

1. INTRODUÇÃO

O manejo adequado da irrigação depende da quantificação precisa do consumo de água pela cultura, o qual, pode ser expresso pela evapotranspiração. Dentre os diversos métodos utilizados para a obtenção da evapotranspiração, destaca-se a lisimetria de pesagem. Esse método consiste na obtenção direta da evapotranspiração pelo balanço de massa de água dentro do sistema. Diversos trabalhos como Allen et al (1991) descrevem o "design", tipo de material e calibrações em lisímetros, sendo que as suas dimensões depende do tipo específico do estudo e principalmente custos envolvido para sua construção.

A calibração do lisímetro é uma das etapas mais importantes durante a implantação do equipamento, pois, calibrações mal feitas levam a interpretações inconsistentes dos valores de evapotranspiração, principalmente quando se trabalha em curtos períodos de tempo. Trabalhos como os de Howell et al. (1995), Schneider et al. (1998) e Silva et al. (1999) reportam a necessidade metodologia de calibração antes do funcionamento do sistema em campo.

O objetivo do presente trabalho foi de calibrar dois lisímetros com dimensões diferentes utilizando-se um sistema de alívio de peso com uma única célula de carga para cada lisímetro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A calibração dos equipamentos foi feita no laboratório de solos do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ/USP, em Piracicaba-SP. Foi utilizado dois lisímetros; o primeiro com 1,6 metro de diâmetro e 0,7 metro de profundidade e o segundo com 0,8 metro de diâmetro e 0,6 metro de profundidade. O material utilizado na confecção dos lisímetros foi o aço carbono com chapas de 4,7 mm de espessura tanto na lateral como no fundo do recipiente metálico. O sistema de pesagem é constituído por um suporte metálico com a finalidade de alívio de peso, sendo que a disposição desse suporte permite uma convergência de parte do peso para o centro do sistema, onde se encontra a célula de carga. O mecanismo de alívio de peso foi primeiramente descrito por Fernandes (1996) e Scatolini (1996), que trabalharam com um sistema de menor capacidade. Neste trabalho usou-se do mesmo princípio de funcionamento só que com um sistema de maior capacidade.

O Lisímetro de 1,6 metros de diâmetro e 0,7 m de profundidade foi calibrado com 30 sacos de brita nº 1 hermeticamente fechado, pesados em uma balança de acuracidade de 0,01g sendo que 20 sacos de 14,7 Kg e 10 sacos de 7,518 kg. O datalogger (CR23X juntamente com um multiplexador de canais diferenciais) foi programado para fazer leituras a cada segundo, com média a cada minuto, usando a instrução P6 e a opção para alta resolução (P78) com input range de 10 mV (precisão de 332 nV). A

célula de carga usada foi da Omega Engineering modelo LCCA 2K, com capacidade total de 907 kg, precisão de 0,0037% e 5000 mV de excitação. Adicionou-se um lastro de brita no lisímetro correspondente à metade do seu volume com finalidade de evitar que a célula de carga trabalhasse no seu extremo inferior da sua capacidade. Inicialmente foi registrado a média da milivoltagem do sistema durante dois minutos sem os sacos de brita, teoricamente descarregado. Após essa medida, foram colocados sacos de brita de 15,03 kg com um período de integração de dois minutos cada, descartando sempre o minuto inicial. Este passo foi repetido até o décimo saco, onde então foram adicionados mais 10 sacos de 7,518 kg cada, sempre 1 a cada dois minutos. A partir desse ponto foram adicionados os 10 sacos de 15,03 kg restantes, atingindo assim a máxima carga de 375,9 kg, ou 150 milímetros. Este mesmo procedimento foi realizado removendo todos os sacos, um de cada vez e na seqüência inversa da adição dos mesmos. A massa adicionada ou retirada foi dividida pela área do lisímetro para expressar a saída de voltagem da célula de carga em equivalente de milímetro de água (mm). Desta maneira, 61 pares de pontos entre milímetros de água e mV foram usados para confecção da curva de calibração.

Para calibração do lisímetro de 0,8 metros de diâmetro e 0,6 metros de profundidade a metodologia adotada foi similar ao usado no lisímetro de 1,6 metros de diâmetro e 0,7 metros de profundidade. A célula de carga usada foi da Omega Engineering modelo LCCA 1K, com capacidade total de 453,5 kg, precisão de 0,0037% e 5000 mV de excitação. Para esse lisímetro foram utilizados um maior número de sacos de diferentes massas, conseqüentemente maiores números de pares de pontos para confecção da curva. A calibração foi feita utilizando 20 sacos de 3,518 kg, 10 sacos de 1,759 kg, 10 sacos de 0,502 kg, 10 sacos de 0,251 kg e 10 sacos de 0,1004 kg, representando 7, 3,5, 1, 0,5 e 0,2 mm, respectivamente. O primeiro passo da calibração consistiu em adição de 10 sacos de 3,518 kg, um de cada vez com 2 minutos de intervalo, em seguida foram colocados mais 10 sacos de 1,759 kg no mesmo espaço de tempo. Esse procedimento foi adotado até que o ultimo saco de 0,1004 kg, quando então foram adicionados os últimos 10 sacos de 3,518 kg, atingindo o peso máximo de 96,48 kg ou 192 mm de equivalente de água. Mais uma vez procedeu-se a retirada dos sacos na ordem inversa da adição dos mesmos. Desta forma foram usados 121 pares de pontos para confecção da curva de calibração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1 estão plotados os valores de saída das células de carga, em milivoltagem (mV) por volt de excitação e o equivalente em milímetros de água para o lisímetro de 1,6 metros de diâmetro e 0,7 metros de profundidade. Verifica-se que o modelo linear descreveu adequadamente a relação, tendo em vista o alto coeficiente de determinação de 0,999. A equação para transformação do sinal da célula de carga em evapotranspiração foi:

$$ET = -394,77 + 330,86 \left(\frac{mV}{V} \right) \quad (1)$$

em que:

ET - Evapotranspiração (mm)
mV/V - Sinal de saída da célula de carga

¹ Doutorando em Irrigação e Drenagem DER/ESALQ/USP. Bolsista FAPESP E-mail: lfsmcamp@esalq.usp.br

² Prof. Associado DER/ESALQ/USP.

³ Doutorando em Irrigação e Drenagem DER/ESALQ/USP. Bolsista CAPES

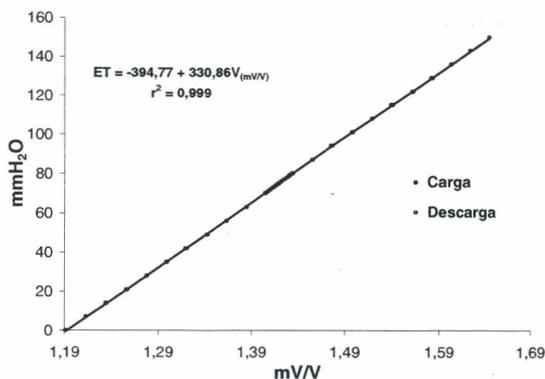


Figura 1 - Resultados de calibração para o lisímetro de 1,6 metros de diâmetro e 0,7 metros de profundidade

Na Figura 2 estão plotados os valores de saída das células de carga, em milivoltagem(mV) por volt de excitação e o equivalente em milímetros de água para o lisímetro de 0,8 metros de diâmetro e 0,6 metros de profundidade. Verifica-se também que o modelo linear descreveu adequadamente a relação entre a saída de sinal da célula de carga e o equivalente em milímetros de água, com alto coeficiente de determinação de 0,997. Estes resultados estão de acordo com Schneider et al (1998) e Howell et al (1995) utilizando metodologia semelhante na calibração. A equação que representa esta relação de saída das células de carga, em milivoltagem(mV) por volt de excitação e o equivalente em milímetros de água foi:

$$ET = -785,41 + 1124,5 \text{ (mV/V)} \quad (2)$$

4. CONCLUSÕES

A metodologia empregada na calibração dos lisímetros foi adequada, obtendo-se um alto coeficiente de determinação na equação de calibração, sendo que o equipamento pode ser utilizado com êxito em estudos de evapotranspiração.

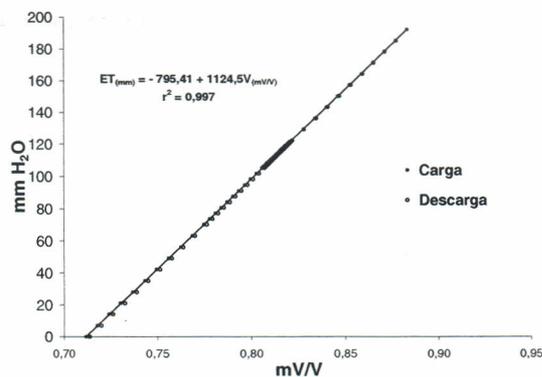


Figura 2 - Resultados de calibração para o lisímetro de 0,8 metros de diâmetro e 0,6 metros de profundidade

5. REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; HOWELL, T. A.; PRUITT, W. O. et al. Lysimeter for Evapotranspiration and Environmental Measurements. 1 ed. Honolulu, Hawaii: ASCE, 1991. 444p.
- FERNANDES, A. L. T. Monitoramento da cultura de crisântemo em estufa através do uso de lisímetro e estação agrometeorológica automatizados. Piracicaba, 1996, 96p Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo.
- HOWELL, T. A.; SCHNEIDER, A. D.; DUSEK, D. A.; MAREK, T. H.; STEINER, J. L. Calibration and scale performance of Bushland weighing lysimeters. **Transactions of the ASAE**, v 38 n° 4, p 1019-1024. 1995.
- SCHNEIDER, A. D.; HOWELL, T. A.; MOUSTAFA, A. T.; EVETT, S. R.; ABOUD-ZEID, W. A simplifield weighing lysimeter for monolithic soil or reconstructed soils. **Transactions of the ASAE**, v14 n°3, p 267-273. 1998.
- SCATOLINI, M. E. Estimativa da evapotranspiração da cultura de crisântemo em estufa a partir de elementos meteorológicos. Piracicaba, 1996. 71 p. Dissertação (Mestrado) -Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo.
- SILVA, F. C.; FOLEGATTI, M.V.; MAGIOTTO, S. R. Análise do funcionamento de um lisímetro de pesagem com célula de carga. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 1, p.53-58, Jan.-Jun. 1999.