

# USO DO IRRIGÂMETRO NA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ET<sub>0</sub>) PARA AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO PLANALTO DE VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

CRISTIANO TAGLIAFERRE<sup>1</sup>, LUCAS C. SANTOS<sup>2</sup>, CLÁUDIA S. SILVA<sup>3</sup>, DIOGO U. GUIMARÃES<sup>4</sup>, IZAULTO J. SANTOS NETO<sup>5</sup>, FELIZARDO. A. ROCHA<sup>6</sup>; ALESSANDRO DE PAULA<sup>7</sup>; FLÁVIA M. BARROS<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Dep. de Engenharia Agrícola e Solos - DEAS, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. UESB/Vitória da Conquista/BA. (77) 3424 8650. Email: tagliaferre@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Mestrando do Programa de Irrigação e Drenagem UNESP/Botucatu Email: lucas.cs21@gmail.com

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Mestrando do programa de Agronomia UESB/Vitória da Conquista-BA. Email: kalvca@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Graduando do curso de Agronomia UESB/Vitória da Conquista-BA. Email: diogoulisses1@hotmail.com

<sup>5</sup>Eng. Agrônomo, Mestrando do programa de Agronomia UESB/Vitória da Conquista-BA. Email: neto-pma10@hotmail.com

<sup>6</sup>Eng. Agrícola, Prof Adjunto do IFET-BA de Vitória da Conquista. Email: felizardoar@yahoo.com

<sup>7</sup>Eng. Florestal, Prof. Assistente, Dep. de Engenharia Agrícola e Solos da UESB/Vitória da Conquista. Email:

depaula.alessandro@gmail.com

<sup>8</sup>Eng. Agrônoma, Prof. Assistente do Dep. Estudos Básicos e Instrumentais

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011  
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

**RESUMO:** Objetivou-se com este estudo determinar as alturas dos níveis de água no evaporatório do Irrigâmetro para obter os seus coeficientes e estimar diretamente a evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>) para as condições climáticas da região do planalto de Vitória da Conquista – BA. O experimento foi montado num delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Para cada tratamento foi determinado um coeficiente médio para o Irrigâmetro, denominado K<sub>I</sub>, calculado pela relação entre a evapotranspiração estimada no Irrigâmetro (ET<sub>I</sub>) e a evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), obtida pelo método de Penman-Monteith – FAO 56. Os resultados obtidos mostram que houve um aumento da evapotranspiração obtida no Irrigâmetro com o aumento do nível de água dentro do evaporatório. O uso do Irrigâmetro para estimar a ET<sub>0</sub>, nas condições climáticas do Planalto de Vitória da Conquista-BA, deve ser operado com nível de água dentro do evaporatório igual a 5,2 cm. Diante disso, o Irrigâmetro se mostrou ajustado, e com bom desempenho para as condições deste estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Irrigação, Manejo da Irrigação, Variáveis Climáticas

## USE OF IRRIGAMETER IN THE ESTIMATE OF THE EVAPOTRANSPIRATION OF REFERENCE (ET<sub>0</sub>) FOR THE CONDITIONS OF PLATEAUS OF VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

**ABSTRACT:** The objective of this study to determine the heights of water levels in the evaporatory Irrigameter to obtain their coefficients and directly estimate the reference evapotranspiration (ET<sub>0</sub>) for the climatic conditions in the plateau region of Vitoria da Conquista – Bahia, Brazil. The experiment was a completely randomized design with five treatments and three replications. For each treatment was given an average coefficient for the Irrigameter called K<sub>I</sub>, calculated as the ratio of estimated evapotranspiration in Irrigameter (ET<sub>I</sub>) and reference evapotranspiration (ET<sub>0</sub>), obtained by the Penman-Monteith - FAO 56. The results show that an increase in evapotranspiration Irrigameter obtained by increasing the water level inside the evaporatory. The use of Irrigameter to estimate ET<sub>0</sub>, the climatic conditions of the Plateau of Vitoria da Conquista, Bahia, should be operated with the water level inside the evaporatório equal to 5.2 cm. Thus, the Irrigameter proved adjusted, and with good performance for the conditions of this study.

**KEY WORDS:** Irrigation, Irrigation of Management, Climatic Variable

**INTRODUÇÃO:** Entende-se por evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), a perda de água para a atmosfera de uma área extensa coberta de grama com tamanho uniforme, com 8 a 15 cm de altura, em ativo crescimento, sombreando completamente o terreno e sem escassez de água (BERNARDO, 2008). A metodologia atualmente aceita como padrão pelos pesquisadores na determinação da  $ET_0$ , é a de Penman-Monteith, esta envolve a resistência aerodinâmica da superfície de  $70 \text{ sm}^{-1}$ , albedo de 23%, altura da planta de 12 cm e ainda, as perdas no processo evaporativo, considerando as características da cultura de referência e do meio ao seu redor. Além do método de Penman-Monteith, existem outros que utilizam uma série de variáveis climáticas e/ou outro tanto de cálculos matemáticos, sendo, portanto, estes procedimentos o que limita a determinação da  $ET_0$  em condições onde não existam dados climáticos. Diante disso, foi desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa o Irrigâmetro, que é um aparelho evapopluviométrico a ser utilizado no manejo da irrigação. O Irrigâmetro pode funcionar como evaporímetro ou como evapotranspirômetro. Se o aparelho estiver equipado com determinado tipo de reservatório contendo água, denominado evaporatório, ele poderá estar medindo diretamente, numa régua apropriada, a lâmina evaporada, ou indiretamente a  $ET_0$ . A medição da lâmina evaporada ou evapotranspirada pode ser feita com alta precisão, superior a um milésimo de milímetro. A alta precisão na leitura da lâmina é particularmente importante na condução de pesquisas científicas aplicadas na área de Agrometeorologia Agrícola e de Ciência da Irrigação, relacionadas à determinação da demanda hídrica das culturas. Face ao exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho do Irrigâmetro na estimativa da  $ET_0$  para as condições climáticas do planalto de Vitória da Conquista – BA.

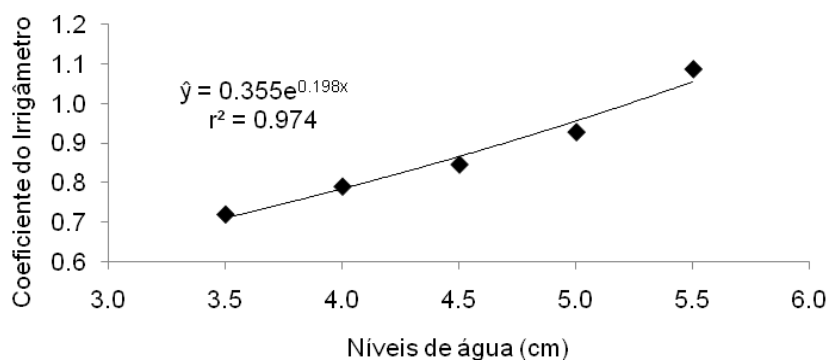
**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi conduzido no Campus da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), localizado no município de Vitória da Conquista – BA, situado nas coordenadas  $14^{\circ}51'$  de latitude Sul,  $40^{\circ}50'$  de longitude Oeste e com altitude de 876 metros. O experimento foi montado num delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram de Irrigâmetros operando com as seguintes alturas do nível de água no evaporatório: N1 = 3,5; N2 = 4,0; N3 = 4,5; N4 = 5,0 e N5 = 5,5 cm, tomadas a partir de um nível de referência próprio do equipamento. Para cada tratamento foi determinado um coeficiente médio para o Irrigâmetro, denominado  $K_1$ , calculado pela equação abaixo, que estabelece a relação entre a evapotranspiração estimada no Irrigâmetro ( $ET_1$ ) e a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ).

$$K_1 = \frac{ET_1}{ET_0}$$

A  $ET_0$  foi calculada a partir de dados meteorológicos obtidos de uma estação meteorológica automática instalada ao lado dos Irrigâmetros, por meio do método de Penman-Monteith – FAO 56. A medição do nível da água no tubo de leitura do Irrigâmetro foi feita diariamente às 7:00 horas da manhã, durante o período de 09 de junho de 2009 até 09 de junho de 2010. A descrição detalhada do funcionamento e das partes constituintes do Irrigâmetro encontra-se em Oliveira & Tagliaferre (2006). A comparação dos valores foi realizada seguindo metodologia proposta por Allen et al. (1989), que se baseia nos valores de estimativa do erro padrão (EEP), no coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e no coeficiente angular (b) das respectivas regressões lineares simples. A melhor alternativa foi aquela que apresentou maior  $r^2$ , menor EEP e b próximo da unidade. Foi usada ainda, uma adaptação da metodologia descrita por Willmontt et al. (1985); nesta, a aproximação dos valores obtidos pelo Irrigâmetro e os estimados pela equação de Penman-Monteith FAO-56, foi dada por um índice designado de

concordância ou ajuste, representado pela letra “d”. Seus valores variam de zero, para nenhuma concordância, a 1 para a concordância perfeita. A análise dos coeficientes do Irrigâmetro permitiu identificar a altura do nível de água no evaporatório que fornecerá diretamente a ETo para as condições climáticas do planalto de Vitória da Conquista - BA.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Observa-se na Figura 1 que os coeficientes do Irrigâmetro aumentaram exponencialmente com o aumento do nível da água dentro do evaporatório. À medida que aumentou o nível de água dentro do evaporatório, houve ampliação da área exposta à atmosfera e, conseqüentemente, maior interceptação da radiação solar, variável que exerce grande influência no processo da evaporação (CHANG, 1971), ao mesmo tempo em que favorece a ação do vento, atuando na remoção do ar saturado sobre a superfície evaporante, e acarretando maiores valores de evaporação.



**Figura 1.** Coeficientes do Irrigâmetro em função dos níveis de água dentro do evaporatório.

De acordo com a equação de regressão apresentada na figura acima, quando a variável dependente (y) assume valor igual a “1”, pode-se identificar o nível de água no interior do evaporatório como sendo igual a 5,2 cm. Esse nível de água dentro do evaporatório do Irrigâmetro pode ser usado para determinar diretamente a ETo, nas condições climáticas do planalto de Vitória da Conquista/BA. Oliveira (2009), em Alto Paranaíba-MG, encontrou valores do nível de água igual 4,1 cm. Tavares de Paula (2009), em trabalho semelhante na região do Jaíba-MG, concluiu que para estimar a ETo com o uso do Irrigâmetro, deve-se operar o aparelho com o nível de água no evaporatório igual a 3,9 cm. Essas diferenças encontradas são devidas às condições climáticas prevaletentes, que influenciam o valor da evapotranspiração. Por isso, pesquisas com esse objetivo, para avaliar o equipamento em outras regiões e condições climáticas são indispensáveis.

**Tabela 1** - Valores médios do coeficiente do Irrigâmetro ( $K_I$ ), coeficiente angular (b), estimativa do erro padrão (EEP), coeficiente de determinação ( $r^2$ ), coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d), e valores de  $ET_0$  em intervalos diários

Métodos	$K_I$	b	EEP	$r^2$	r	d	$ET_0$ (mmd <sup>-1</sup> )
Penman-Monteith FAO 56							4,39
Irrigâmetro 3,5 cm	0,72	0,89	1,38	0,65	0,81	0,77	3,29
Irrigâmetro 4,0 cm	0,79	0,88	1,27	0,56	0,75	0,79	3,58
Irrigâmetro 4,5 cm	0,85	0,94	1,11	0,61	0,78	0,84	3,82
Irrigâmetro 5,0 cm	0,93	1,05	1,02	0,63	0,79	0,87	4,20
Irrigâmetro 5,5 cm	1,09	1,10	1,14	0,64	0,80	0,84	4,88

No período avaliado, a menor estimativa do erro padrão e o maior índice de concordância foi obtido com o Irrigâmetro operando com o nível de água no evaporatório igual a 5 cm, indicando melhor desempenho para a estimativa da  $ET_0$ , diante dos demais níveis estudados. Neste caso, o Irrigâmetro deve ser operado com nível de água igual a 5,0 cm para determinar diretamente a  $ET_0$  e obter resultados mais confiáveis desta variável climática, em intervalos diários.

## CONCLUSÕES

- Os coeficientes do Irrigâmetro aumentaram exponencialmente com o aumento do nível da água dentro do evaporatório.
- O uso do Irrigâmetro para estimar a  $ET_0$ , nas condições climáticas do Planalto de Vitória da Conquista-BA, deve ser operado com nível de água dentro do evaporatório igual a 5,0 cm;
- O Irrigâmetro apresentou bom desempenho na estimativa da  $ET_0$  para as condições do Planalto de Vitória da Conquista.

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPq pelo auxílio financeiro e à FAPESB pelas bolsas de iniciação científica concedidas.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; JENSEN, M.E.; WRIGHT, J.L.; BURMAN, R.D. Operational estimates of reference evapotranspiration. **Agronomy Journal**, New York, v.81, p.650-662, 1989.

ALLEN, R.G. **REF-ET: reference evapotranspiration calculator**, Version 2.1. Idaho: Idaho University, 2000. 82p.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 625p.

CHANG, J. **Climate and agriculture**. Chicago: Aldine Publishing, 1971. 296 p.

OLIVEIRA, E.M. **Influência dos elementos do clima na evapotranspiração estimada pelo Irrigâmetro na região do Alto Parnaíba - MG**. 2009. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

OLIVEIRA, R.A. de; TAGLIAFERRE, C. Irrigâmetro: nova tecnologia para manejo da água de irrigação. In: BARBOSA, T. C.; TANIGUCHI, G. C.; PENTEADO, D. C. S.; SILVA, D. J. H. da. **Ambiente protegido: olericultura, citricultura e floricultura**. Viçosa: UFV, 2006, p. 39-64.

PAULA, A.T. **Tecnologias do Irrigâmetro e da válvula intermitente para aspersion aplicadas no perímetro irrigado de Jaíba**. 2009. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

WILLMOTT, C.J.; CKLESON, S.G.; DAVIS, R.E. Statistics for evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa, v. 90, n.C5. p.8995-9005, 1985.