

# INSTALAÇÃO E CALIBRAÇÃO DE UM LISÍMETRO DE PESAGEM EM DOURADOS, MS

**Carlos Ricardo Fietz<sup>1</sup>**

**Mário Artemio Urchei<sup>2</sup>**

**Fabiano Chaves da Silva<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Eng.-Agr., Dr., Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661 - 79804-970 – Dourados, MS.

**endereço eletrônico:** [fietz@cpao.embrapa.br](mailto:fietz@cpao.embrapa.br)

<sup>2</sup>Eng.-Agr., Dr., Embrapa Agropecuária Oeste.

**endereço eletrônico:** [urchei@cpao.embrapa.br](mailto:urchei@cpao.embrapa.br)

<sup>3</sup>Eng.-Agr., Dr., Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Caixa Postal 593 - 38400-902 – Uberlândia, MG.

**endereço eletrônico:** [fabiano@ciag.ufu.br](mailto:fabiano@ciag.ufu.br)

## RESUMO

Este trabalho descreve a instalação e a calibração de um lisímetro de pesagem em Dourados, MS. O lisímetro é constituído por dois tanques metálicos, um externo e outro interno, vegetado com grama. Possui também um mecanismo de apoio e transposição de peso e uma célula de carga. Os ensaios de calibração geraram regressões que possibilitam avaliar as variações de massa do lisímetro e, conseqüentemente, a evapotranspiração de referência. Os resultados indicaram que a calibração do lisímetro foi adequada. O lisímetro apresentou um desempenho satisfatório nas determinações de evapotranspiração de referência diária.

**PALAVRAS- CHAVE:** Célula de carga. Evapotranspiração de referência. Penman-Monteith.

## 1 INTRODUÇÃO

A evapotranspiração pode ser determinada indiretamente a partir de equações matemáticas baseadas em dados meteorológicos, ou por meio de medidas diretas. As formas indiretas têm sido as mais utilizadas. No entanto, necessitam ser avaliadas e calibradas por meio da comparação de valores estimados e medidos. As medidas diretas têm uso mais restrito por causa do maior custo e da menor praticidade. Dentre os métodos de medida da evapotranspiração, os dispositivos lisimétricos são os mais precisos e, portanto, considerados padrões para o ajuste e avaliação dos métodos indiretos.

Segundo Aboukhaled, Alfaro e Smith (1982), os lisímetros podem ser volumétricos e de pesagem. Os principais tipos de lisímetros volumétricos são os de drenagem e os de compensação, com o nível freático constante. Os lisímetros de pesagem podem ser de pesagem mecânica, eletrônica ou com células de carga.

Silva et al. (1999) avaliaram três diferentes tipos de lisímetros para determinar a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>). Os autores observaram que os lisímetros de drenagem e com lençol freático constante mostraram-se inviáveis para a determinação de valores diários de ET<sub>o</sub>, enquanto o de pesagem apresentou boa concordância com os valores estimados pelo método Penman-Monteith. Lunardi, Lunardi e Cavaguti (1999), Pereira (1998) e Sentelhas (1998) também observaram alta correlação entre dados diários de ET<sub>o</sub> medidos por lisímetro de pesagem e estimados pelo método FAO Penman-Monteith.

Lisímetros de pesagem são geralmente calibrados no próprio local de instalação, cobrindo-se sua superfície, para minimizar a

evaporação, e adicionando-se quantidades conhecidas de massa (HOWELL et al., 1995). A calibração é uma das etapas mais importantes na instalação dos lisímetros, devendo ser realizada de forma criteriosa a fim de evitar erros nas medidas da evapotranspiração.

Este trabalho teve com objetivo descrever a instalação e a calibração de um lisímetro de pesagem, com célula de carga, no município de Dourados, MS.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O lisímetro foi instalado na Embrapa Agropecuária Oeste no município de Dourados, MS, cujas coordenadas geográficas são: 22° 16' de latitude Sul, 54° 49' de longitude Oeste e altitude média de 452m. O clima da região é o Cwa de Köppen (mesotérmico úmido, com verão chuvoso e inverno seco).

Para a instalação do lisímetro retirou-se, em camadas, o solo de uma trincheira, que foram armazenadas em sacos de plástico. O fundo da trincheira, anteriormente à colocação da caixa externa, foi preenchido com uma camada de brita. Posteriormente, as camadas de solo foram recolocadas dentro da caixa interna, na mesma ordem de retirada, e a superfície dela vegetada com grama.

O sistema de pesagem constitui-se de dois tanques de chapa de aço carbono com 3,18mm de espessura, um interno (1,00 x 1,00 x 0,70m) e outro externo (1,05 x 1,05 x 0,90m), e um mecanismo de apoio e transposição de peso, com o mesmo princípio de funcionamento do sistema descrito por Scatolini (1996). A disposição desse suporte permite a convergência de parte do peso para o centro do sistema, no local em

que se encontra a célula de carga. O mecanismo transmite parte do peso da caixa interna para o centro da externa, onde está fixada uma célula de carga. A principal vantagem desse sistema de pesagem é reduzir o número de células de carga do lisímetro.

A célula de carga possui as seguintes características: capacidade total de 907kg, resistência à corrosão, hermeticamente fechada e precisão de 0,0037%. A caixa interna foi instalada sobre o mecanismo de apoio e transposição de peso (Figura 1a).

O sistema de drenagem do lisímetro é formado por três tubulações perfuradas de PVC com 0,70m de comprimento e 0,05m de diâmetro, dispostas em forma de "u" e instaladas na parte inferior do tanque interno, sobre uma camada de brita e areia (Figura 1b). Conectou-se um tubo vertical de 0,75m de comprimento a essas tubulações, possibilitando a retirada do excesso de água do lisímetro.

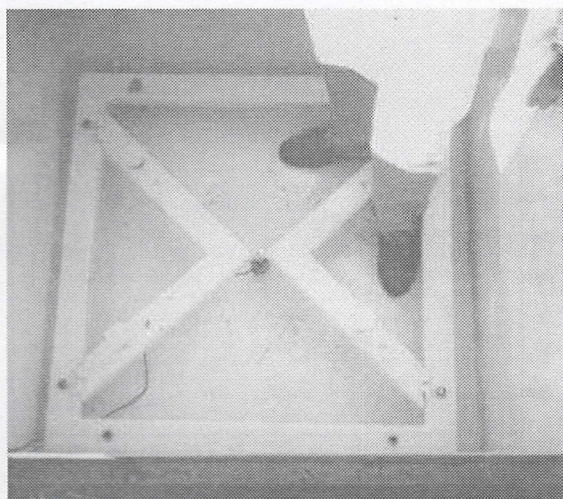
Utilizou um coletor de dados *datalogger* para realizar as leituras e armazenar os sinais

da célula de carga e dos seguintes sensores: temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento a 2m, radiação líquida e precipitação. As leituras são realizadas em intervalos de 10 segundos, sendo armazenados os valores médios ou totais de uma hora e diários.

A área do lisímetro é dotada de um sistema de irrigação por microaspersão. A umidade do solo dentro do lisímetro é monitorada por dois tensiômetros instalados a 0,15 e 0,30m de profundidade.

A calibração do lisímetro consistiu em converter as leituras fornecidas pela célula de carga em valores reais de massa, operando com o mecanismo de apoio e pesagem. Com esse objetivo, correlacionaram-se leituras da célula de carga com massas-padrão de 0,20 (até 2 kg) e 1kg (de 3 a 10kg) adicionadas na superfície do lisímetro. As unidades de massa-padrão foram confeccionadas com brita, seca em estufa e empacotadas em sacos de plástico. Durante os ensaios, cobriu-se a superfície do lisímetro com uma lona de plástico para evitar a

a)



b)

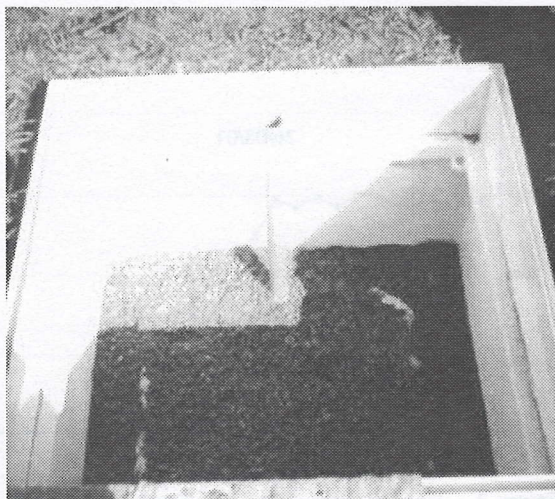
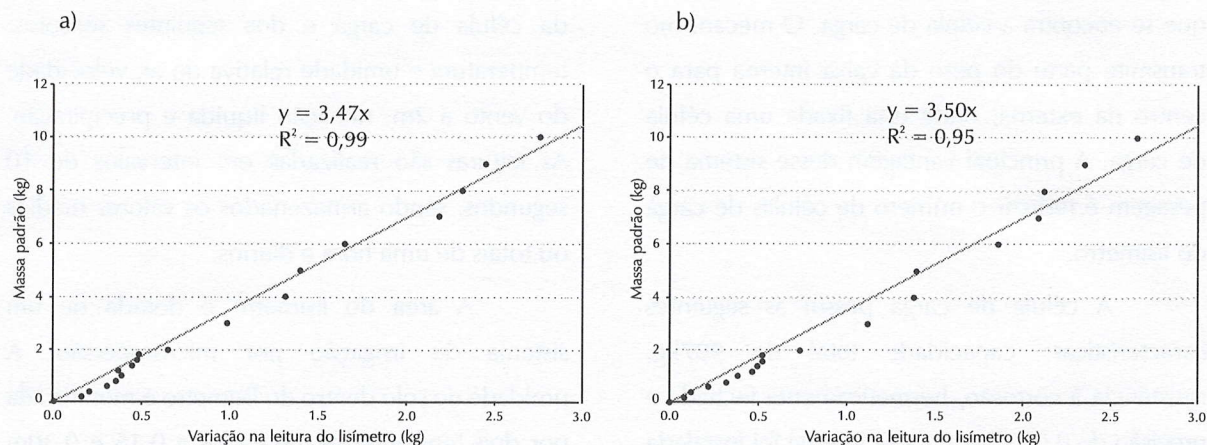


Figura 1 - Vista geral do lisímetro, apresentando a caixa externa e o mecanismo de apoio e transposição de peso (a) e o sistema de drenagem, instalado na caixa interna (b).



**Figura 2** - Resultados dos ensaios de calibração, apresentando as variações nas leituras do lisímetro proporcionadas pelo acréscimo das massas-padrão.

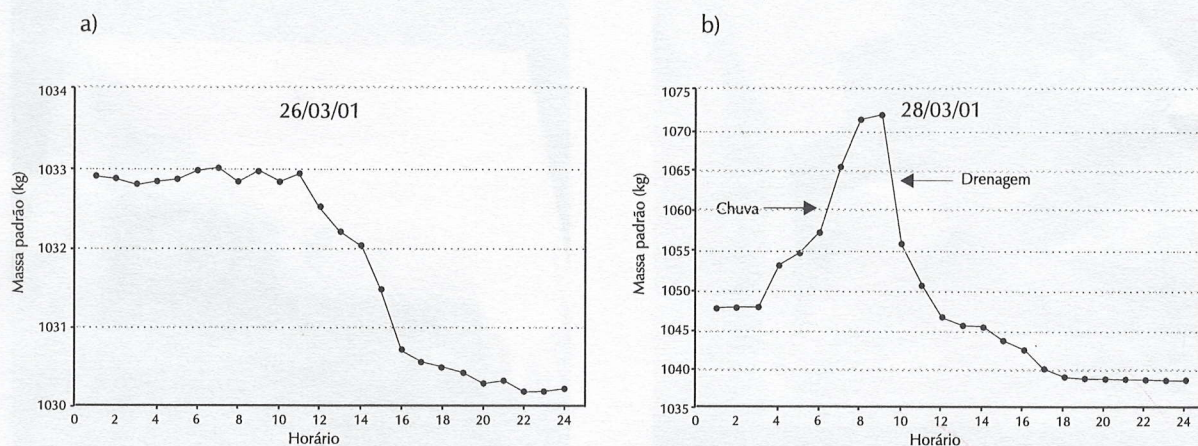
evapotranspiração.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados provenientes dos dois ensaios de calibração do lisímetro foram praticamente iguais (Figura 2). Os coeficientes angulares das regressões geradas foram 3,47 (ensaio 1) e 3,50 (ensaio 2), com coeficientes lineares nulos. Com as regressões geradas, a partir das leituras da célula de carga, pode-se obter a massa do lisímetro. Em um determinado intervalo de tempo, as variações negativas de massa no

lisímetro representam a evapotranspiração de referência.

No ensaio 1, o acréscimo das massas-padrão proporcionou nas leituras da célula de carga a variação máxima de 2,65kg (Figura 2a), correspondendo a uma massa real de 9,28 kg. Considerando a área interna do lisímetro (1m<sup>2</sup>) e um período de 24 horas, essa massa corresponde a uma taxa de evapotranspiração de referência de 9,3mm dia<sup>-1</sup>. Ressalta-se, que esse valor está fora da faixa de operação prevista para o lisímetro, pois, em Dourados, a evapotranspiração de referência não supera a 8 mm dia<sup>-1</sup>.



**Figura 3** - Variação de massa no lisímetro de pesagem ao longo do dia, observada em condições normais de funcionamento (a) e sob condições de chuva, com posterior drenagem (b).

Na Figura 3 são apresentadas as variações de massa no lisímetro ao longo de um dia. Em condições normais de funcionamento, ou seja, ausência de chuvas e sem irrigação (Figura 3a), há um decréscimo de massa no sistema no decorrer do dia. Em 26 de março de 2001, a massa do lisímetro variou de 1.032,9 a 1030,2kg, o equivalente a 2,69kg ou à evapotranspiração de referência de 2,7mm dia<sup>-1</sup>. Na Figura 3a pode-se também observar, na faixa horária das 7 às 11 horas, a ocorrência de pequenos aumentos nas leituras de massa do sistema. Segundo Silva et al. (1999), esses acréscimos podem ser atribuídos à influência das mudanças de temperatura na célula de carga.

A Figura 3b representa a variação de massa no lisímetro em 28 de março de 2001, quando ocorreram chuvas até aproximadamente às 9 horas. Retirou-se o excesso de água do lisímetro, com auxílio de um sistema de sucção conectado no tubo vertical de drenagem. Conforme esperado, o esgotamento do excesso hídrico provocou um decréscimo abrupto da massa do lisímetro entre 9 e 10 horas (Figura 3b).

Na Figura 4 são apresentados valores diários de evapotranspiração de referência obtidos com as medições do lisímetro e estimados pelo método FAO Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998) no período de 23 de março até 31 de maio de 2001. Descartaram-se nesse período, os dias com precipitação, drenagem e manutenção do sistema. Observou-se uma boa concordância entre os valores medidos e estimados (Figura 4) e também expresso pelo alto valor do coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,79$ ). Esses resultados, similares aos obtidos por Lunardi, Lunardi e Cavaguti (1999), Pereira (1998), Sentellhas (1998)

e Silva (1999), são indicadores da calibração adequada e desempenho satisfatório do lisímetro.

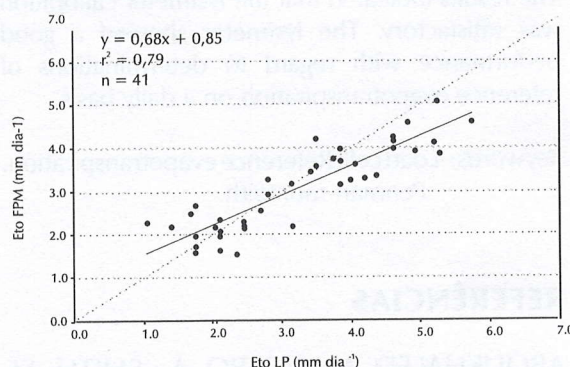


Figura 4 - Valores de evapotranspiração de referência obtidos de leituras do lisímetro (ETo LP) e estimados pelo modelo FAO Penman-Monteith (ETo FPM) no período de 23/03 até 31/05/2001.

## 4 CONCLUSÕES

As leituras da célula de carga, operando com o mecanismo de transposição de peso, apresentaram alta correlação com as massas padrão, possibilitando a calibração do lisímetro. Os valores diários de evapotranspiração de referência estimados pelo modelo FAO Penman-Monteith, apresentaram alta correlação com os medidos no lisímetro de pesagem. O equipamento pode ser utilizado nos estudos da evapotranspiração na região do município de Dourados, MS.

## INSTALLATION AND CALIBRATION OF A WEIGHING LYSIMETER IN DOURADOS, MS, BRAZIL

### ABSTRACT

This work describes the installation and calibration of a weighing lysimeter in Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil. The lysimeter has two metallic tanks, being one external and the other intern with grass. It also has a support and a weight conversion mechanism and a load cell. The calibration

studies generated regression which allowed for evaluation of mass changes of the lysimeter and, consequently, the reference evapotranspiration. The results indicated that the lysimeter calibration was satisfactory. The lysimeter showed a good performance with regard to determinations of reference evapotranspiration on a daily basis.

**Keywords:** Load cell. Reference evapotranspiration. Penman-monteith.

## REFERÊNCIAS

- ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. *Lysimeters*. Rome: FAO, 1982. 68 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 39).
- ALLEN, R. G. et al. *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO, 1998. 297p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- HOWELL, T. A. et al. Calibration and scale performance of Bushland weighing lysimeters. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 38, n. 4, p. 1019-1024, 1995.
- LUNARDI, M. A.; LUNARDI, D. M. C.; CAVAGUTI, N. Comparação entre medidas evapotranspirométricas e metodologia da FAO, na determinação da evapotranspiração de referência. *Irriga*, Botucatu, v. 4, n. 1, p. 52-66, 1999.
- PEREIRA, F. A. C. *Desempenho do modelo de Penman-Monteith e de dois evaporímetros na estimativa da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) em relação a um lisímetro de pesagem*. 1998. 87 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 1998.
- SCATOLINI, M. E. *Estimativa da evapotranspiração da cultura de crisântemo em estufa a partir de elementos meteorológicos*. 1996. 71 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 1996.
- SENTELHAS, P. C. *Estimativa da evapotranspiração de referência com dados de estação meteorológica convencional e automática*. 1998. 97 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 1998.
- SILVA, F. C. et al. Uso de dispositivos lisimétricos para medida da evapotranspiração de referência. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 7, p. 19-23, 1999.

Recebido e aceito para publicação 28 de abril de 2003.