

# CONSTRUÇÃO, CALIBRAÇÃO E COMPARAÇÃO DE LISÍMETROS COM DIFERENTES SISTEMAS DE PESAGEM

LUIS FERNANDO DE SOUZA MAGNO CAMPECHE<sup>1</sup>CARLOS RICARDO FIETZ<sup>2</sup>,  
MARCELO PENZO DA SILVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Prof. CEFET/ Petrolina, PE, Fone (87) 3862 3800, lfsmcamp@gmail.com<sup>2</sup>Engenheiro Agônomo, Pesquisador, *Embrapa Agropecuária Oeste*, Dourados, MS, Mestrando em Agronomia, UFGD, Dourados, MS

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO** Este trabalho teve o objetivo de dimensionar e calibrar dois lisímetros dotados de diferentes sistemas de pesagem. Os equipamentos foram instalados no campo experimental na *Embrapa Agropecuária Oeste* em Dourados, MS. Um dos lisímetros foi acoplado a três células de carga, em disposição triangular, enquanto o outro possuía um conjunto de transmissão de peso do tipo alavancas e contrapesos e apenas uma célula de carga. Todas as células de carga foram acopladas a um “datalogger” que fazia a média das leituras de cada 30 minutos. Verificou-se que os sistemas de pesagem dos dois lisímetros podem ser utilizados para estudos de evapotranspiração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lisimetria de pesagem, evapotranspiração, célula de carga

**ABSTRACT:** The objective of this work was to development and calibrating two lysimeters with different weighing systems. The experiment was carried out at *Embrapa Agropecuária Oeste* in Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil. One lysimeter was coupled with three-load cells, in a triangular disposal and the other one had a set of weight transmission of the type handspikes and counterbalances and only one load cell. All the load cells had been connected in datalogger that it made averages of readings to each 30 minutes. It was verified that the weighing systems of the two lysimeter can be used for evapotranspiration studies

**KEY WORDS:** weighing system, evapotranspiration, load cell

**INTRODUÇÃO:** A lisimetria de pesagem tem sido largamente utilizada em pesquisas agrometeorológicas, por ser um método direto para determinação da evapotranspiração. O lisímetro consiste de um tanque com solo, que objetiva representar um ambiente específico, determinando a evapotranspiração das culturas por meio do balanço de massa.. Diversos autores reportam o uso de lisímetros de pesagem como ferramenta padrão em estudos de consumo de água das culturas, seja na determinação da evapotranspiração, como também na calibração de modelos agrometeorológicos de estimativa. Existe um grande número de trabalhos envolvendo tamanhos, formas e tipos diferentes de construção desses equipamentos, cada qual com a sua adaptação, local de solo, cultura, condições climáticas, disponibilidade de material, tecnologia e custos de construção. Um dos passos importantes antes do funcionamento de lisímetros de pesagem é a calibração, que tem por finalidade estabelecer uma relação entre o sinal de saída da célula de carga (geralmente expresso em mV) e a massa do sistema. Outra finalidade da calibração é a verificação da linearidade e histerese da célula de carga. Lisímetros de pesagem devem ser preferencialmente calibrados *in situ*, nas mesmas condições climáticas do seu funcionamento, por adição e retirada de pesos previamente conhecidos. O objetivo deste trabalho foi dimensionar e calibrar dois lisímetros dotados de diferentes sistemas de pesagem.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os equipamentos foram instalados em uma área experimental de aproximadamente 4.000 m<sup>2</sup> situada na *Embrapa Agropecuária Oeste* em 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). Os dois equipamentos tinham as mesmas dimensões (1,35 x 1,54m), com área evaporante de 2,0m<sup>2</sup> e 0,8 m de profundidade. A caixa interna dos dois equipamentos era constituída de um tanque de chapa de aço carbono com 3,18 mm de espessura. O fundo da caixa interna foi preenchido com uma camada de brita de 0,20m e o solo colocado em camadas, na mesma ordem de retirada. Um dos lisímetros (lisímetro 2) foi acoplado a três células de carga com distribuição triangular entre elas (CAMPECHE, 2002, SILVA, 1999, ALLEN et al, 1991). Essa disposição das células visou proporcionar uma distribuição homogênea da massa da caixa interna. As células de carga foram fixadas em pontos de apoio, compostos de cilindros sólidos de aço inoxidável, com 0,12m de altura e 0,06m de diâmetro. Cada célula de carga possuía capacidade total de 1.000kg, sendo resistente à corrosão e hermeticamente selada. A soma das leituras das três células de carga representava a massa total do equipamento, pois todo o peso estava apoiado nelas, fornecendo, assim, diretamente a massa total do sistema.

Para a confecção do sistema de pesagem do outro lisímetro (lisímetro 2, padrão) utilizou-se uma balança de fabricação comercial dotada de um sistema de alavancas. A partir dessa balança, foi desenvolvido um sistema de redução de peso na proporção de 50:1, ou seja, para cada kilo de “peso vivo”, o sistema “amorteceria” 50 kilos de “peso morto”. Para transformação da balança mecânica em balança eletrônica, foi acoplada ao tirante da balança uma célula de carga blindada tipo “S” (SV 100, Alfa instrumentos) com capacidade para 100 kgf de tensão, sensibilidade de 2mV/V e acurácia de 0,02% de fundo de escala. Na prática, o sistema era constituído por uma célula de carga eletrônica, com capacidade de 100kg, acoplada a uma balança mecânica. Detalhes de construção desse equipamentos são descritos também em FARIA et al. (2006), CAMPECHE et al (2002) e FIETZ et al (2003). Para sustentação do conjunto, foram construídas seis sapatas de concreto, das quais quatro tiveram disposição retangular nas extremidades do círculo, enquanto uma teve distribuição central e a última, ficou fora do quadrado, visando apoiar o sistema que comporta a célula de carga. As dimensões de todas as sapatas foram de 0,40 x 0,40m por 0,40m de profundidade. A automação de todo o processo foi realizada por um coletor automático de dados (datalogger) com leituras a cada dez segundos e média a cada trinta minutos. A calibração do lisímetro de uma célula de carga teve o objetivo de estabelecer uma relação entre o sinal de saída da célula de carga (expresso em mV) e a massa do sistema. Outra finalidade da calibração foi verificar a linearidade e a histerese da célula de carga. Os passos que descrevem detalhadamente o processo de calibração podem ser vistos em CAMPECHE et al (2005).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Figura 1 está apresentada a calibração do lisímetro padrão (lisímetro 2) em que estão os valores de saída das células de carga, em milivoltagem (mV) por volt de excitação e o equivalente em massa de água. Verifica-se que o modelo linear descreveu adequadamente a relação, tendo em vista o alto coeficiente de determinação ( $r^2$ ) de 0,999. Percebe-se também que a linearidade foi excelente e a histerese foi mínima.

Coletou-se 33 dias de dados de evapotranspiração dos dois lisímetros para fins de comparação. Foram descartados dias em que ocorreram precipitações superiores a 1mm e dias em que foram feitas drenagem nos equipamentos. Desse modo, foram utilizados 20 dias para efeito de comparação. Na Figura 2 estão plotados os valores de evapotranspiração do lisímetro 1 (padrão) e do lisímetro 2. Verifica-se que o modelo linear descreveu adequadamente a relação, tendo em vista o alto coeficiente de determinação de 0,95. A equação para transformação dos valores de evapotranspiração do lisímetro 1 para o lisímetro 2 foi:

$$\text{Lisímetro 2} = 0,3255 + 0,9733 (\text{Lisímetro padrão})$$

Analisando-se essa equação, verifica-se que a mesma apresentou coeficiente angular quase unitário e coeficiente linear próximo de zero, evidenciando, assim, a similaridade dos valores de evapotranspiração dos dois lisímetros. Pode-se também observa (Figura 2) que quando se forçou a reta a passar pela origem, obteve-se uma supestimativa de apenas 4% do lisímetro dois em relação ao padrão.

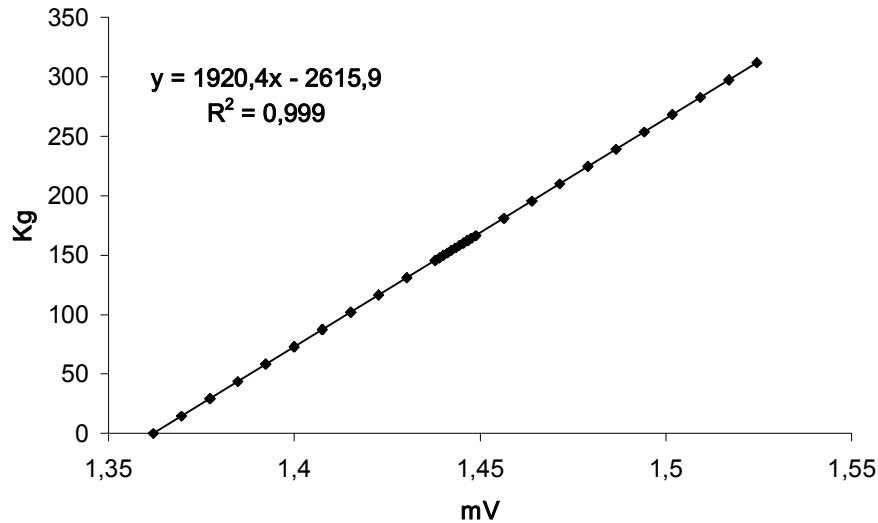


Figura 1. -Relação entre variação de massa (mm)e voltagem (mV) da célula de carga.

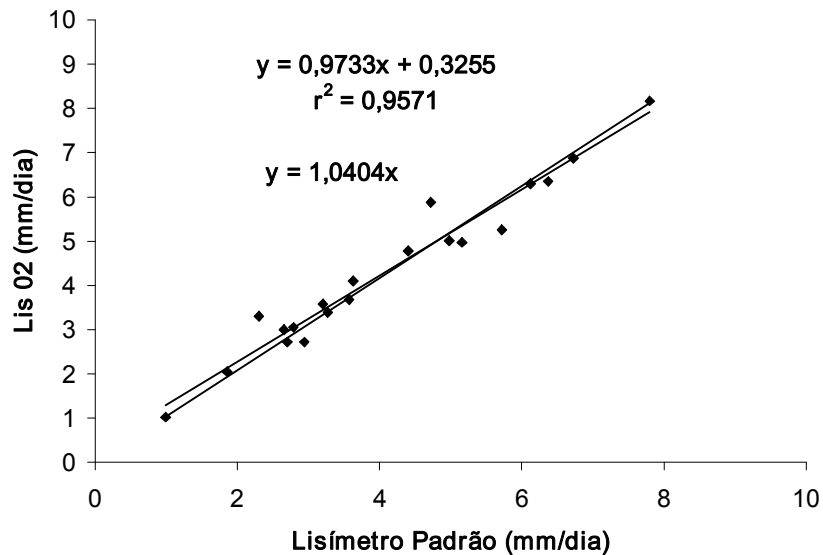


Figura 2. Comparação entre o lisímetro 1 (padrão) e o lisímetro 2

**CONCLUSÕES:** A calibração do lisímetro de uma célula foi adequada. Os dois equipamentos apresentaram desempenho satisfatório e podem ser utilizados em estudos de evapotranspiração. .

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) pelo financiamento parcial desse trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; FISCHER, D. K. Direct load cell-based weighing lysimeter system. In: ALLEN, R. G.; HOWELL, T. A.; PRUITT, W. O. et al. (Ed.) **Lysimeter for evapotranspiration and environmental measurements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1991. p. 114-124.

CAMPECHE, L. F. S. M.; AGUIAR NETTO, A. O.; SOUSA, I.F. Calibração e análise de desempenho de um lisímetro de pesagem de grande porte. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, Teresina, PI. **Anais** (CD-ROM). Teresina. ABID, 2005.

CAMPECHE, L. F. S. M. Construção, calibração e análise de funcionamento de lisímetros de pesagem para determinação da evapotranspiração da cultura da lima ácida ‘tahiti’ (*citrus latifolia* tan.). Piracicaba, 2002. 74p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo

FARIA, R.T. de; CAMPECHE, F. de S.M.; CHIBANA, E.Y. Construção e calibragem de lisímetros de alta precisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.237-242, 2006.

FIETZ, C.R.; SILVA, F.C. da; URCHEI, M.A. Instalação e calibração de lisímetros de pesagem para medida da evapotranspiração de culturas anuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria, RS. **Situação atual e perspectivas da agrometeorologia: anais**. Santa Maria, RS: UNIFRA: SBA: UFSM, 2003. p.411-412.

SILVA, F.C. da; FOLEGATTI, M.V.; MAGGIOTTO, S.R. Análise do funcionamento de um lisímetro de pesagem com célula de carga. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, n.1, p.53-58, 1999.