

Instalação e calibração em campo de dois lisímetros de pesagem na região do Agropólo Assú-Mossoró/RN¹.

V. B. Figueirêdo²; J. F. de Medeiros³

RESUMO

O presente trabalho descreve os procedimentos de instalação e calibração de dois lisímetros de pesagem com dimensões de 1,5 x 1,5 x 1,0 metros, instalados na Fazenda Experimental da UFERSA, Mossoró-RN. Os lisímetros foram instalados sobre balança de precisão com célula de carga, com finalidade de determinar a evapotranspiração das culturas ajustando-se para as condições específicas da região. Os índices utilizados na calibração foram erro-médio (EM), erro máximo absoluto (EMA), quadrado médio da estimativa (RMSE), índice de concordância (d) e índice de desempenho (c). Os resultados mostraram que os dois lisímetros foram bem instalados e que a respostas de peso das massas-padrão foi linear nos dois lisímetros com $r^2 > 0,99$. A sensibilidade dos dois lisímetros foi de 0,278 e 0,276 kg, correspondendo a uma variação de 0,12 mm aproximadamente, sendo que o lisímetro 1 apresentou melhores índices.

Palavras-chave: lisímetro de pesagem, calibrações.

SUMARY

INSTALLATION AND CALIBRATION IN FIELD OF TWO WEIGHING LYSIMETERS IN ASSÚ-MOSSORÓ/RN REGION.

This work describes the installation and calibration of two weighing lysimeters with dimensions of 1,5 x 1,5 x 1,0 meters, in Experimental Farm of the UFERSA, Mossoró-RN. The lysimeters was installed below in platform-type electronic scale with load cell, with purpose of determining the evapotranspiration of crops in conditions specify of the region. The statistical coefficients used in calibration were medium error (EM), absolute maximum error (EMA), square medium estimate (RMSE), agreement index (d) and acting index (c). The results showed that the two lysimeters was well installed and the answers of weight mass amounts was lineal in two lisímetros with r^2 above 0,99. The sensibility of the two lisímetros was of 0,278 and 0,276 Kg, corresponding approximately to a variation of 0,12 mm, and the lisímetro 1 presented better indexes.

Keywords: weighing lysimeter, calibrations.

¹ Parte da Tese de Doutorado do Primeiro Autor e extraído de Projeto de Pesquisa financiado pelo CNPq – Edital Universal.

² Doutorando em Irrigação e Drenagem, FCA/UNESP-SP, CEP 59619-730, Mossoró-RN, Fone: (84) 3318-5036. e-mail: vladedin@fca.unesp.br.

³ Eng. Agr. Doutor, Depto. de Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró-RN.

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração da cultura (ET_c) pode ser determinada por métodos diretos e indiretos. O método direto considerado o mais preciso para a determinação da evapotranspiração (ET) é o que utiliza o lisímetro de pesagem. Por apresentar custos elevados, seu uso tem ficado restrito a instituições de pesquisas, tendo sua utilização justificada na calibração inclusive dos métodos de estimativa da ET utilizados pelos irrigantes, tais como as equações empíricas e o método do tanque classe “A”, quando instalado e operado com os devidos cuidados (Aboukhaled et al., 1982). Os lisímetros são peças fundamentais na determinação da evapotranspiração, pois além de permitirem a sua determinação direta, servem de instrumento de calibração para os métodos empíricos.

Existem vários mecanismos de pesagem, sendo os mais modernos os de células de carga. A exatidão desse sistema vai depender das características da célula de carga e do sistema de armazenamento e processamento dos dados. A sensibilidade da evapotranspiração medida em lisímetros de pesagem está diretamente relacionado com o período de tempo no qual serão feitas as integrações. Valores menores do que 10 a 15 minutos são geralmente impraticáveis. Muitos lisímetros possuem resolução, com aproximações de 0,01mm. Contudo a interferência do vento limita essa sensibilidade em cerca de 0,02mm (Ritchie & Burnett, 1968). A resolução para um intervalo de integração diário (24h) é de 0,1mm. A sensibilidade desejada desse lisímetro pode ser obtida contrabalançando o peso “morto”, ou seja, o peso do dispositivo e o solo seco, mensurando o peso “vivo”, a água contida no solo com escalas de sensibilidade, podendo-se aumentar sua resolução aumentando a área da superfície em relação à profundidade média (Pruitt & Angus, 1960).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a calibração após instalação em campo de dois lisímetros idênticos e compará-los com relação a precisão, acurácia, histerese das medidas realizadas e da estimação dos valores de peso.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dois lisímetros idênticos foram instalados nos meses de dezembro 2004 a fevereiro de 2005 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes localizada em Alagoinha pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, distando 20 km da cidade de Mossoró-RN. Os lisímetros em questão são de pesagem com dimensões de 1,5 x 1,5 m de área e 1,0 m de profundidade útil (dimensões internas), constituído de chapa de aço de 1,5 mm, com uma saída para drenagem localizada ao fundo da caixa. Esta caixa

interna de aço estava em cima de uma balança tipo rodoviária reduzida, a qual por sua vez estava assentada em laje de concreto com espessura de 15 cm. Externamente a esta caixa, foi instalada outra caixa constituída de mesmo material da primeira, ao qual ficou assentada na mesma laje de concreto ficando espaçada da caixa interna de 6,0 cm, entre elas duas, isto é, com dimensões internas de 1,63 x 1,63 cm.

A balança eletrônica utilizada foi da marca Açores, cuja capacidade de peso é de 5000kg. A balança possui uma barra de pesagem, ao qual se ligava ao elemento sensível (célula de carga), para a estimativa da evapotranspiração da máxima da cultura (ET_m). As células de carga utilizadas foram da Alfa Instrumentos modelo SV em que se utilizou a célula de capacidade de 100 kg. Para a instalação do lisímetro foi retirado, manualmente, o solo de uma área de dimensões conhecidas dentro do experimento, em camadas de 25 cm de profundidade. As mesmas foram acondicionadas em lona plástica, tomando-se os devidos cuidados para se retirar e manter separado o solo de cada camada, para depois recolocar na caixa interna segundo as camadas, mantendo as respectivas densidades. Antes de recolocar os solos nas caixas em suas respectivas profundidades, foi colocada uma camada de 5,0 cm de brita fina, e acima da brita uma manta de poliéster, com finalidade de promover a drenagem do solo e evitar entupimentos. É importante salientar que a acomodação do solo dentro do tanque foi realizada com solo seco a fim de evitar a compactação exagerada.

Após a instalação dos lisímetros foi realizada imediatamente a sua calibração, da seguinte maneira: cobriram-se os lisímetros para se evitar as perdas por evaporação e utilizando-se de 20 sacos pesados em balança de precisão de 0,01g com massa-padrão de 2,25 kg, correspondendo a lâminas de 1 mm, fez-se as medidas em ordem crescente e decrescente, isto é, colocando-se e retirando-se o sacos. Para testar a sensibilidade da balança, o mesmo processo foi repetido, mas, com uma massa padrão diferente. Os dados referentes às massas-padrão aplicados e as respectivas leituras da balança do lisímetro foram submetidos à análise de regressão.

As leituras de pesagens dos lisímetros realizadas através da balança pela célula de carga foram feitas automaticamente através do sistema de aquisição de dados, um Datalogger modelo CR23X, da Campbell Scientific. Para demonstrar a calibração foi realizado a análise de características técnicas de acurácia, precisão, linearidade, e histerese da célula de carga, da balança e do conjunto lisimétrico já instalado. Para tanto os coeficientes utilizados foram: para os modelos ajustados foram avaliados segundo regressões lineares, regressões ajustadas à origem, erro-médio (EM), erro máximo

absoluto (EMA), quadrado médio da estimativa (RMSE), índice de concordância (d) e índice de desempenho (c). A precisão foi avaliada pelo coeficiente de correlação (r) que indica o grau de dispersão dos dados em relação à média, ou seja, o erro aleatório. A exatidão esta correlacionada ao afastamento dos valores estimados em relação aos observados. Matematicamente, essa aproximação é dada por um índice designado de concordância (d). Seus valores variam de zero a um, sendo a concordância perfeita pra $d=1$. Todos esses coeficientes podem ser encontrados em Coelho Filho et al. (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de calibração dos dois lisímetros podem ser visto na Figura 1. Observa-se que os dois lisímetros tiveram respostas muito boas com relação ao emprego das massas-padrão, o que pode ser comprovado pelos altos coeficientes de determinação encontrados. Verifica-se que o coeficiente angular dos dois lisímetros está muito próximo, o que sugere que as precisões das medidas devam estar praticamente iguais. Como a precisão das leituras foi de 0,0001, o lisímetro 1 (Lis1) poderá fazer leituras a cada 0,2779 kg de peso adicionado ou retirado do lisímetro, enquanto que o lisímetro 2 (Lis2) a cada 0,2760 kg. Isso implica dizer que os lisímetros terão uma resolução de 0,12 mm aproximadamente cada.

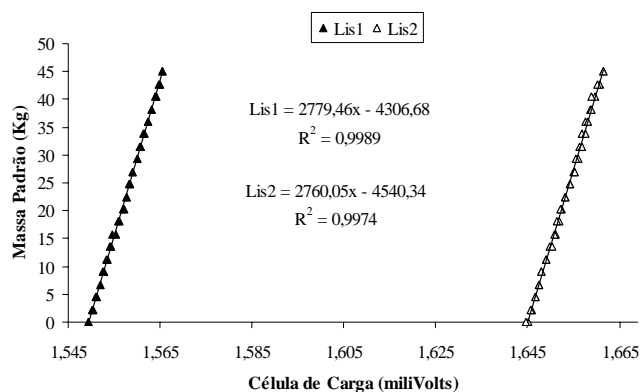


Figura 1. Calibração dos lisímetros: leituras das células de carga de acordo com as massas-padrão utilizadas.

Na Figura 2 observa-se a relação entre a medidas de peso (kg) estimadas pelos modelos da Figura 1 e as massas-padrão utilizadas na calibração, fixando-se o intercepto em zero. O coeficiente angular muito próximo de 1 mostra a acurácia, indicando menores erros sistemáticos e a precisão dos modelos pode ser visto pelos elevados valores dos coeficientes de determinação encontrados, isto é, acima de 99%.

Além das relações encontradas nas Figuras 1 e 2, normalmente sempre se faz necessário o uso de alguns outros indicadores estatísticos (Coelho Filho et al., 2004)

devido a grande importância das medidas lisimétricas, pois são estas medidas que serão usadas na demanda hídrica das culturas. Para tanto, pode ser visto na Tabela 1 os coeficientes estatísticos encontrados para os dois lisímetros. Verifica-se que os valores de r , d e c são muito próximos de 1 o que indica que o modelo adotado na Figura 1 é muito bom.

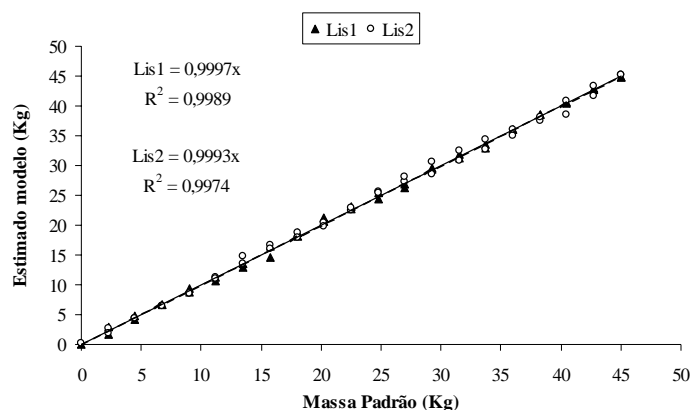


Figura 2. Relação entre os dados de peso estimados pelos modelos e as massas-padrões.

Tabela 1. Performance das duas estruturas lisimétricas.

Coefficientes Estatísticos	Lisímetro 1	Lisímetro 2
r	0,99946	0,99868
d	0,99973	0,99934
c	0,99919	0,99802
RMSE	0,44725 kg	0,69993 kg
EM	0,00062 kg	0,00102 kg
EMA	1,197 kg	1,927 kg

Na Figura 3 pode ser visto os desvios nas leituras realizadas pelos lisímetros para as massas-padrão utilizadas. As retas traçadas nesta figura, que ligam o ponto de máximo e mínimo nos dois lisímetros, nos fornecem a idéia dos erros de linearidade que pode ser obtido pela distância dos pontos a reta. Neste caso, o máximo erro calculado foi de 0,59 kg e 1,02 kg para os lisímetros 1 e 2, respectivamente, correspondendo a 1,3% e 2,3% da faixa de trabalho aqui utilizada, isto é, dentro dos 2,5%, valor este que sempre é preconizado pelos fabricantes.

Também foi verificado o erro por histerese, se fazendo das diferenças entre as leituras feitas em ordem crescente e decrescente de medições das massas-padrão. A maior diferença encontrada foi 0,0007 kg e 0,0008 kg para os lisímetros 1 e 2, respectivamente, isto é 0,0015% e 0,0017% da faixa de trabalho. Estes valores muito baixos, nos leva a dizer que o efeito histerese é praticamente inexistente.

Até agora pode ser visto que o lisímetro 1 apresentou os melhores índices dentre todos os coeficientes analisados, em relação ao lisímetro 2. Mesmo assim, de posse dos valores encontrados pode-se inferir que as medições serão realizadas sem o risco de ocorrer distorções nas leituras obtidas e estimadas em relação ao valor real, isto tanto para o lisímetro 1 quanto para o lisímetro 2.

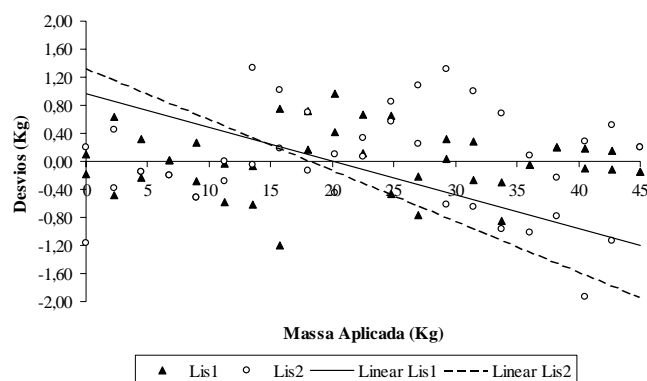


Figura 3. Desvios encontrados nas leituras realizadas pelos lisímetros para as diferentes massas-padrão.

CONCLUSÕES

Os modelos de ajustes encontrados na calibração dos lisímetros podem ser utilizados para a obtenção das diferenças de peso com elevada precisão e acurácia.

O lisímetro 1 apresentou melhor desempenho em comparação com o lisímetro 2 em todos os índices de calibração utilizados. Mesmo assim pode-se utilizar o lisímetro 2, sem que haja problemas de leituras nas diferenças de peso no sistema lisimétrico.

REFRÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. **Lysimeters**. Rome: FAO, 1982. 68p. (FAO Irrigation and Drainage Paper N° 39)
- COELHO FILHO, M. A.; VELLAME, L. M.; COELHO, E. F. SOUZA, C. F. **Instalação e operação de sistemas de aquisição e armazenamento de dados para o monitoramento do sistema solo-água-planta**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 136p.(Documentos n. 143)
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome:FAO, 1977. 194p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24)
- PRUITT, W. O.; ANGUS, D. E. Large weighing lysimeter for measuring evapotranspiration. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 3, n. 2, p. 13-15, 1960.
- RITCHIE, J. T.; BURNETT, E. A precision weighing lysimeter for row crop water use studies. **Agronomy Journal**, Madison, v. 60, p. 545-549, 1968.