19) 3867-8740

E-mail: sac@cnpma.embrapa.br

### Comitê de publicações

Presidente: *Geraldo Stachetti Rodrigues*

Secretário-Executivo: *Maria Amélia de Toledo Leme*

Secretário: *Sandro Freitas Nunes*

Membros: *Marcelo A. Boechat Morandi, Maria Lúcia Saito, José Maria Guzman, Manoel Dornelas de Souza, Heloisa F. Filizola, Cláudio C. de A. Buschinelli*

### Expediente

Normalização Bibliográfica: *Maria Amélia de Toledo Leme*

Edição eletrônica: *Alexandre R. Conceição*