

MANUTENÇÃO E CALIBRAÇÃO DE LISÍMETROS DE PESAGEM PARA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE CULTURAS AGRÍCOLAS

DIEGO FERNANDO DANIEL¹, RIVANILDO DALLACORT², JOÃO DANILO BARBIERI³, WILLIAN FENNER⁴

¹ Mestrando em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP), UNEMAT, Tangará da Serra/MT. diegodanielmt@gmail.com

² Prof. Dr., Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, UNEMAT, Tangará da Serra/MT.

³ Prof. Dr., Departamento de Agronomia, UNEMAT, Tangará da Serra/MT.

⁴ Pós-doutorando. Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP). UNEMAT, Tangará da Serra/MT.

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: O método direto mais comum utilizado na estimativa da evapotranspiração de uma cultura é o lisimétrico. Para a obtenção de medidas confiáveis, sua calibração deve ser realizada no seu local de instalação e utilização. O objetivo deste trabalho foi realizar a calibração de lisímetros de pesagem para determinação da evapotranspiração de culturas agrícolas. Cada lisímetro possui dimensões 1,50 x 1,50 m e 1,20 m de profundidade, com área total de 2,25 m². A calibração dos lisímetros teve como objetivo estabelecer a relação entre o sinal emitido pela célula de carga (mV) e a oscilação de massa do conjunto. A variação de massa foi obtida com a adição e retirada de sacos plásticos com brita seca ao ar, hermeticamente fechados, de diferentes massas conhecidas, representando variação de massa equivalente a 150 mm. O modelo linear descreveu adequadamente a relação entre sinal emitido pela célula de carga e a oscilação de massa, tendo em vista o alto coeficiente de determinação acima de 0,99. Os lisímetros apresentam acurácia para detecção de mudanças de massa da ordem de 0,1 mm, assim, os mesmos são adequados para estudos de demanda de água, balanço hídrico e calibração de métodos de estimativa de evapotranspiração de culturas agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: engenharia de água e solo, evapotranspiração, lisimetria

MAINTENANCE AND CALIBRATION OF WEIGHING LYSIMETERS TO DETERMINE THE EVAPOTRANSPIRATION OF AGRICULTURAL CROPS

ABSTRACT: The most common direct method used to estimate the evapotranspiration of a crop is the lysimetric. In order to obtain reliable measurements, its calibration must be carried out at its place of installation and use. The aim of this study was to carry out the calibration of weighing lysimeters to determine the evapotranspiration of agricultural crops. Each lysimeter has dimensions 1.50 x 1.50 m and 1.20 m in depth, with a total area of 2.25 m². The lysimeters calibration aimed to establish the relationship between the signal emitted by the load cell (mV) and the mass oscillation of the set. The mass variation was obtained with the addition and removal of plastic bags with air-dried gravel, hermetically sealed, of different known masses, representing a mass variation equivalent to 150 mm. The linear model adequately described the relationship between the signal emitted by the load cell and the mass oscillation, considering the high coefficient of determination above 0.99. Lysimeters are accurate for detecting mass changes in the order of 0.1 mm, thus, they are suitable for studies of water demand, water balance and calibration of methods for estimating agricultural crop evapotranspiration.

KEYWORDS: water soil engineering, evapotranspiration, lysimetry

INTRODUÇÃO: A melhor técnica e a mais precisa para se determinar a evapotranspiração das culturas ocorre por meio de lisímetros (ALLEN et al., 1998). Esses equipamentos são grandes caixas cheias de solo, localizadas no campo, apresentando superfície nua ou coberta por vegetação (CAMPECHE et al., 2011). Desta forma, a lisimetria consiste em medir a variação da massa do solo e da água presente dentro dos lisímetros, através da utilização de células de carga, monitorando assim a entrada ou saída de água do conjunto (CAMPECHE et al., 2011). Para que ocorra uma aferição e coleta de dados com confiabilidade, antes do funcionamento do conjunto lisimétrico é necessário que haja uma calibração, estabelecendo assim a relação entre a massa do sistema e o sinal de saída da célula de carga (expresso em mV), através da adição e retirada de pesos previamente conhecidos, podendo verificar a linearidade e a histerese da célula de carga (FARIA et al., 2006; NASCIMENTO et al., 2016). É de grande importância obter dados confiáveis dos lisímetros, minimizando possíveis erros relacionados ao sistema de pesagem, estes podendo estar relacionados às células de carga, aos cabos, ao sistema de coleta de dados e a própria estrutura a ser pesada, erros estes que podem atrapalhar a calibração ou até mesmo fornecer dados não confiáveis (FARIA et al., 2006). Sendo assim, para estudar o consumo hídrico de uma cultura, deve-se sempre realizar a manutenção do conjunto lisímetro afim de prevenir possíveis defeitos e realizar uma correta calibração dos lisímetros, fornecendo dados confiáveis aos estudos realizados (NASCIMENTO et al., 2016). O objetivo deste trabalho foi realizar a manutenção e calibração de lisímetros de pesagem para determinação da evapotranspiração de culturas agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS: No presente estudo foram utilizados seis lisímetros de pesagem, já existentes na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, em Tangará da Serra – MT. A estrutura contendo os seis lisímetros foi construída em 2013 e desde então vem sendo desenvolvido vários estudos com diversas culturas agrícolas, fornecendo dados confiáveis de evapotranspiração e coeficiente de cultura (K_c) para a região (BARBIERI et al., 2020). Cada lisímetro possui dimensões 1,50 x 1,50 m e 1,20 m de profundidade, com área total de 2,25 m², com metodologia de construção, calibração e validação descrita por Fenner et al. (2019). Para manutenção dos lisímetros, foi realizada uma limpeza geral de todo o conjunto lisimétrico, e após feita uma verificação das células de carga, dos cabos, do sistema de coleta de dados e da própria estrutura, afim de verificar possíveis avarias ou danos que estes poderiam apresentar, para que estes fossem devidamente avaliados para uma posterior segura e confiável calibração e validação do sistema. A calibração dos lisímetros teve como objetivo estabelecer a relação entre o sinal emitido pela célula de carga (mV) e a oscilação de massa do conjunto, por meio da evapotranspiração, irrigação ou precipitação e drenagem (FARIA et al., 2006). A variação de massa foi obtida com a adição e retirada de sacos plásticos com brita seca ao ar, hermeticamente fechados, de diferentes massas (2,250 kg e 15,750 kg) e pesados em balança de acuracidade de 0,01 g. A metodologia de adição e retirada das massas, bem como toda a metodologia de calibração de lisímetros é conhecida e é descrita por vários autores (FARIA et al., 2006; CAMPECHE et al., 2011; FENNER et al., 2019). Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas de regressão, para obter o coeficiente angular e analisar diferentes modelos de regressão que melhor representa a relação entre a variação das leituras lisimétricas em função das massas-padrões. Para análise dos resultados foi utilizado os seguintes indicadores estatísticos: erro médio absoluto (EMA), Quadrado Médio do Erro (REQM), índice de correlação (r), índice de concordância (d) de Willmott proposto por Willmott et al. (1985) e no coeficiente de confiança ou desempenho (c) proposto por Camargo e Sentelhas (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O modelo linear descreveu adequadamente a relação, tendo em vista o alto coeficiente de determinação acima de 0,99 (Figura 1).

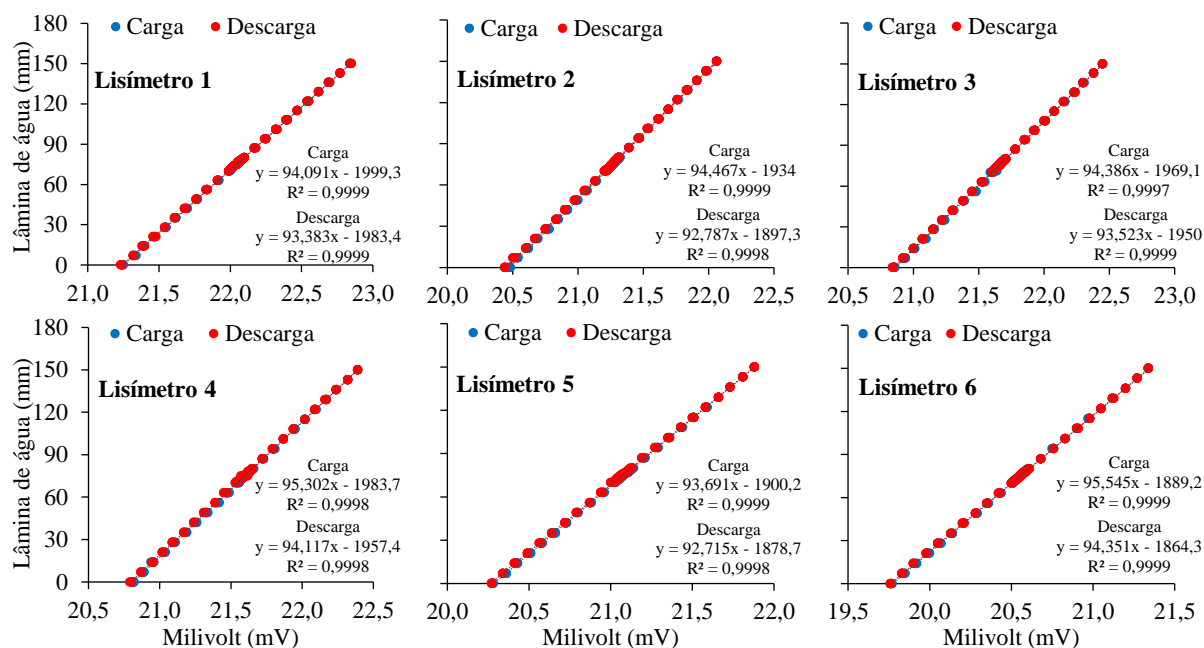


FIGURA 1. Análise de regressão entre tensão (mV) e lâmina de água (mm) para os seis lisímetros testados em operações de carga e descarga.

Verificou-se, ainda, baixa dispersão entre os valores de potencial elétrico registrados pelo datalogger e as cargas aplicadas no lisímetro, com pequenos desvios e baixa histerese. Pode-se observar elevada semelhança de resultados entre os seis aparelhos, confirmando uma ótima calibração dos conjunto lisimétrico. Os erros e os índices calculados para os lisímetros nas operações de carga e descarga podem ser observados na Tabela 1.

TABELA 1. Erro médio absoluto (EAM), Quadrado Médio do Erro (REQM), índice de Willmott (d), índice de correlação (r) e índice de confiança (c).

Lisímetro	Operação	Erro Médio do Erro (REQM)		d	r	c
		equivalente em milímetros				
1	Carga	0,3167	0,3852	0,9974	0,9999	0,9974
	Descarga	0,3386	0,4419	0,9983	0,9999	0,9983
2	Carga	0,3173	0,3956	0,9800	0,9999	0,9799
	Descarga	0,3793	0,5147	0,9990	0,9999	0,9989
3	Carga	0,4398	0,6244	0,9999	0,9999	0,9998
	Descarga	0,2883	0,3777	1,0000	1,0000	0,9999
4	Carga	0,4267	0,5744	0,9141	0,9999	0,9140
	Descarga	0,3680	0,5154	0,9960	0,9999	0,9959
5	Carga	0,2522	0,3175	1,0000	1,0000	0,9999
	Descarga	0,3627	0,4987	0,9929	0,9999	0,9928
6	Carga	0,3040	0,3822	0,9942	1,0000	0,9941
	Descarga	0,3458	0,4104	0,9943	0,9999	0,9942

O erro médio absoluto variou entre 0,2522 a 0,4398, já o quadrado médio do erro variou entre 0,3175 a 0,6244 entre as operações de carga e descarga para os seis lisímetros. As diferenças observadas podem ser resultantes das células de carga, pequenas diferenças na estrutura dos conjuntos de alavancas, pela histerese ou por variações de temperatura (FENNER et al., 2019). Os índices d, r e c permaneceram iguais ou próximos à unidade em todos os lisímetros. Os índices calculados são considerados satisfatórios para este tipo de equipamento, comprovando a precisão das medidas realizadas pelos lisímetros. Para demonstrar a capacidade do lisímetro em monitorar os componentes do balanço hídrico no solo e avaliar o desempenho dos lisímetros no campo, foi analisado a variação temporal dos dados do lisímetro 1 com eventos de irrigação e precipitação em um estudo de coeficiente duplo na cultura do milho (Figura 2).

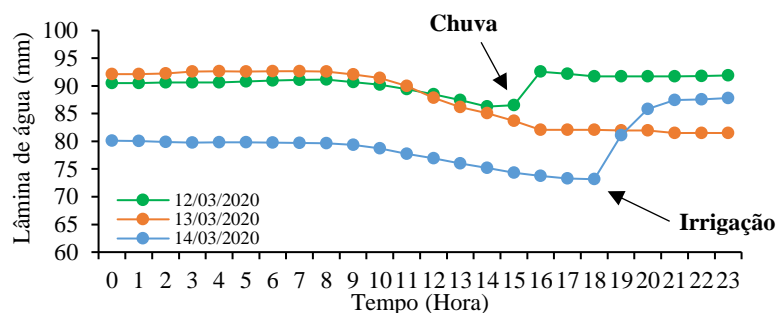


FIGURA 2. Variação horária de lâmina de água equivalente em mm de um dos lisímetros.

A evapotranspiração da cultura foi determinada pelos lisímetros como 3,74, 7,05 e 5,09 mm para os 3 dias estudados, respectivamente. No dia 12/03/2020 ocorreu uma precipitação de 7,37 mm e no dia 14/03/2020, 11,94 mm foram irrigados. Nas condições e lugar onde se encontram, os lisímetros apresentaram acurácia para detecção de mudanças de massa da ordem de 0,1 mm, assim, os lisímetros testados são adequados para estudos de demanda de água, balanço hídrico e calibração de métodos de estimativa de evapotranspiração de culturas agrícolas.

CONCLUSÕES: Os seis lisímetros de pesagem apresentaram coeficientes de determinação acima de 0,99, alta confiabilidade e alta precisão nas medidas. Os lisímetros de pesagem apresentaram sensibilidade suficiente para detecção de mudanças de massa de 0,1 mm, em intervalos de no mínimo uma hora.

AGRADECIMENTOS: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001. Ao Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP).

REFERÊNCIAS:

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements.** FAO - Irrigation and drainage paper 56. Fao. Rome, 1998.
- BARBIERI, J. D.; FREITAS, P. S. L.; DALLACORT, R.; REZENDE, R.; SILVA, A. L. B. R.; FENNER, W.; CARVALHO, M. A. C. Influence of Soil Coverage on Evapotranspiration and Dual Crop Coefficients on Soybean. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 42, n. 6, p. 111-125, 2020.
- CAMPECHE, L. F. M. S.; AGUIAR NETTO, A. O.; SOUSA, I. F.; FACCIOLI, G. G.; SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V. Lisímetro de pesagem de grande porte. Parte I: desenvolvimento e calibração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 519-525, 2011.
- FARIA, R. T; CAMPECHE, L. F. M. S.; CHIBANA, E. Y. Construção e calibração de lisímetros de alta precisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, 237-242, 2006.
- FENNER, W.; DALLACORT, R.; FARIA JUNIOR, C. A.; FREITAS, P. S. L.; QUEIROZ, T. M.; SANTI, A. Development, calibration and validation of weighing lysimeters for measurement of evapotranspiration of crops. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 4, p. 297-302, 2019.
- NASCIMENTO, A. H. C.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C.; DE FRANÇA, Ê. F.; LIMA, N. D. S. Desempenho de um lisímetro de pesagem hidráulica com diferentes sistemas de leitura. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 232-232, 2016.