

CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DE LISIMETROS DE PESAGEM

Daniel Haraguchi Santos¹, Vinicius Melo Rocha², Rafael Corradini³, Ana Daniela Lopes⁴,
João Paulo Francisco⁵, Marcos Vinicius Folegatti⁶

RESUMO: A determinação do real consumo hídrico das culturas agrícolas é fundamental para um manejo eficiente da irrigação, nesse sentido, a determinação da evapotranspiração das culturas torna-se peça chave. Dessa forma, objetivou-se a construção e calibração de quatro lisímetros de pesagem no interior de casa de vegetação. Os lisímetros foram constituídos por um vaso de 250 L, com área de 0,75 m². O sistema de pesagem dos lisímetros foi construído utilizando células de carga da marca HBM®, modelo Z6FC3 200kg, sendo utilizadas três células de carga, em disposição triangular, por lisímetro. A calibração foi realizada com 29 massas padrão que foram assumidas como referência, sendo sete de 0,47 kg (0,15 mm), sete de 1,57 kg (0,50 mm), oito de 6,28 kg (2,00 mm) e sete de 15,7 kg (5,00 mm). Os coeficientes angulares encontrados nos diferentes lisímetros apresentaram valores de 305,02; 305,42; 306,35 e 305,85 (kg·(mV·V-1)-1), para os lisímetros 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Verificou-se que os lisímetros apresentaram altos valores de coeficiente de determinação após a calibração e baixos erros foram observados, confirmando que o uso de lisímetros de pesagem em casa de vegetação é uma boa opção para determinação da evapotranspiração de cultura.

PALAVRAS-CHAVE: evapotranspiração, agricultura irrigada, conteúdo de água do solo

CONSTRUCTION AND CALIBRATION OF WEIGHING LISIMETERS

ABSTRACT: The determination of the real water consumption of crops is essential for efficient management of irrigation, in this sense, the determination of the evapotranspiration of the crops becomes a key part. Thus, the aim was to build and calibrate four weighing lysimeters inside the greenhouse. The lysimeters were constituted by a 250 L vessel, with an

¹ Discente de Agronomia, Estudante, Universidade Estadual de Maringá – Campus Umuarama, CEP 87470-000, Umuarama, PR. Fone (44) 9 9853-2078. E-mail: ra102566@uem.br.

² Discente de Agronomia, Estudante, UEM, Umuarama, PR.

³ Discente de Agronomia, Estudante, UEM, Umuarama, PR.

⁴ Profa. Dr., Universidade Paranaense, (44) 9 9803-9911, anadanielalopes@prof.unipar.br.

⁵ Prof. Dr., Universidade Estadual de Maringá, (44) 9 9154-0470, jpfrancisco2@uem.br.

⁶ Prof. Dr. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, (19) 9 9782-8390, mvfolega@usp.br

area of 0.75 m². The weighing system of the lysimeters was built using load cells of the brand HBM®, model Z6FC3 200kg, using three load cells, in a triangular arrangement, per lysimeter. Calibration was performed with 29 standard masses that were taken as reference, seven of 0.47 kg (0.15 mm), seven of 1.57 kg (0.50 mm), eight of 6.28 kg (2, Mm) and seven of 15.7 kg (5.00 mm). The angular coefficients found in the different lysimeters showed values of 305.02; 305.42; 306.35 and 305.85 (kg·(mV·V⁻¹)-1), for lysimeters 1, 2, 3 and 4, respectively. It was found that the lysimeters showed high values of determination coefficient after calibration and low errors were observed, confirming that the use of weighing lysimeters in the greenhouse is a good option for determining the culture evapotranspiration.

KEYWORDS: evapotranspiration, irrigated agriculture, soil water content

INTRODUÇÃO

A determinação da evapotranspiração (ET) é fundamental para o correto manejo da irrigação, sendo que a demanda hídrica de uma cultura pode ser obtida com maior precisão utilizando-se lisímetros. As principais vantagens do seu uso estão relacionadas à calibração, que pode ser validada mecanicamente; ao requerimento de bordadura, que é menor quando comparada a outros métodos, como micrometeorológicos, por exemplo; a possibilidade de completa automação e a facilidade de inspeções, pois o sistema é quase totalmente visível Allen et al. (2011).

Na literatura são descritos diferentes tipos de lisímetros, sendo que o tamanho e o projeto de montagem de cada um são baseados no requerimento específico do estudo e das condições de construção e custos envolvidos. Os lisímetros de pesagem, cujo sistema de medição é baseado em células de carga são considerados os de maior confiabilidade nas medições Cruz-Blanco et al. (2014), sendo utilizados para calibração dos demais métodos de estimativa de evapotranspiração Allen et al. (2011). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi de construção e calibração de quatro lisímetros de pesagem operando no interior de uma casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento estudo conduzido na área experimental do Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em

ambiente protegido (casa de vegetação), localizada no município de Piracicaba - SP (latitude 22°43'31"; longitude 47°38'57"; altitude 547 m).

Os lisímetros foram confeccionados em vasos com capacidade para 250 L, com 0,75 m², com sistema de pesagem direta, utilizando-se células de carga que suportavam diretamente todo o peso do sistema. Estes foram preenchidos com camada de pedra brita (em torno de 8 cm), seguida de manta geotêxtil e, por fim, o volume restante foi completado com solo. Dessa forma, considerando que todo o sistema apresentava peso aproximado de 550 kg (vaso preenchido com solo, planta, água, sistema de apoio e drenagem), cada lisímetro foi composto por três células de carga com capacidade nominal para 200 kg, as quais quando combinadas resultaram num total de 600 kg. Ao todo foram construídos quatro lisímetros, todos com as mesmas características.

O ponto de apoio das células foi confeccionado por meio da utilização de parafusos M8 e aço trefilável de 32 mm cortado em pedaços de 8 cm. O sistema de pesagem dos lisímetros foi construído utilizando células de carga da marca HBM®, modelo Z6FC3 200kg. Conforme especificações da célula de carga, a mesma suporta uma carga máxima de 300 kg sem que haja ruptura em seu mecanismo de pesagem. Construiu-se uma estrutura triangular, fixando-se uma célula de carga em cada vértice para compor o mecanismo de pesagem. A estrutura foi colocada sobre piso de concreto tomando-se o devido cuidado para que a mesma permitisse que as três células ficassem em nível. Posteriormente, sobre as células foi colocado uma base que serviu de suporte para o acomodamento do vaso. Cada célula de carga precisa de um canal diferencial e uma porta de excitação para conexão com o sistema automático de aquisição de dados, dessa forma optou-se por fazer uma caixa de junção, unindo-se as três células de carga, assim foi possível utilizar apenas um canal diferencial por lisímetro.

A união das células foi feita com cabo tipo manga 6x26 AWG. Com base na análise dos dados de solo, e considerando o solo totalmente seco, seriam necessários cerca de 165 L de água para elevar a umidade do solo para além da capacidade de campo, ou seja, preencher os espaços porosos. Desta forma, utilizou-se 175 kg para representar a CAD do solo durante a calibração. Os 175 kg foram divididos em 29 massas padrão que foram assumidas como referência, sendo sete de 0,47 kg (0,15 mm), sete de 1,57 kg (0,50 mm), oito de 6,28 kg (2,00 mm) e sete de 15,7 kg (5,00 mm). Durante a calibração, os lisímetros tiveram sua superfície coberta com lona plástica para evitar possível evaporação da água do solo. A disposição das massas durante a calibração foi realizada da maneira mais distribuída possível pela área dos lisímetros, procurando-se não as concentrar somente em um ponto.

A sequência de adição e retirada das massas nos lisímetros foi realizada intercalando-as, sendo adicionadas as massas de nº1 a 29, visando explorar melhor as características das células em cada faixa de utilização das mesmas. Posteriormente estas foram retiradas no sentido inverso. A calibração foi realizada em um lisímetro por vez. Após procedimento de calibração, calculou-se os erros e incertezas e construiu-se gráficos que expressam a relação entre as massas aplicadas e mensuradas (resposta real).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a calibração dos lisímetros, realizado à noite, a temperatura do ar variou entre 22,9 e 24,2°C e a umidade relativa entre 66,2 e 72,3%. Por se encontrar em casa de vegetação a velocidade do vento foi considerada nula. Os coeficientes angulares encontrados nos diferentes lisímetros apresentaram valores de 305,02; 305,42; 306,35 e 305,85 (kg·(mV·V-1)-1), para os lisímetros 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Considerando-se os altos coeficientes de determinação obtidos (Figura 1), o modelo de regressão linear foi adequadamente ajustado para relação entre a massa acumulada e a média do sinal de saída das células de carga ($R^2 \approx 1$), evidenciando o comportamento linear existente entre estas variáveis. Entretanto, embora tenha sido comprovada a linearidade, isso não necessariamente indica que os mesmos sejam exatos ou acurados.

Esses conceitos, os quais são sinônimos, são diferentes do de linearidade, pois representam a capacidade que o modelo ajustado tem de determinar o valor verdadeiro da massa. Assim, alguns erros ocorreram entre a massa determinada por estes e a acumulada sobre os mesmos durante a calibração, implicando em diferentes acurácias entre os lisímetros. Estas acurácias são representadas pelo erro padrão da estimativa do modelo de regressão ajustado.

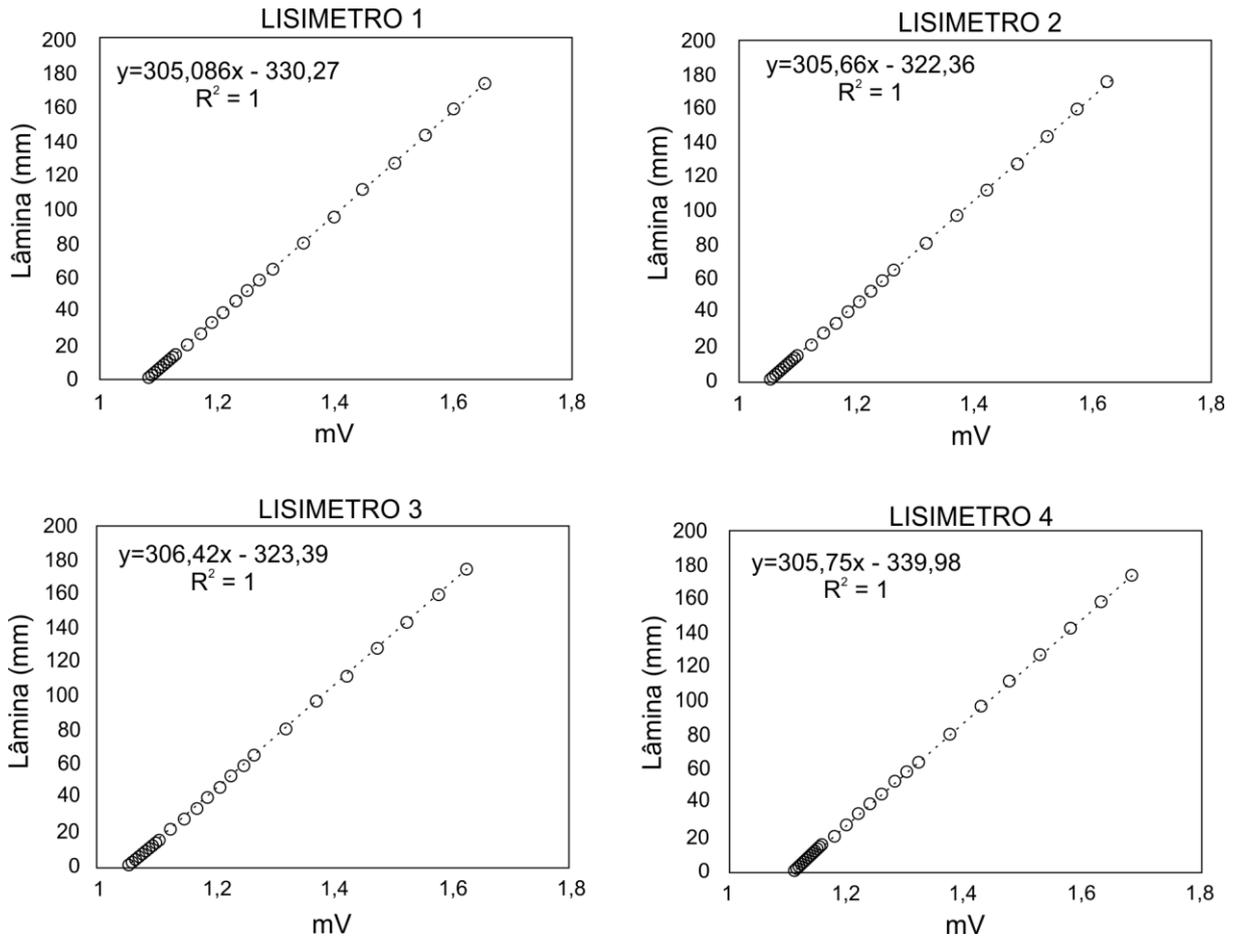


Figura 1. Ajuste das equações de calibração dos lisímetros utilizados com a relação entre massa aplicada e mensurada pelo sistema de aquisição de dados.

Os erros foram pouco dispersos em torno do zero sendo observada variação de -0,21 até 0,23 kg, para o lisímetro 1. Valores de erro variando entre -0,42 a 0,57 kg foram observados para o lisímetro 2, para o lisímetro 3 os erros foram de -0,46 a 0,42 kg e valores de erro entre 0,39 a ,48 kg foram verificados no lisímetro 4. As dispersões dos erros em torno do zero podem ser observadas na Figura 2.

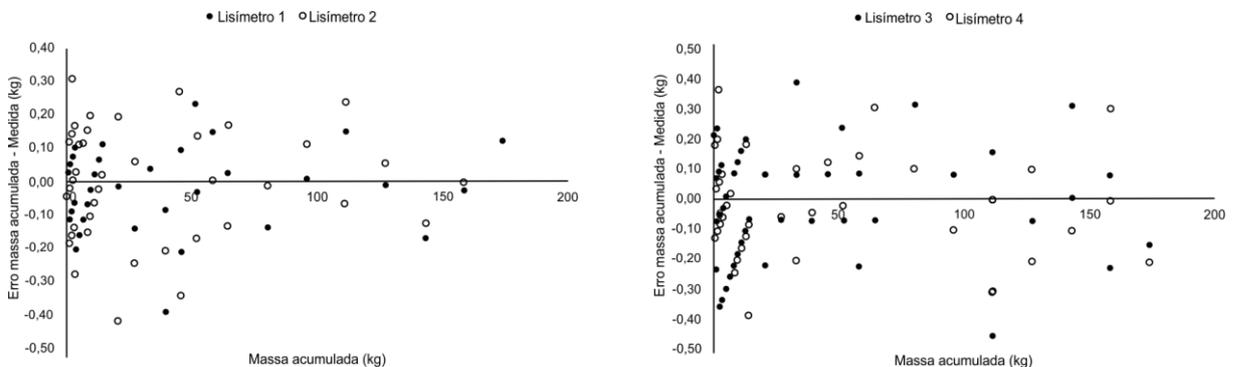


Figura 2. Erros entre a massa acumulada e a determinada na calibração dos lisímetros.

Os elevados valores de $R^2 > 0,99$ encontrados nesse trabalho são semelhantes aos encontrados por, Carvalho et al. (2013), Mariano et al. (2015) e Sanches et al. (2017) em operação de calibração de lisímetros de pesagem.

CONCLUSÕES

Os lisímetros construídos apresentarem altos valores de coeficiente de determinação e baixos erros de medidas, podendo ser usados para determinação da evapotranspiração de culturas no interior de casa de vegetação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALLEN, R. A.; PEREIRA, L. S.; HOWELL, T. A.; JENSEN, M. E. Evapotranspiration information reporting: I. Factors governing measurement accuracy. **Agricultural Water Management**, v. 98, n. 6, p. 899–920, 2011.

CARVALHO, H. P.; MELO, B.; ATARASSI, R. T.; et al. Desenvolvimento de lisímetros de pesagem na cultura do café. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 6, p. 1750–1760, 2013.

CRUZ-BLANCO, M.; GAVILÁN, P.; SANTOS, C.; LORITE, I. J. Assessment of reference evapotranspiration using remote sensing and forecasting tools under semi-arid conditions. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 33, p. 280-289, 2014.

MARIANO, D. de C.; FARIA, R. T. de; FREITAS, P. S. L. de; LENA, B. P.; JOHANN, A. L. Construction and calibration of a bar weighing lysimeter . **Acta Scientiarum. Agronomy**, 2015.

SANCHES, A. C.; SOUZA, D. P. de; MENDONÇA, F. C.; MAFFEI, R. G. Construction and calibration of weighing lysimeters with an automated drainage system . **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** , 2017.