

## EVAPOPLUVIÔMETRO: NOVO SISTEMA DE MEDIDA DA EVAPORAÇÃO EM TANQUE CLASSE A

**Nilson Augusto Villa Nova<sup>1</sup>; Paulo César Sentelhas<sup>2</sup>; André Belmont Pereira<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisador Científico I-A do CNPq – navnova@carpa.ciagri.usp.br

<sup>1-2</sup> Departamento de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Cx. Postal 9, CEP 13418-900 - Piracicaba, SP

<sup>3</sup> Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Campus de Uvaranas, CEP 84030-900 - Ponta Grossa, PR

### 1 RESUMO

Um novo sistema de medidas acoplado a um tanque classe A padrão, que efetua um balanço entre a evaporação de uma superfície livre de água exposta às condições meteorológicas reinantes e a precipitação pluvial, é proposto neste estudo. A vantagem do presente sistema é que o mesmo dispensa a utilização de uma válvula reguladora do nível de água no interior do tanque medidor na avaliação do processo de perda d'água para a atmosfera, e considerando que o tanque medidor proposto é também um pluviômetro, infere-se que o sistema em estudo permite a coleta de dados para dias com chuvas leves (intensidade com ordem de grandeza da evapotranspiração), melhorando, portanto, a confiabilidade das leituras obtidas com o tanque classe A padrão empregado largamente no manejo de água das culturas.

**UNITERMOS:** tanque classe A, evapotranspiração, manejo da irrigação.

**VILLA NOVA, N.A.; SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A.B.**

**EVAPO-PLUVIOMETER: A NEW SYSTEM FOR MEASURING THE CLASS A PAN EVAPORATION**

### 2 ABSTRACT

A new system of measurements coupled to a standard class A pan that may balance evaporations of a water free surface exposed to the local climatic conditions and to rainfall is proposed. The advantage of the current system is that it deals with a system that allows data collection on days light rainfall days (i.e. when rainfall intensities correspond to evapotranspiration), once it does not require a valve for water level regulation inside the measurer tank to assess water loss into the atmosphere, and because this proposed measurer tank is also a pluviometer. Thus, the reliability of the readings obtained by the conventional class A pan within water management on crops is improved.

**KEYWORDS:** class A pan, evapotranspiration, irrigation management.

### 3 INTRODUÇÃO

O tanque classe A, evaporímetro padrão recomendado como instrumento para estimativa da evapotranspiração de referência (DOORENBOS & KASSAM, 1979), ainda é largamente utilizado para cálculos de evapotranspiração de referência, evaporação potencial e conjugado com parâmetros da cultura, tal como índice de área foliar, pode ser utilizado com bastante eficiência em irrigação para estimativa da lâmina e frequência de aplicação (PEREIRA et al., 1995; VILLA NOVA et al., 1996; ALBUQUERQUE et al., 1997).

Um dos problemas pertinentes à utilização do tanque classe A é a determinação exata da lâmina evaporada. Para este fim é utilizado, via de regra, um parafuso micrométrico associado a um poço tranqüilizador. Este sistema de medida tem inconvenientes, tais como a capacidade do observador de utilizar um nônio e também de visualizar com perfeição o ponto de contato do micrômetro com a água. Assim sendo, na prática, na falta destes requisitos pessoais, freqüentemente se cometem erros de considerável expressão na leitura dos dados de evaporação de água em evaporímetros empregados em estações agrometeorológicas tanto convencionais (EMC) como também automatizadas (EMA).

Na tentativa de simplificar o sistema de medida do tanque, Amorim Neto (1981) elaborou e testou com bons resultados um sistema de medida no qual se completava o volume de água evaporada através de um tanque complementar acoplado a um sistema de nível constante com válvula e bóia. Com esse sistema, o operador lê apenas uma escala comum com precisão de 0,05 mm por milímetro de leitura. Esse sistema, embora aprovado pela comunidade científica ligada às áreas de Agrometeorologia e de Irrigação e Drenagem, exige manutenção com relação à válvula da bóia para um bom funcionamento. Outros autores, como Phene & Campbell (1975) e Chow (1994), desenvolveram sistemas automáticos de medida mais exatos e livres de incidência dos problemas supracitados, porém, apresentando como limitação a necessidade de sistema de aquisição de dados, inviabilizando sua utilização em condições práticas. Boughton & McPhee (1987) também desenvolveram um sistema automático para leitura da evaporação, acoplado ao tanque classe A um sistema de eletrodos que coordena a abertura de válvulas para o reabastecimento da água evaporada ou para o esgotamento e registro da chuva, denominando-o de tanque evapo-pluviômetro classe A.

No presente estudo, é proposto o desenvolvimento de um novo sistema de medidas diárias que, acoplado a um tanque classe A padrão, tem vantagem de não necessitar de válvula de bóia para reabastecimento do tanque de evaporação propriamente dito, além do que, sendo o tanque medidor também um pluviômetro, permite a leitura em condições de dias com chuvas de intensidade da ordem de grandeza da evapotranspiração e a confecção de um balanço hídrico simples, sem leituras pluviométricas e com exatidão idêntica a de um evapotranspirômetro de nível de lençol freático constante, ainda muito empregado para avaliação de consumo de água de culturas.

### 4 MATERIAL E MÉTODOS

#### 4.1. Descrição do Evapotranspirômetro

Na Figura 1 é mostrado o esquema do evapopluiômetro com as seguintes descrições:

- A - estrado de madeira (padrão, espessura de 15 cm, pintado de branco)
- B - tanque de evaporação propriamente dito (padrão, diâmetro de 121 cm)
- C - poço tranqüilizador
- D - vertedor
- E - tubo de escoamento
- F - registro com diâmetro de 14"
- G- tubo alimentador com diâmetro de 3/8"
- H - corpo do tanque medidor com altura de 120 cm

- I - suporte com altura de 42 cm
- J - tubo de vidro com escala de medida
- K - boca pluviométrica com diâmetro de 27 cm
- L - vaso coletor

#### 4.2. Modo de operação

A partir do tanque cheio, isto é, água no nível do vertedor a 25 mm da borda do tanque, após um dado período, mede-se a água evaporada abrindo-se o registro F até que a água caia no vertedor D e saia pelo tubo de escoamento E. Fecha-se, então, a válvula F, coletando-se o excesso drenado no vaso coletor L, sendo seu conteúdo colocado no tanque medidor H através da boca pluviométrica K. Mede-se a variação de altura no tubo medidor J, em milímetros. Sendo a relação entre as áreas dos tanques H e B igual a 1:20, cada milímetro de leitura no tubo de vidro com escala de medida corresponderá a um vigésimo de milímetro de evaporação no tanque, conferindo ao sistema proposto uma confiabilidade maior do que aquela proporcionada pelo parafuso micrométrico do tanque classe A padrão.

Observa-se que no período em que as chuvas forem inferiores às taxas de evaporação, a precipitação deverá aumentar o nível de água nos dois tanques, permitindo o cálculo do balanço hídrico (chuva - evaporação) do período. Quando a chuva suplanta a evaporação, fato que será evidenciado pela presença de água no vaso coletor L, a coleta do dado de evaporação não procede, pois a evaporação será suprimida de modo a não ser possível a sua avaliação nesta situação. Nota-se ainda que o equipamento funciona como pluviômetro, haja visto que a diferença de leitura H, antes e depois de uma chuva, antes de se proceder à alimentação do tanque, irá fornecer a chuva ocorrida no período.

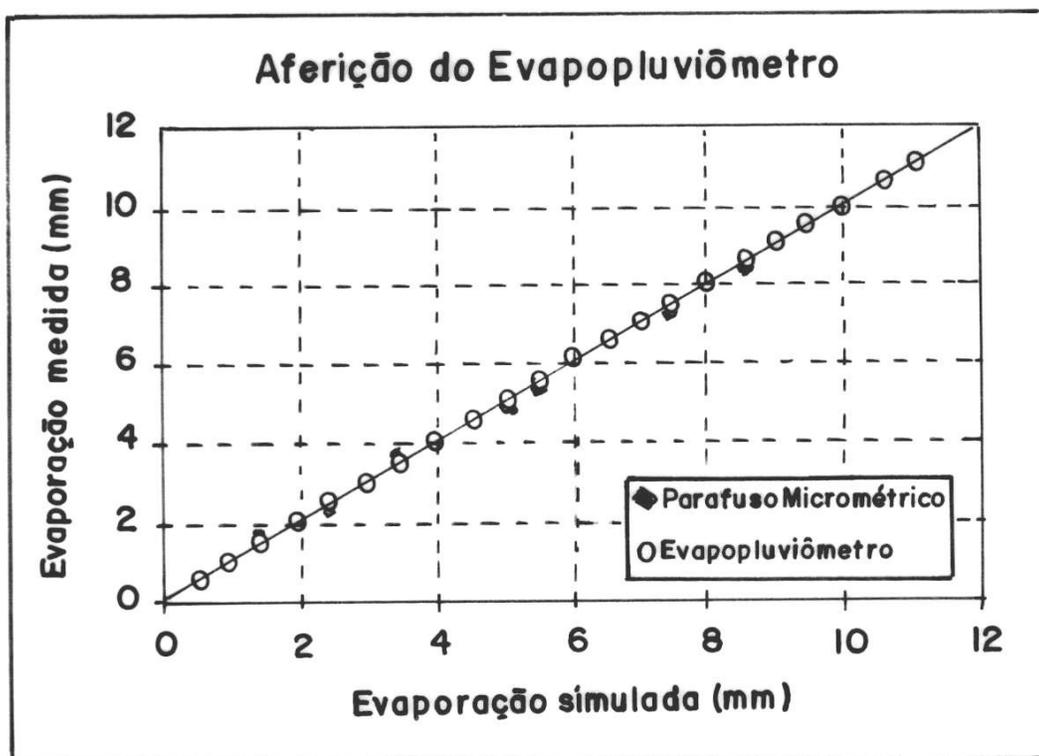


Figura 1. Representação esquemática do evapopluiômetro estudado.

### 4.3. Aferição do evapopluviômetro

A aferição do evapopluviômetro foi feita em laboratório simulando-se evaporações e efetuando-se as leituras através da escala direta e de um parafuso micrométrico, instalado num tanque tranqüilizador. Esses dados foram comparados através de análise de regressão linear simples, avaliando-se a precisão do modelo por intermédio do coeficiente de determinação  $R^2$ , bem como a sua exatidão através do coeficiente angular  $b$  da reta de regressão passando pela origem. Além disso, lançou-se mão dos parâmetros estatísticos: erro absoluto (EMA) e erro máximo (EMAX) para avaliar a ordem de magnitude dos erros proporcionados pelos dois sistemas de leitura. A precisão reflete o grau de dispersão dos dados advindos de evaporação simulada e medida através do emprego de evapopluviômetro e parafuso micrométrico ao redor da linha de tendência e a exatidão refere-se a dispersão desses dados ao redor da reta de  $45^\circ$  (linha 1:1). O erro médio absoluto e o erro máximo, utilizados para quantificação do erro proporcionado pelas estimativas, são expressos pela média dos valores absolutos do erro de cada estimativa e pelo seu valor máximo, respectivamente (SENTELHAS, 1998).

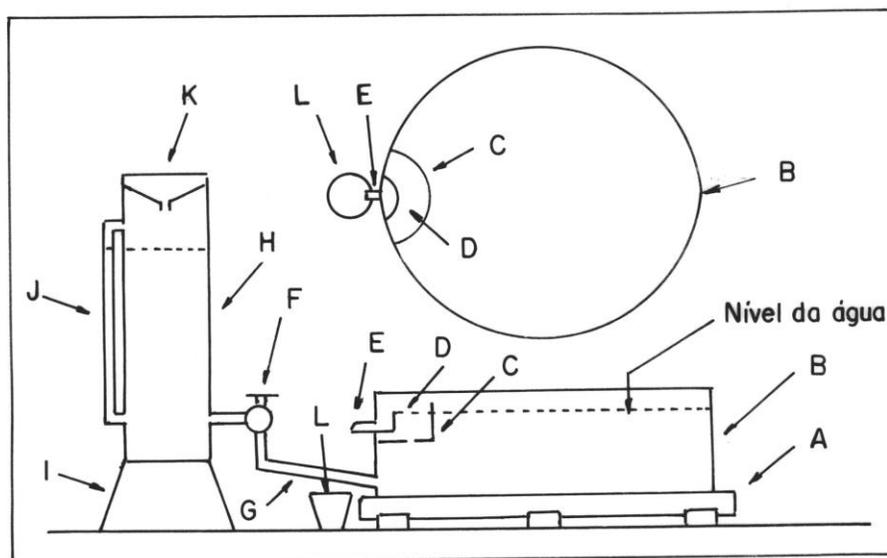
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 é apresentada a aferição das medidas da evaporação, utilizando-se o novo sistema de medidas denominado de evapopluviômetro e o parafuso micrométrico. Verifica-se que houve excelente concordância entre as evaporações simuladas e aquelas medidas tanto pelo evapopluviômetro em estudo como pelo parafuso micrométrico do tanque classe A padrão, o que pode ser comprovado pelas equações de regressão geradas para os dois conjuntos de dados considerados neste estudo de correlação:

$$EEVP = 1,0028 * ESIM \quad R^2 = 0,9988 \quad n = 22 \text{ ----- (1)}$$

$$EPM = 0,9948 * ESIM \quad R^2 = 0,9989 \quad n = 22 \text{ ----- (2)}$$

em que: EEVP é a evaporação medida com o evapopluviômetro (mm), EPM é a evaporação medida com um parafuso micrométrico (mm) e ESIM é a evaporação real simulada (mm).



**Figura 2.** Relação entre a evaporação simulada e as taxas de evaporação medidas através do emprego de evapopluviômetro e parafuso micrométrico.

A excelente relação de dependência entre as medidas efetuadas com os dois sistemas e a evaporação real simulada também pode ser verificada por intermédio dos erros observados. O erro médio absoluto foi da ordem de 0,08 mm para as medidas feitas pelo parafuso micrométrico e de 0,06 mm através do uso do evapopluviômetro proposto, sendo os erros máximos equivalentes a 0,3 e 0,2 mm, respectivamente.

A perfeita concordância observada entre as variáveis preditoras e respostas das equações 1 e 2 possibilita a recomendação deste novo sistema de medida de evaporação do tanque, especialmente pela facilidade oferecida na obtenção das leituras, não havendo, portanto, necessidade de um observador treinado para manusear o parafuso micrométrico. Além disso, vale destacar que, por ser o tanque medidor considerado também um pluviômetro, o equipamento proposto neste estudo permite ainda a obtenção de leituras de evaporação e de precipitação sob condições de dias com chuvas de intensidade inferior a evapotranspiração, face à elaboração de um balanço hídrico simplificado, sem a necessidade de monitoramento de dados pluviométricos.

## 6 CONCLUSÕES

É possível estimar a demanda evaporativa da atmosfera através do uso do sistema de medida da evaporação do tanque classe A proposto, com elevada confiabilidade, posto que este método de estimativa da demanda potencial é consagrado como aquele que melhor representa a realidade física do processo de perda de água de uma superfície vegetada, especialmente sob condições de advecção local.

Recomenda-se o emprego do evapopluviômetro em estudos de consumo de água de culturas irrigadas, tendo em vista a sua funcionalidade operacional e seu baixo custo econômico, podendo ser viável sua instalação em propriedades rurais onde se adota a irrigação.

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Apager pela construção e fornecimento do novo sistema de medida de evaporação proposto neste estudo, bem como ao CNPq pela concessão das bolsas PQ-1A e PDE.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, P.E.; KLAR, A.E.; GOMIDE, R.L. Estimativa da evapotranspiração máxima do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em função do índice de área foliar e da evaporação do tanque classe A. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.2, p.183, 1997.
- AMORIM NETO, M.S. **Análise preliminar do desempenho de um sistema de medidas de evaporação para o tanque classe A**. 1981. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.
- BOUGHTON, W.C.; McPHEE, R.J. An automatic recording class A pan evapo-pluviometer for long term unattended operation. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.41, n.1, p.21-29, 1987.
- CHOW, T.L. Design and performance of a fully automated evaporation pan. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.68, n.1, p.187-200, 1994.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. **FAO Irrigation and Drainage Paper**, Rome, n.33, p.1-193, 1979.
- PEREIRA, A.R. et al. A model for the class A pan coefficient. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.76, n.1, p.75-82, 1995.

- PHENE, C.J.; CAMPBELL, R.B. Automating pan evaporation measurements for irrigation control. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v.15, n.1, p.181-191, 1975.
- SENTELHAS, P.C. **Estimativa diária da evapotranspiração de referência com dados de estação meteorológica convencional e automática**. 1998. 97f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
1981. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1981.
- VILLA NOVA, N.A.; PEREIRA, A.R.; BARBIERI, V. Evapotranspiration as a function of leaf area index and class A pan evaporation. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.2, p.35-37, 1996.