

TESTE DE UM MICROLISÍMETRO PARA MEDIÇÃO DA EVAPORAÇÃO DO SOLO

DANILTON L. FLUMIGNAN¹, ROGÉRIO T. DE FARIA²

¹Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia – UEL, Área de Engenharia Agrícola – IAPAR, Rod. Celso Garcia Cid, km 375, Três Marcos, Cx. Postal 481, 86001-970, Londrina – PR, Fone: (0xx43) 3376-2252, daniltonlf@pop.com.br. ²Eng. Agrônomo, PhD, Pesquisador da Área de Engenharia Agrícola – IAPAR, Londrina, PR.

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

RESUMO: A quantificação da evaporação do solo é requerida em estudos de balanço hídrico de culturas e em aplicações que visam aumentar a eficiência de uso de água pelos cultivos. O objetivo desse trabalho foi testar um modelo de microlisímetro (ML) para medir a evaporação em condições de solo nu irrigado e não irrigado. Os ML foram construídos usando estrutura dupla de tubos de PVC rígido, medindo 100mm de diâmetro, 150mm de comprimento e 2,5mm de espessura da parede. Quatro repetições de ML foram instaladas uniformemente distribuídas sobre dois lisímetros de pesagem de alta precisão, instalados no Iapar, em Londrina, PR. Os lisímetros tinham dimensões de 1,4 m de largura, 1,9 m de comprimento e 1,3 m de profundidade, e foram preenchidos com solo nu sob irrigação e sem irrigação. A evaporação medida nos ML (E_{ML}) foi comparada com as medidas nos lisímetros (E_L), durante quatro períodos durante o ano. As diferenças entre E_{ML} e E_L foram mínimas para condições de baixa e elevada demanda atmosférica, indicado que o modelo de ML testado neste trabalho é adequado para medir evaporação em condições de solo nu irrigado e não irrigado.

PALAVRAS-CHAVE: Balanço hídrico, lisímetro, água no solo

TEST OF A MICROLYSIMETER FOR MEASUREMENT OF SOIL EVAPORATION

ABSTRACT: Quantifying soil evaporations is required on studies of soil water balance and applications aiming to improve water use efficiency by crops. The performance of a microlysimeter (ML) to measure bare soil evaporation under irrigation and non-irrigation was evaluated. The ML was constructed by double PVC tubes of 100mm diameter, 150mm length and 2.5mm wall width. Four ML replicates were uniformly installed on two weight lysimeters filled by bare soil under irrigation and non-irrigation, installed at Iapar, in Londrina, PR, Brazil. The lysimeters had 1.4 m width, 1.9 m length and 1.3 m depth. Evaporation measurements by ML (E_{ML}) were compared with measurements by lysimeters (E_L) during four periods in different times of year. The differences between E_{ML} and E_L were small either for low or high atmospheric demand, which indicates that ML tested here are suitable for measurement of bare soil evaporation under irrigation and non-irrigation.

KEY-WORDS: Soil-water balance, lysimeters, soil water

INTRODUÇÃO: A evaporação constitui um importante componente do balanço hídrico do solo que corresponde à parcela da evapotranspiração não utilizável para a produtividade da cultura (ALLEN, 1990). De acordo com BOND & WILLIS (1970), a evaporação da água no solo pode ser descrita em dois estádios: o estádio 1, no qual o solo encontra-se úmido e a evaporação é governada pela demanda da atmosfera, e o estádio 2, no qual a evaporação é governada pela resistência ao fluxo de água no solo, que aumenta com o secamento da camada superficial do solo, fazendo com que a taxa de evaporação se torne uma porção decrescente da demanda atmosférica. A evaporação assume valores expressivos em situações de solo descoberto ou quando a cultura cobre parcialmente o solo (BOAST & ROBERTSON, 1982). Sua quantificação é requerida em estudos de balanço hídrico e em aplicações que visam aumentar a eficiência de uso de água pelos cultivos. Pode ser medida ou estimada de diferentes formas, dentre as quais destaca-se a medição por microlisímetros (ML) (BOAST & ROBERTSON, 1982). Os ML são constituídos de pequenos tubos preenchidos com solo de estrutura intacta (EVETT et al., 1995), instalados ao nível do solo e pesados periodicamente para medição da evaporação pela diferença da variação de massa no período. Até o momento, alguns trabalhos foram realizados visando desenvolver ML para medir evaporação em condições de solo nu ou cultivado, sendo os mais conhecidos os tipos apresentados por BOAST & ROBERTSON (1982), ALLEN (1990) e EVETT et al. (1995). O objetivo deste trabalho foi testar um modelo de ML para medir a evaporação em condições de solo nu irrigado e não irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná, em Londrina, PR (latitude 23°18'S, longitude 51°09'W e altitude de 585 m). O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 1999) e o clima é do tipo sub-tropical úmido (Cfa), segundo a classificação de Köppen (IAPAR, 1994). Os ML foram construídos usando estrutura dupla de tubos de PVC rígido, com uma estrutura interna medindo 100 mm de diâmetro interno, 150 mm de comprimento e 2,5 mm de espessura da parede, com uma das bordas chanfradas para facilitar a penetração no solo (Figura 1a). A estrutura externa constituiu de um envoltório em forma tubular feito de lâmina de PVC de 110 mm de diâmetro, 150 mm de comprimento e 2,5 mm de espessura da parede (Figuras 1a e b). O tubo interno do ML foi preenchido com monolito de solo, obtido por sua penetração no perfil por meio de leves golpes de marreta em uma pequena placa de madeira, posicionada no lado oposto da borda chanfrada, até que a superfície do solo interna ficasse a 0,5 cm do nível do tubo. Para facilitar a penetração, as paredes do tubo foram lubrificadas com óleo. Depois de instalado, o tubo foi removido com o auxílio de um extrator metálico com diâmetro interno de 115 mm e comprimento de 150 mm, tomando-se cuidado para preservar a estrutura do solo extraído e remanescente. Em seguida, limpou-se a superfície externa e vedou-se o fundo do tubo com tampa plástica e fita crepe para evitar a drenagem. A instalação foi completada pela instalação do tubo externo do ML no local de onde foi extraído o monolito, após preencher o fundo da abertura com uma camada de aproximadamente 0,2 cm de casca de arroz, para evitar o contato do tubo interno com o solo. Quatro ML foram instalados uniformemente distribuídos sobre cada um dos dois lisímetros de pesagem de alta precisão, contendo solo nu sob irrigação e sem irrigação. Os lisímetros de pesagem foram instalados e calibrados por FARIA et al. (2006), constituem de tanques metálicos com dimensões de 1,4 m de largura, 1,9 m de comprimento e 1,3 m de profundidade, preenchidos com solo do local e colocado ao nível do solo sob balança constituída de um sistema de alavancas para redução de massa. Podem detectar variação de massa de 0,1 mm em intervalos de até 1 h, medida por célula de carga que emite sinais elétricos com sensibilidade de $2 \pm 10\% \text{ mV V}^{-1}$ e acuracidade de 0,02% do fundo de escala. O sinal elétrico de saída da célula de carga é armazenado em um

sistema de aquisição e armazenamento de dados para posterior transferência para um módulo de memória ou computador. Os valores de evaporação medidos pelos lisímetros (E_L) foram comparados com as médias dos quatro valores de evaporação medidos pelos ML (E_{ML}), durante quatro diferentes períodos (07/06 a 10/06/05, 20/09 a 23/09/05, 31/01 a 03/02/06 e 16/05 a 19/05/06). As medidas de E_{ML} foram obtidas por variação de massa dos ML, determinada diariamente aproximadamente às 17 horas, utilizando balança de precisão de 1 mg e capacidade para 2 Kg (Figura 2c). Antes das pesagens, os ML foram sempre limpos por fora para certificar que não houvesse material agregado. Determinou-se também a evapotranspiração de referência (E_{To}) pelo método Penman-Monteith horário (WALTER et al., 2000), utilizando o programa REF-ET (ALLEN, 2000), alimentado com dados horários da estação meteorológica do Sistema Meteorológico do Paraná, instalada ao lado do experimento. A irrigação do lisímetro irrigado foi realizada entre 1 e 12 horas antes da instalação dos ML, aplicado-se água em toda a superfície do lisímetro com um regador plástico.



Figura 1. Microlisímetro instalado (A), detalhe da estrutura externa (B) e pesagem (C).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O tratamento irrigado apresentou E_{ML} próxima de E_{To} no dia da aplicação de água e brusca redução nos dias subsequentes, em todos os períodos analisados (Figura 2b). Conseqüentemente o fluxo de evaporação demandado pela atmosfera pôde ser suprido pelo solo úmido por período de um dia ou menos, correspondendo ao estágio 1 descrito por BOND & WILLIS (1970). O decréscimo de umidade na camada superficial do solo aumentou a resistência ao fluxo de evaporação, ocorrendo o estágio 2 de evaporação. Os valores de E_{ML} foram expressivamente inferiores no tratamento não irrigado, pelo menos até o terceiro ou quarto dia após a irrigação, quando as medidas se tornaram próximas (Figura 2a e b). Como exemplo, no Período 4 os valores de E_{To} situaram-se em torno de $2,74 \text{ mm dia}^{-1}$ (Figura 2), sendo que, no primeiro dia de avaliação, a evaporação no tratamento irrigado (Figura 2b) foi bastante próxima de E_{To} , tanto para a medida pelo lisímetro ($3,02 \text{ mm dia}^{-1}$) quanto para a medida pelo ML ($3,36 \text{ mm dia}^{-1}$), indicando o atendimento de aproximadamente 100% da demanda atmosférica. Nos dias subsequentes, devido ao secamento da superfície do solo, a evaporação decresceu exponencialmente até valores próximos de 40% de E_{To} no último dia ($1,12 \text{ mm dia}^{-1}$ para E_{ML} e $1,06 \text{ mm dia}^{-1}$ para E_L). Para o tratamento não irrigado (Figura 2a), como a superfície do solo se encontrava seca, a evaporação foi bastante baixa em todo o Período 4, resultando em valores de E_{ML} e E_L de $0,47$ e $0,54 \text{ mm dia}^{-1}$, correspondentes a 17,5 e 20,1% de E_{To} . A comparação entre E_{ML} e E_L mostrou que os maiores desvios foram de apenas $0,29 \text{ mm}$ para o tratamento não irrigado e $0,33 \text{ mm}$ para o tratamento irrigado no Período 4. No Período 1, que foi outro período de baixa demanda atmosférica, essa diferença foi de $0,24$ e $0,14 \text{ mm}$ para os tratamentos não irrigado e irrigado, respectivamente. Sob alta demanda atmosférica (Período 3), E_{To} variou entre $4,4$ e $6,1 \text{ mm dia}^{-1}$, enquanto que as diferenças máximas entre E_{ML} e E_L foram também baixas, correspondendo a $0,13$ e $0,27 \text{ mm}$ no tratamento não irrigado e irrigado, respectivamente. Em condições de demanda atmosférica variável (Período 2), E_{To} decresceu

de cerca de 4 mm dia^{-1} para cerca de 2 mm dia^{-1} após a ocorrência de chuva. Nesse período as diferenças máximas entre E_{ML} e E_L foram pequenas, correspondendo a 0,26 e 0,57 mm para o tratamento não irrigado e irrigado, respectivamente.

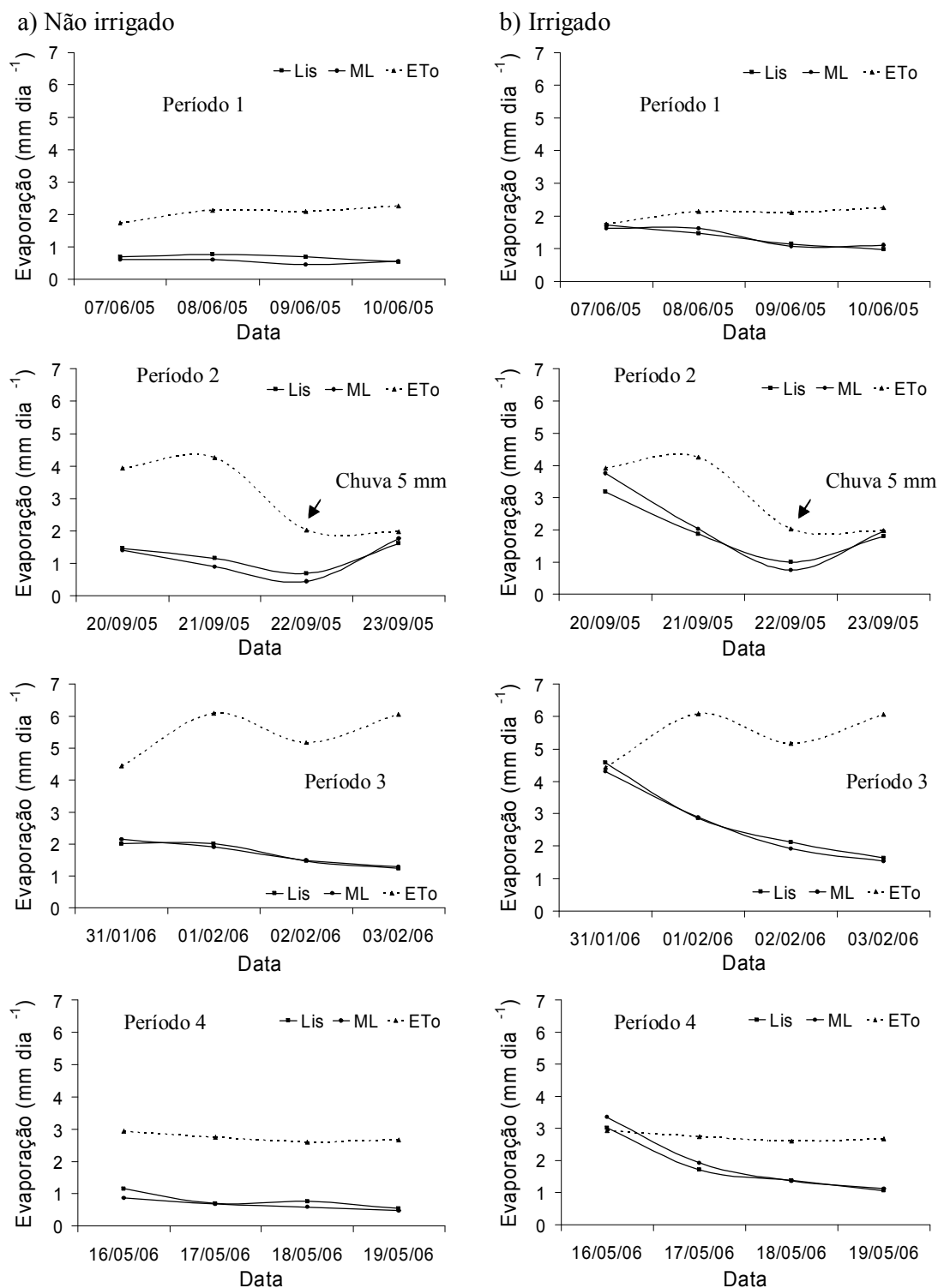


Figura 2. Evapotranspiração de referência (E_{To}) e evaporação do solo medida por lisímetros (Lis) e microlisímetros (ML) em tratamentos não irrigado (a) e irrigado (b), durante quatro períodos, em Londrina – PR.

CONCLUSÕES: O sistema de ML testado neste trabalho foi adequado para medir a evaporação em condições de solo nu irrigado e não irrigado, sob baixa e elevada demanda atmosférica.

AGRADECIMENTOS: Ao Técnico Agrícola do Iapar, José Carlos da Silva pelo apoio nos trabalhos de campo e laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALLEN, R. G. **REF-ET: Reference evapotranspiration calculation software**. Version 2.0. Moscow: University of Idaho, 2000. 82p.

ALLEN, S. J. Measurement and estimation of evaporation from soil under sparse barley crops in northern Syria. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 49, n. 4, p. 291-309, 1990.

BOAST, C. W.; ROBERTSON, T. M. A “micro-lysimeter” method for determining evaporation from bare soil: description and laboratory evaluation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, 46, n. 4, p. 689-696, 1982.

BOND, J. J.; WILLS, W. O. Soil evaporation: first stage drying as influenced by surface residue and evaporation potential. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 34, n. 6, p. 924-928, 1970.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1999. 412 p.

EVETT, S. R.; WARRICK, A. W.; MATTHIAS, A. D. Wall material and capping effects on microlysimeter temperatures and evaporation. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 59, n. 2, p. 329-336, 1995.

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

IAPAR. **Cartas climáticas do estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1994. 49 p. (Documento, 18).

WALTER, I. A. et al. ASCE's standardized reference evapotranspiration equation. In: NATIONAL IRRIGATION SYMPOSIUM, 4., 2000, Phoenix, AZ. **Proceedings...** Phoenix: American Society of Agricultural Engineers, 2000.