

## **DESEMPENHO DE MÉTODOS DA ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERENCIA PARA O MUNICIPIO DE VITORIA DA CONQUISTA – BA**

**J. P. SILVA<sup>1</sup>; C. TAGLIAFERRE<sup>2</sup>; L. C. SANTOS<sup>3</sup>; C. D. CABACINHA<sup>2</sup>; L. G. CASTRO<sup>2</sup>; J. C. B. FERNANDES<sup>4</sup>; H. A. COSTA<sup>2</sup>**

**RESUMO:** Neste trabalho, objetivou-se avaliar o desempenho de algumas equações empíricas usadas para estimar a evapotranspiração de referencia em relação ao método padrão Penman-Monteith FAO – 56 para as condições climáticas do município de Vitória da Conquista – BA. Foram utilizadas variáveis climáticas referentes aos anos de 2004 e 2005 obtidas através da plataforma automática de coleta de dados da Superintendência de Recursos Hídricos da Bahia/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, no qual se obteve a média para os dois anos. Para comparar os valores de ETo estimados por meio das equações empíricas com os do método padrão Penman-Monteith (FAO 56) foram considerados os parâmetros da equação de regressão (a e b), o coeficiente de determinação ( $r^2$ ), coeficiente de correlação (r), estimativa do erro padrão (EEP), índice de concordância (d), índice de confiança ou desempenho (c), na escala diária. Para as condições climáticas da localidade, em função dos índices e parâmetros estudados, os melhores métodos para a estimativa da evapotranspiração de referencia pela ordem foram: Blaney-Criddle, Penman Modificado FAO 24, Turc, Priestley-Taylor, Radiação FAO 24 e Hargreaves-Samani. Todos os métodos avaliados demonstraram desempenhos satisfatórios.

**PALAVRAS-CHAVE:** Evapotranspiração, métodos empíricos, variáveis climáticas.

## **PERFORMANCE OF METHODS OF ESTIMATE OF EVAPORATE TRANSPIRATION OF REFERENCE FOR THE CITY OF VITORIA DA CONQUISTA – BA**

**SUMMARY:** In this work, it was aimed to evaluate the performance of some empirical equations used to estimate evapotranspiration of reference in relation to the standard method Penman-Monteith FAO - 56 for the climatic conditions of the municipality of Vitoria da Conquista - BA. Climatic variables were used referring to the years of 2004 and 2005 obtained through the platform automatic collection of data from the Superintendence de Water of Bahia / National Institute for Space Research, which returned the average for the two years. To compare the values of ETo estimated by the empirical equations with the standard method Penman-Monteith (FAO56) were considered the parameters of the regression equation (a and b), the coefficient of determination ( $r^2$ ), correlation coefficient (r), estimate the standard error (EEP), index of agreement (d), index of confidence or performance (c), in the daily scale. For climatic conditions of the settlement, according to the indices and parameters studied, the best methods to estimate evapotranspiration of the order of reference were: Blaney-Criddle, FAO Penman Modified 24, Turc, Priestley-Taylor, 24 and Radiation FAO-Hargreaves Samani. All methods evaluated showed satisfactory performance.

**KEYWORDS:** Evapotranspiration, methods empirical, climate variables.

<sup>1</sup> Graduando do curso de Engenharia Florestal UESB/Rua O, nº13, Bairro Jardim. Guanabara, Vitória da Conquista/BA. CEP: 45000-000. Fone (77) 3423-6588 E-mail: jampalo@hotmail.com.

<sup>2</sup> Prof. Dep. de Engenharia Agrícola UESB/Vitória da Conquista/BA. E-mail: tagliaferre@yahoo.com.br; ccabacinha@yahoo.com.br, lucastro@uesb.br; hugo@uesb.br.

<sup>3</sup> Graduando do curso de Agronomia UESB/Vitória da Conquista/BA. E-mail: lucas.cs21@gmail.com

<sup>4</sup> Graduando do curso de Engenharia Florestal UESB. E-mail: jcfbit@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Entre todas as atividades econômicas, a que mais depende das condições climáticas é a agricultura. A grande variabilidade temporal e espacial da distribuição das chuvas, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, determina altos níveis de risco às atividades agrícolas.

A estimativa adequada da evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) consiste no principal parâmetro a ser considerado no dimensionamento e manejo de sistemas de irrigação, uma vez que totaliza a quantidade de água utilizada nos processos de evaporação e transpiração pela cultura durante determinado período. A  $ET_c$  é obtida através do valor da evapotranspiração potencial de uma cultura de referência ( $ET_o$ ) corrigida pelo coeficiente da cultura ( $K_c$ ), sendo este dependente do tipo de cultura e seu estágio de desenvolvimento (ALLEN et al, 1998).

Apesar da existência de diversos modelos para se estimar a  $ET_o$ , eles, no entanto, são utilizados em condições climáticas e agronômicas muito diferentes daquelas em que inicialmente foram concebidos e, por isso, é de extrema importância avaliar o grau de exatidão desses modelos, antes de empregá-los para nova condição.

SILVA et al. (2001) conduzindo estudos sobre evapotranspiração de referência obtidos pelos métodos de Penman-Monteith – FAO 56, Hargreaves e Tanque "Classe A", para a localidade de Campina Grande, PB concluíram que método de Penman-Monteith – FAO 56 superestimou os valores obtidos pelo método de Hargreaves-Samani, em períodos mensais e semanais e recomendaram que na ausência de variáveis climatológicas necessárias para a aplicação do modelo da Penman-Monteith – FAO 56, a equação de Hargreaves-Samani pode ser utilizada com precisão na estimativa da evapotranspiração de referência.

Diversos pesquisadores em todo o mundo propuseram modelos indiretos para a estimativa da  $ET_o$ , com as mais diferentes concepções e número de variáveis envolvidas. Antes de se eleger o modelo a ser utilizado para a estimativa da  $ET_o$ , é necessário saber quais os elementos climáticos disponíveis; a partir daí, verifica-se quais podem ser aplicados, uma vez que a utilização dos diferentes métodos para certo local de interesse fica na dependência dessas variáveis (MENDONÇA et al, 2003).

A não verificação da adequação dos métodos de estimativa da evapotranspiração de referência às condições climáticas, a falta de precisão na estimativa, bem como o erro, devido ao uso de instrumentos de medidas inadequados, em geral, também conduzem ao manejo inadequado da água, afetando muitas vezes a produção agrícola. Aplicações insuficientes ou em excesso resultam em perdas e prejuízos consideráveis às plantas e ao solo.

Para tanto, a escolha de um método para a determinação da evapotranspiração, deve levar em consideração a praticidade e a precisão, pois, por serem baseados em princípios físicos podem apresentar limitações, principalmente quanto à instrumentação, podendo assim restringir a sua utilização.

Vitória da Conquista tem um clima tropical, amenizado pela relativa altitude do lugar. O município situa-se numa região dentro dos limites do semi-árido, sofrendo, portanto, os efeitos da baixa pluviosidade e das secas periódicas. Destaca pela agricultura do café, que é um dos instrumentos da economia do município e também pela agricultura familiar. Por isso se faz necessário estudo da evapotranspiração de referência para a localidade.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho dos métodos empíricos, Penman modificado – FAO 24, Radiação – FAO 24, Blaney-Criddle - FAO 24, Hargreaves-Samani (1985), Priestley- Taylor e Turc (1961) em comparação com o método padrão Penman-Monteith – FAO 56 para as condições climáticas do município de Vitória da Conquista-BA.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Vitória da Conquista é um município que está localizado a Latitude 14°51' S, Longitude 40°50' W e altitude de 941 metros situado na região sudoeste do estado da Bahia.

Para estimativa da ETo foram obtidos dados da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia) onde se utilizou as seguintes variáveis climáticas: insolação, temperatura máxima, mínima e média do ar, umidade relativa máxima, mínima e média do ar e velocidade média do vento, referentes aos anos de 2004 e 2005.

Foi utilizado o Programa Computacional REF-ET (ALLEN, 2000), para a estimativa da ETo pelos métodos Penman Modificado – FAO 24, Radiação – FAO 24, Blaney-Criddle - FAO 24, Hargreaves-Samanni (1985), Priestley-Taylor e Turc (1961), os quais foram comparados com o método padrão Penman-Monteith – FAO 56, na escala diária.

Com os dados diários da ETo realizou-se análise de regressão onde correlacionou-se os valores obtidos pelos métodos testados com os do método padrão. A análise de desempenho dos métodos foi baseada nos parâmetros da equação de regressão (a e b), no coeficiente de determinação ( $r^2$ ), na estimativa do erro padrão (EEP), no índice de concordância e no índice de desempenho obtido pela multiplicação do coeficiente de correlação com o valor de d.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 encontram-se os parâmetros da equação de regressão (a e b), coeficiente de determinação ( $r^2$ ), estimativa de erro padrão (EEP), índice de concordância (d), índice de confiança ou desempenho (c) e valores de  $ET_0$  diários referentes a média dos anos de 2004 e 2005, localidade Vitória da Conquista – BA.

TABELA 1. Parâmetros da equação de regressão (a, b) coeficiente de determinação ( $r^2$ ), estimativa do erro padrão (EEP), índice de concordância (d), índice de confiança ou desempenho (c) para valores de  $ET_0$  diários.

Métodos	a	b	$r^2$	EEP	r	d	c	Classificação*	$ET_0$ (mm)
Diária									
FAO 56 PM									3,29
Penman. Mod.	- 0,822	1,363	0,98	0,57	0,99	0,95	0,94	Otimo	3,66
Radiação	- 0,236	1,244	0,96	0,67	0,98	0,92	0,90	Muito Bom	3,86
Blaney-Criddle	0,135	0,916	0,97	0,25	0,98	0,98	0,96	Otimo	3,15
Harg-Samani	1,043	0,876	0,82	0,78	0,90	0,87	0,78	Bom	3,93
Priestley-Taylor	0,473	1,001	0,95	0,56	0,98	0,93	0,92	Otimo	3,79
Turc	0,663	0,867	0,92	0,35	0,96	0,97	0,93	Otimo	3,47

\*CAMARGO E SENTELHA (1997)

Os resultados obtidos na escala diária para a localidade de Vitória da Conquista – BA mostram que os métodos de Blaney-Criddle, Penman Modificado FAO 24, Priestly-Taylor e Turc apresentaram os melhores índices de desempenho (c), sendo classificado como ótimo. A equação de regressão obtida para o método de Blaney-Criddle apresentou características ideais, com valores de a e b próximos de zero e um, respectivamente. Dentre os métodos estudados, destacam-se Blaney-Criddle e Turc que apresentaram os menores valores de estimativa do erro padrão e maiores valores do índice de concordância. Com o desempenho muito bom ficou o método Radiação FAO 24. O método de Hargreaves-Samani apresentou um desempenho bom, com índice de confiança igual a 0,78, sendo o método que mais superestimou a evapotranspiração de referência obtida pelo método padrão. TAGLIAFERRE (2006) também observou superestimativa da evapotranspiração dos métodos Radiação FAO 24 e Hargreaves-Samani para as condições climáticas de Viçosa-MG.

Na Figura 1 encontram-se as correlações entre valores diários de evapotranspiração de referência estimados pelos métodos estudados e os obtidos pelo método de Penman-Monteith – FAO 56.

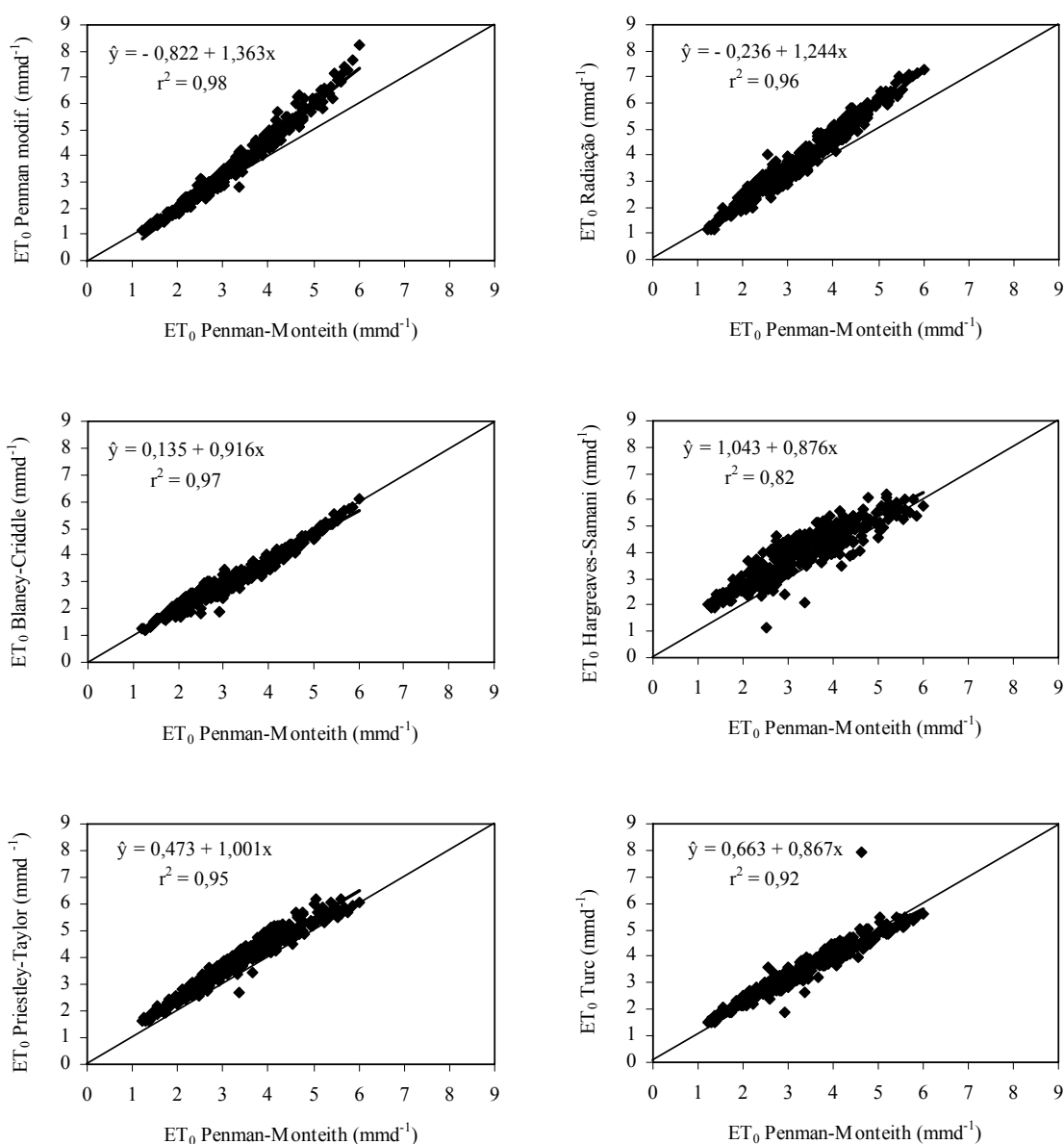


Figura 1. Correlações entre valores diários de evapotranspiração de referência estimados pelos métodos estudados e os obtidos pelo método de Penman-Monteith – FAO 56.

A Figura 1 evidencia o bom desempenho de todos os métodos usados na estimativa da evapotranspiração de referência para a localidade de Vitória da Conquista-BA. Verifica-se que o método de Penman Modificado subestimou a  $ET_0$  para valores menores do que  $3,0 \text{ mm d}^{-1}$ , superestimando para os valores maiores. De maneira geral, todos os métodos superestimaram os valores de evapotranspiração de referência obtidos pelo método padrão e que à exceção do método de Hargreaves-samani, todos os outros apresentaram linhas de tendências que praticamente acompanham a linha de valores 1:1, com menores dispersões dos valores de evapotranspiração de referência.

## CONCLUSÕES

- Para a localidade de Vitória da Conquista, os melhores métodos para a estimativa da evapotranspiração de referência em comparação ao método padrão Penman-Monteith FAO 56, pela ordem de classificação foram: Blaney-Criddle, Penman Modificado FAO 24, Turc, Priestley-Taylor, Radiação FAO 24 e Hargreaves-Samani.

- Todos os métodos estudados apresentaram desempenho satisfatório para estimativa da evapotranspiração de referência, podendo ser empregado sem restrições de uso para a localidade, no manejo da água na agricultura irrigada.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

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

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998, p.300. Irrigation and drainage paper 56.

CAMARGO, A.P.; SENTELHA, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

MENDONÇA, J.C.; SOUSA, E.F. DE; BERNARDO, S.; DIAS, G.P.; GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) na região Norte Fluminense, RJ. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.7, n.2, p.275-279, 2003.

SILVA, V. P. R.; DANTAS, R. T.; CAMPOS, J. H. B. C.; GUEDES, M. J. F. Estimativa da evapotranspiração de referência pelos métodos de Penman-Monteith - FAO/56, Hargreaves e Tanque Classe A em períodos diários mensais. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 12 e Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia, 3, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBA, 2001.

TAGLIAFERRE, C. Desempenho do irrigâmetro e de dois minievaporímetros para estimativa da evapotranspiração de referência. Viçosa, 2006. 110p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-UFV.