

# **DESEMPENHO DE UM LISÍMETRO DE DRENAGEM SIMPLIFICADO PARA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET<sub>0</sub>), EM COMPARAÇÃO COM O MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH<sup>1</sup>**

**SOUZA, J. A. A.<sup>2</sup>; JESUS, N. A.<sup>3</sup>; AMARAL, A. M.<sup>4</sup>**

**RESUMO:** O adequado manejo de irrigação está centrado na estimativa da água disponível no solo e na demanda hídrica da cultura. O método padrão para determinação da ET<sub>0</sub>, segundo a FAO, é o de Penman–Monteith (PM). Com este trabalho, objetivou-se avaliar o desempenho de um lisímetro de percolação simplificado para determinação da ET<sub>0</sub>, em comparação com PM. Os dados climáticos foram coletados de uma estação meteorológica automática do Campus Januária do IFNMG. Foram construídos quatro lisímetros, dividindo-se ao meio dois tambores de PVC de 240 L. Estes foram dotados de uma estrutura de drenagem e preenchidos com o solo do local onde foram instalados e cultivados com grama. Entre 14/05 e 14/06/2008, os lisímetros foram irrigados, diariamente, com uma lâmina de água superior à ET<sub>0</sub> determinada por PM, de forma de garantir a ocorrência de drenagem. A evaporação real média (ERM) foi obtida subtraindo-se a lâmina drenada da lâmina aplicada. Os valores diários e a média final da ERM foram comparados com os valores diários e a média final da ET<sub>0</sub> estimados pelo método de PM. Concluiu-se que a ERM superestimou a ET<sub>0</sub> estimada por PM e apresentou boa correlação com o método PM para estimativa da ET<sub>0</sub>.

**PALAVRAS-CHAVE:** manejo de irrigação, necessidade hídrica, dados climáticos

## **PERFORMANCE OF A SIMPLIFIED DRAINAGE LYSIMETER TO DETERMINATE THE EVAPOTRANSPIRATION OF REFERENCE (ET<sub>0</sub>), COMPARED WITH THE METHOD OF PENMAN-MONTEITH**

**SUMMARY:** The proper irrigation management is focused on the estimation of available water in soil and water demand of the crop. The standard method for determining the ET<sub>0</sub>,

---

<sup>1</sup>Extraído do Trabalho de Conclusão de Curso do segundo autor.

<sup>2</sup>Professor Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG), Campus Januária. Faz. São Geraldo, S/N, Caixa Postal 97, CEP 39.480-000. Januária, MG. Fone: (038) 9988-1839. E-mail: [albertojanaua@gmail.com](mailto:albertojanaua@gmail.com).

<sup>3</sup>Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, IFNMG, Campus Januária.

<sup>4</sup>Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Professor, IFNMG, Campus Januária.

according to FAO, is the Penman-Monteith (PM). This study aimed to evaluate the performance of a simplified lysimeter of percolation to determine the  $ET_0$ , compared with PM. The climatic data were collected from an automatic meteorological station of the Januária Campus of the IFNMG. Four lysimeters were constructed dividing by the middle two drums of PVC with 240 L content. These were equipped with a drainage structure and filled with soil from the place where they were placed and its tilled with grass. From 14/05/08 to 14/06/2008, the lysimeters were irrigated daily with a depth larger than  $ET_0$  determined by PM in order to ensure the occurrence of drainage. The actual average evaporation (ERM) has been obtained subtracting the depth drained from the depth applied. Daily values and the final average of ERM values were compared with daily values and the final average of  $ET_0$  estimated by PM. It was concluded that the ERM overestimated  $ET_0$  estimated by PM and presented good correlation with the PM method for estimation of  $ET_0$ .

**KEYWORDS:** irrigation management, water demand, climatic data

## INTRODUÇÃO

O crescimento da população fez aumentar a demanda por alimentos. Atender a este aumento implica em aumento da área cultivada, com grande pressão sobre o meio ambiente, ou aumento da produtividade, sem aumento de área explorada. Dentre as várias formas de aumento da produtividade, a irrigação é um dos métodos mais eficazes. Entretanto dada à grande necessidade de água para irrigação, há pressão da sociedade para aumento da eficiência dos sistemas de irrigação, com o objetivo de economia do uso de água.

O adequado manejo de irrigação, além de economia de água, implica em redução dos custos, aumento da produtividade e melhor qualidade dos produtos colhidos. Ele baseia-se na estimativa da água disponível no volume explorado pelas raízes da cultura e na demanda hídrica em determinado período. Por sua vez, a demanda hídrica da cultura é função da evapotranspiração da cultura de referencia ( $ET_0$ ). A  $ET_0$  é a transpiração da cultura somada à evaporação da água no solo, podendo ser avaliada por métodos diretos e indiretos.

Dentre as metodologias para a estimativa da  $ET_0$ , o método de Penman-Monteith (PM) é recomendado pela FAO 56 (Allen et al., 1998) como padrão. Este emprega vários dados climatológicos, o que confere maior precisão ao método, porém dificulta a sua utilização, devido à impossibilidade da obtenção desses dados por grande parte dos produtores rurais. O uso de métodos mais simples, como o de Blannet e Criddle, o qual exige apenas dados de temperatura média do ar, também é pouco utilizado devido à baixa

precisão. Alternativamente, o consumo de água pode ser determinado pelas variações na umidade do solo, que pode ser determinada diretamente (Método Padrão de Estufa) ou indiretamente (tensiometria, métodos eletrométricos) (Bernardo et al., 2006).

A evapotranspiração pode ser determinada por meio de lisímetros, a qual está diretamente relacionada com o período de tempo no qual ocorre a avaliação da evapotranspiração. Apesar da precisão, os lisímetros de pesagem têm custo elevado, muitas vezes impossibilitando sua utilização (Ritchie & Burnett, 1968 apud Silva et al., 1999).

Os lisímetros de área inferior a 2 m<sup>2</sup>, são bastante utilizados em pesquisas para estimar a evapotranspiração das culturas, pois além de serem mais facilmente construídos, os custos também são menores que os de pesagem. O princípio de funcionamento desses é o mesmo do balanço hídrico de campo. Para obter a evapotranspiração por este método realiza-se um balanço entre as contribuições da precipitação, irrigação e da variação no armazenamento de água no solo, e subtrai-se a drenagem e o escoamento superficial. É necessária uma cuidadosa medição da umidade do solo e determinação dos potenciais de água para determinação dos fluxos de água no perfil de solo para obtenção de bons resultados (Faria et al., 2006).

A precisão de determinada metodologia simplificada pode ser melhorada pela correlação entre a referida metodologia e o padrão FAO (PM), dessa forma um fator de correção é adicionado à metodologia melhorando a sua precisão (Mantovani *et al.*, 2006).

O objetivo do presente trabalho foi determinar o desempenho de um lisímetro de drenagem simplificado para determinação da ET<sub>0</sub>, em comparação com os valores estimados pelo método de Penman–Monteith, obtendo-se um fator de correlação com o mesmo, que permita o uso dos lisímetros simplificados para manejo de irrigação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa foi conduzida numa área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Januária (IFNMG), entre 14 de maio e 14 de junho de 2008. Os dados meteorológicos foram coletados na estação meteorológica automática pertencente ao IFNMG.

Foram construídos quatro lisímetros, nos quais foi cultivada grama. Os lisímetros, com 46 cm de altura e 58 cm de diâmetro, foram confeccionados a partir de tambores de PVC de 240 L, divididos ao meio. Em cada lisímetro foi instalado, na parte inferior, um

dreno para coleta do excesso de água aplicado. Estes lisímetros foram instalados devidamente nivelados na horizontal e na vertical. Para facilitar a drenagem, foi colocada uma camada de 5 cm de brita nº 1, uma camada de 5 cm de brita nº 0 e uma camada de 2 cm de areia. Os lisímetros foram preenchidos com o solo da área experimental (Latossolo vermelho, amarelo), até 5 cm da borda superior.

A grama foi plantada, e após seu estabelecimento, o solo foi irrigado até ocorrer drenagem. A partir de então, se iniciaram as determinações de umidade do solo, em cada lisímetro, pelo método padrão de estufa, com o objetivo de monitorar-se a umidade do solo, verificando-se se as mesmas se mantinham com valores próximos diariamente, cujo valor deveria ser a capacidade de campo do solo dos lisímetros. A umidade média diária (UM) foi obtida com a média da umidade diária dos quatro lisímetros.

Diariamente, determinou-se o volume drenado após cada irrigação e coletaram-se os dados climáticos. O volume a ser aplicado diariamente foi estimado, determinando-se, inicialmente, a  $ET_0$  pelo método PM, em  $mm\ dia^{-1}$ . O volume evapotranspirado foi obtido, multiplicando-se a  $ET_0$  pela área do lisímetro. Aplicava-se o dobro desse volume, de forma a propiciar excesso a ser drenado. Não houve precipitação no período.

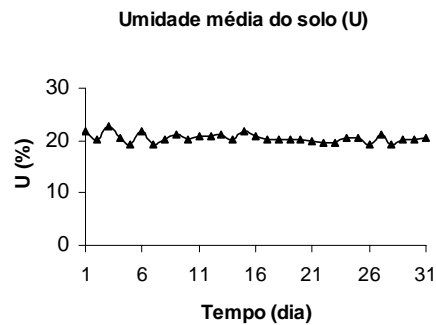
A evapotranspiração real média (ERM) foi obtida através do balanço hídrico. Subtraindo-se o volume diário drenado do volume diário aplicado, tem-se o volume diário evapotranspirado, uma vez que o sistema é fechado e só havia uma entrada (água aplicada) e duas saídas (água drenada e água evapotranspirada). Dividindo-se o volume evapotranspirado pela área do lisímetro, obteve-se a lâmina evapotranspirada. A ERM foi a média das lâminas evapotranspiradas nos quatro lisímetros.

Os dados obtidos foram submetidos a tratamento estatístico, com o objetivo de determinar o desempenho do ERM quando comparado com PM. Os resultados foram submetidos à análise de regressão linear, obtendo-se um ajuste da ERM ao PM.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

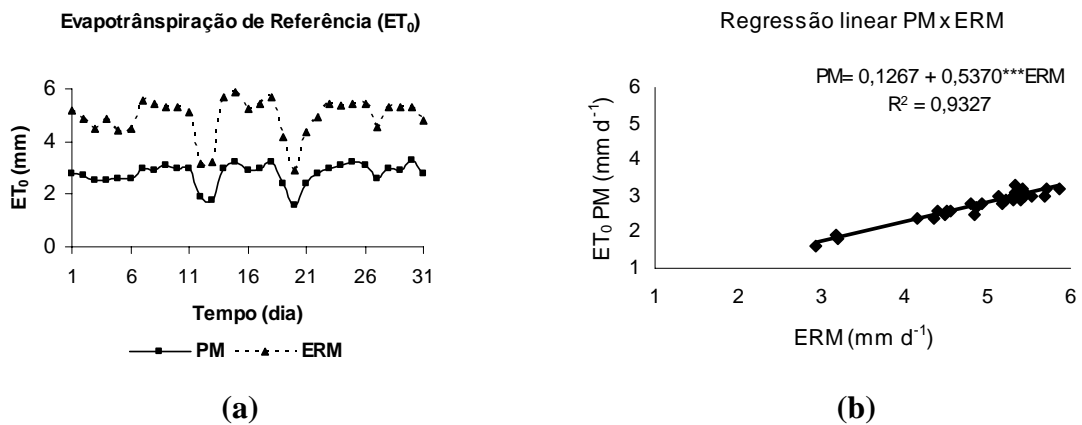
Os resultados médios foram  $2,8\ mm\ dia^{-1}$ ,  $4,9\ mm\ dia^{-1}$  e 20,5%, para PM, ERM e UM, respectivamente. Na Figura 1, apresenta-se a variação diária da UM.

A UM do solo teve um desvio padrão igual a 0,8. Este valor baixo (3,8% em relação à média) indica que o solo esteve sempre próximo à capacidade de campo, cujo valor deve ser próximo ao da Um. Esta é uma das premissas do conceito de  $ET_0$ .



**Figura 1:** Umidade média do solo, obtida pelo Método Padrão de Estufa, média dos quatro lisímetros, entre 14 de maio a 14 de junho de 2008.

Na Figura 2a, apresenta-se a comparação entre os valores diários da PM e da ERM no período estudado e na Figura 2b, a análise de regressão linear entre estes.



\*\*\* Significativo ao nível de 0,1% de probabilidade pelo teste t.

**Figura 2:**  $ET_0$  determinada pelo método de Penman-Monteith (PM) e a evapotranspiração real média (ERM), determinada com lisímetro, de 14/05 a 14/06/2008 (a) e a regressão linear entre PM e ERM (b), no mesmo período.

A ERM superestimou em  $2,1 \text{ mm dia}^{-1}$  a  $ET_0$  quando comparada a PM. No entanto, quando se observa a variação ERM no período, nota-se bom ajuste entre PM e ERM. Observando-se a Figura 2a, percebe-se que, embora os valores diários da ERM tenham sido sempre superiores a PM, há simetria entre as curvas dos dois métodos, refletindo-se na equação de regressão linear entre os valores obtidos pelos dois métodos (Figura 2b), a qual foi estatisticamente significativa ao nível de 0,1% de probabilidade, pelo teste “t”, e obteve um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) muito alto, igual a 0,9327. Esta boa correlação entre os métodos permite considerar o uso deste tipo de lisímetro para manejo de irrigação, quando não se dispuser de dados climáticos suficientes para utilização do método PM, uma vez que sua construção e utilização são muito simples e seu uso pode ser acessível a qualquer produtor rural. Sendo assim, utilizando-se a equação de ajuste sobre os dados obtidos com o

lisímetro, pode-se obter uma aproximação da  $ET_0$  de PM. No entanto, mais estudos são necessários para se identificar corretamente a razão da superestimação da  $ET_0$  pela ERM. O conceito de lisímetro padrão para determinação de  $ET_0$  considera dimensões mínimas, bordadura de tamanho adequado, instalado ao nível do solo. Estas premissas visam evitar o efeito oásis, no qual o vento seco e quente, proveniente da área de solo nu e seco, ao passar sobre lisímetro, aumentaria a evapotranspiração. Estas condições não foram consideradas neste estudo, uma vez que o objetivo foi avaliar uma ferramenta de manejo de irrigação que fosse o mais simples possível. A superestimação da ERM pode ter sido em razão do efeito oásis ou o coeficiente de cultura da grama superior à unidade. Sendo assim, faz-se necessário um estudo mais aprofundado, por um período de tempo maior, onde se possa inferir com precisão o efeito oásis, considerando-se, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento.

## CONCLUSÕES

- A evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) estimada pelo método do balanço hídrico (ERM) superestimou a  $ET_0$  estimada pelo método de Penman-Monteith.
- O método ERM apresentou boa correlação com o método PM para estimativa da  $ET_0$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allen, R.G.; *et al.* Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56). Disponível em: [www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm](http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm). Acesso em: 11 maio. 2008.

Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. *Manual de Irrigação*. 8 ed. Viçosa: Editora UFV. 2006. 625p.

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.

Mantovani, E. C.; Bernardo, S.; Palaretti, L. F. *Irrigação Princípios e Métodos*. Viçosa: Editora UFV. 2006. 318p.

Silva, F.C.; Folegatti, F.C.; Maggiotto, S.R.; Análise de funcionamento de um lisímetro de pesagem com célula de carga. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 53-58, 1999.