
DESEMPENHO DO IRRIGÂMETRO E DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O MUNICÍPIO DE GUANAMBI-BA

Cristiano Tagliaferre¹, Izaulto J. Santos Neto², Carlos E. Cotrim³, Felizardo A. Rocha⁴,
Lucas C. Santos⁵

RESUMO

Neste trabalho objetivou-se avaliar o desempenho do Irrigâmetro e de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência, tendo como base o método de Penman-Monteith – FAO 56. Para estimativa da ET_0 por meio dos métodos empíricos foram obtidos dados climáticos de uma estação meteorológica automática instalada no Campus do Instituto Federal da Bahia, localizado no município de Guanambi – BA. Para estimar a ET_0 através do Irrigâmetro, foram usados seis equipamentos, com níveis de água dentro do evaporatório iguais a 3 e 4 cm, no qual foram feitas leituras diárias da lâmina de água evaporada. Para comparar os valores de ET_0 medidos no Irrigâmetro com os estimados pelas 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), a estimativa do erro padrão (EEP), o índice de concordância (d) e o índice de confiança ou desempenho (c). Os melhores métodos para a estimativa da evapotranspiração de referência foram: Radiação – FAO 24, Penmam modificado – FAO 24 e Irrigâmetro operando com nível de água igual a 3 cm.

Palavras-chave: manejo de irrigação, métodos empíricos, irrigâmetro

PERFORMANCE OF THE “IRRIGÂMETRO” AND METHODS TO ESTIMATE THE EVAPOTRANSPIRATION OF REFERENCE FOR THE GUANAMBI-BA CITY

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the performance of the Irrigameter and methods to estimate the evapotranspiration of reference, with the method of Penman-Monteith - FAO 56. To the estimate of the ET_0 by empirical methods it was obtained climatic data of an automatic meteorological station installed in the Campus of the Federal Institute of Bahia, located in the city of Guanambi - BA. To estimate the ET_0 through Irrigameter, it was used six equipments with levels of water within the evaporation pot equal to 3 and 4 cm, which took place in the daily readings of evaporated lamina water. To compare the values of ET_0 measured in Irrigameter with those estimated by empirical equations with the standard method Penman-Monteith (FAO56) it was considered the parameters of the regression equation (a and b), the determination coefficient (r^2), the estimative of standard error (EEP), the index of agreement (d), index of confidence or performance (c). The best methods to estimate evapotranspiration of reference were: Radiation - FAO 24, Modified Penman - FAO 24 and Irrigameter operating with equal water level to 3 cm.

Keywords: empirical methods, management of irrigation, Irrigameter

Recebido para publicação em 20/06/2011. Aprovado em 07/10/2011.

1- Eng. Agrônomo, Prof. Titular, Dep. de Engenharia Agrícola, UESB, Vitória da Conquista - BA, tagliaferre@yahoo.com.br

2- Eng. Agrônomo, Mestrando em fitotecnia – UESB, Vitória da Conquista – BA. netopma10@gmail.com

3- Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Instituto Federal da Bahia, Guanambi - BA. c.cotrim@hotmail.com

4- Eng. Agrícola, Prof. Doutor do Instituto Federal da Bahia, Vitória da Conquista-BA. felizardoar@yahoo.com.br

5- Eng. Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem – UNESP, Botucatu-SP. lucas.cs21@gmail.com

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração é o processo de transferência de água para a atmosfera resultante da evaporação direta da água do solo e da transpiração dos tecidos vegetais. Estimativas das necessidades hídricas das culturas são importantes para o planejamento e manejo das áreas irrigadas. Assim, as informações sobre a evapotranspiração de referência, que levam a estimativa da evapotranspiração das culturas, tornam-se ferramentas importantes no manejo da irrigação (ARAÚJO *et al.*, 2007). Segundo Souza *et al.* (2009) as pesquisas sobre evapotranspiração fornecem informações relativas à quantidade de água consumida pelas plantas, fornecendo dados para o manejo da água e para o dimensionamento dos sistemas de irrigação. A quantificação da evapotranspiração, mesmo em agricultura de sequeiro, é muito importante, pois possibilita estratégias de manejo em função das condições climáticas da região e hídricas do solo.

No manejo da irrigação, conduzido através de estimativa da evapotranspiração, os equipamentos mais usados são o tanque Classe A e a estação meteorológica automática, em que o tanque Classe A é um dos métodos mais utilizados para estimativa da ET_0 no manejo da irrigação e se baseia na medição da evaporação da água em um tanque padronizado, cujo valor é convertido em evapotranspiração de referência por meio de coeficientes específicos dependentes do clima, do tipo de tanque e da bordadura circundante (DOORENBOS & PRUITT, 1977; ALLEN *et al.*, 1998).

No caso do uso do tanque Classe A, a medição da lâmina de água evaporada e sua conversão em evapotranspiração exigem que o irrigante faça cálculos e tenha certo conhecimento técnico sobre irrigação, o que tem dificultado seu uso generalizado no manejo da água na agricultura irrigada. Este aspecto relativo ao uso do tanque Classe A constitui-se numa desvantagem, haja vista que dificulta a tomada de decisão do irrigante quanto ao momento de efetuar a próxima irrigação e em relação à quantidade de água a ser aplicada, o que interfere na definição do tempo de funcionamento do equipamento de irrigação.

No caso de uso de estação meteorológica automática, estão associados elevados custos para

o produtor envolvendo a aquisição da estação, de computador e de programa computacional, manutenção periódica, assistência técnica especializada, além de certo conhecimento técnico do irrigante a respeito de irrigação. Esses custos inviabilizam o uso de estação meteorológica automática para a grande maioria dos produtores que trabalham no âmbito da agricultura irrigada no Brasil. Além disso, Ley *et al.* (1994a e 1994b) citam que, quando a medição dos elementos meteorológicos é feita por estações meteorológicas automáticas, é comum a ocorrência de erros decorrentes da calibração dos sensores dos equipamentos utilizados para essas medições comprometendo, desta forma, a determinação dos componentes necessários à estimativa da evapotranspiração. Segundo os autores, quando as medições advêm de estações meteorológicas convencionais, os erros são ainda maiores, pois se acrescentam, aos erros instrumentais, os erros devidos ao observador.

O Irrigâmetro é um aparelho desenvolvido em 2004 na Universidade Federal de Viçosa, detentora de sua patente; trata-se de um aparelho evapopluviométrico a ser utilizado no manejo da irrigação visando otimizar o uso da água na agricultura irrigada. O equipamento pode ser utilizado para estimar diretamente a evapotranspiração de referência e da cultura, além de efetuar com simplicidade o manejo da água em áreas irrigadas, uma vez que, além de diversas vantagens, ele fornece resposta prática às duas perguntas básicas do manejo de irrigação: quando e quanto irrigar? Informações sobre o uso do equipamento podem ser obtidas em Tagliaferre *et al.* (2010), Oliveira *et al.* (2008), Tagliaferre *et al.* (2006) e Oliveira & Tagliaferre (2006).

O município de Guanambi-BA, na década de 80, se tornou um médio pólo comercial e agrícola sendo que, em 1985 a sua produtividade agrícola atingiu a marca de 7.576 toneladas (LIMA, 2005). No decorrer da mesma década, o município passou por uma forte crise impulsionada pela queda na produção do algodão devido ao surgimento de pragas na lavoura algodoeira. Atualmente, no município, o cultivo de culturas agrícolas temporárias tem apresentado importância significativa, evidenciando a importância de se

estudar a demanda climática e hídrica das culturas para essa localidade.

Diante do exposto, objetiva-se avaliar o desempenho do Irrigâmetro e de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência, tendo como base o método de Penman-Monteith – FAO 56.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização desta pesquisa conduziu-se um experimento com os Irrigâmetros na área experimental do *campus* do Instituto Federal da Bahia (IFBA), localizado no município de Guanambi – BA, situado nas coordenadas 14°13'30" de latitude Sul, 42°46'53" de longitude Oeste e com altitude de 525 metros, durante o período de abril de 2009 à janeiro de 2010. O clima é classificado como semi-árido (BSa) pela classificação de Thornthwaite apresentando temperatura média anual de 22,6 °C e precipitação pluviométrica média de 715 mm por ano.

Nesta pesquisa estudaram-se duas alturas dos níveis de água dentro do evaporatório do Irrigâmetro para que o equipamento fornecesse diretamente a evapotranspiração de referência.

O Irrigâmetros foram montados equidistantes um do outro, espaçados de 3,5 por 3,5 m, para evitar sombreamento nos evaporatórios. Os tratamentos consistiram de Irrigâmetros operando com as seguintes alturas do nível de água no evaporatório: $P_3 = 3$ e $P_4 = 4$ cm, tomadas a partir de um nível de referência próprio do equipamento, com três repetições. Para cada tratamento foi determinado um coeficiente médio para o Irrigâmetro, denominado K_I , calculado pela Equação 1, que estabelece a relação entre a evapotranspiração estimada no Irrigâmetro (ET_I) e a evapotranspiração de referência (ET_0).

$$K_I = \frac{ET_I}{ET_0} \quad (1)$$

A ET_0 foi calculada usando dados meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura máxima e mínima do ar, umidade máxima e mínima do ar, radiação solar e velocidade média do vento) obtidos de uma

estação meteorológica automática instalada ao lado dos Irrigâmetros. Para o seu cálculo utilizou-se o método de Penman-Monteith – FAO 56, Penman Modificado – FAO 24, Radiação – FAO 24, Hargreaves-Samanni (1985), disponível no aplicativo computacional REF-ET (ALLEN, 2000). A ET_0 e os dados meteorológicos foram obtidos durante o período de abril de 2008 a janeiro de 2009.

A leitura do nível da água no tubo de leitura do Irrigâmetro foi feita diariamente às 7:00 horas da manhã.

A análise dos coeficientes do Irrigâmetro, obtidos por meio da Equação 1 permite identificar a altura do nível de água no evaporatório para obter diretamente a evapotranspiração de referência, ou seja, nível de água que daria um coeficiente do Irrigâmetro próximo de um.

Os dados de ET_0 obtidos pelos Irrigâmetros e pelos métodos Penman Modificado – FAO 24, Radiação – FAO 24, Hargreaves-Samanni (1985) foram comparados com os do método padrão Penman-Monteith – FAO 56, no intervalo de um, três e cinco dias. O método de Penman-Monteith foi adotado como padrão para testar a ET_0 com os demais métodos, conforme proposto por Smith (1991) e Allen *et al.* (1998).

A metodologia adotada para comparação dos resultados foi proposta por Allen *et al.* (1986) e adotada por Jensen *et al.* (1990), a qual se fundamenta na estimativa do erro padrão (EEP), conforme Equação 2. A análise de desempenho dos métodos também se baseou nos parâmetros da equação de regressão linear simples (a e b), no coeficiente de determinação (r^2), no índice de concordância (d) e no índice de desempenho (c) obtido pela multiplicação do coeficiente de correlação (r) com o valor de d. A melhor alternativa foi aquela que apresentou maior valor de c, menor EEP e b próximo da unidade.

$$EEP = \left(\frac{\sum (y - \hat{y})^2}{n - 1} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

em que

EEP = estimativa do erro-padrão, mm d⁻¹;

y = evapotranspiração de referência estimada pelo método-padrão, mm d^{-1} ;

\hat{y} = evapotranspiração de referência obtida pelo método considerado, mm d^{-1} ; e

n = número de observações.

A aproximação dos valores de ET_0 estimados por determinado método estudado, em relação aos valores obtidos com uso do método padrão, foi obtida por um índice, designado de concordância ou ajuste, representado pela letra “d” (WILLMOTT *et al.*, 1985). Seus valores variam desde zero, onde não existe concordância, a 1, para a concordância perfeita. O índice de aproximação foi calculado aplicando-se a Equação 3.

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n [(|P_i - \bar{O}|) + (|O_i - \bar{O}|)]^2} \quad (3)$$

em que

d = índice de concordância ou ajuste;

P_i = evapotranspiração de referência obtida pelo método considerado, mm d^{-1} ;

O_i = evapotranspiração de referência obtida pelo método-padrão, mm d^{-1} ;

\bar{O} = média dos valores de ET_0 obtido pelo método-padrão, mm d^{-1} ; e

n = número de observações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 se encontram os parâmetros da regressão, o coeficiente de determinação (r^2), a estimativa do erro padrão (EEP) e o índice de ajuste (d) e o coeficiente de desempenho (c) obtidos das correlações entre os valores de ET_0 estimados nos Irrigômetros e pelos demais métodos estudados, com valores estimados pelo método de Penman-Monteith – FAO 56, nas escalas de um, três e cinco dias.

Quadro 1. Parâmetros da equação de regressão (a, b) coeficiente de determinação (r^2), estimativa do erro padrão (EEP), índice de concordância (d) e índice de confiança ou desempenho (c) para valores de ET_0 nas escalas de um, três e cinco dias

Métodos	a	b	r^2	EEP	r	d	c	Classificação*	ET_0 (mm)
Diário									
FAO 56 PM									5,68
Penman Mod.	-0,340	1,283	0,98	1,29	0,999	0,84	0,83	Muito Bom	6,59
Radiação	-0,037	1,046	0,88	0,62	0,938	0,95	0,89	Muito Bom	5,61
Hargr-Samani	1,802	0,398	0,44	1,83	0,663	0,46	0,31	Mau	3,95
Irrigômetro P_3	-0,099	0,924	0,57	1,27	0,755	0,90	0,68	Mediano	5,41
Irrigômetro P_4	-0,079	1,134	0,54	1,65	0,735	0,76	0,56	Mediano	6,68
Três dias									
FAO 56 PM									5,66
Penman Mod.	-0,265	1,270	0,99	1,26	0,995	0,86	0,86	Muito Bom	6,58
Radiação	0,060	1,026	0,93	0,45	0,965	0,98	0,95	Ótimo	5,59
Hargr-Samani	1,567	0,440	0,54	1,73	0,735	0,62	0,46	Sofrível	3,93
Irrigômetro P3	-0,102	0,926	0,74	0,88	0,862	0,89	0,77	Bom	5,40
Irrigômetro P4	-0,233	1,162	0,74	1,15	0,860	0,85	0,73	Bom	6,66
Cinco dias									
FAO 56 PM									5,68
Penman Mod.	-0,200	1,257	0,99	1,25	0,995	0,85	0,85	Muito Bom	6,59
Radiação	0,012	1,037	0,94	0,40	0,969	0,98	0,95	Ótimo	5,61
Hargr-Samani	1,298	0,492	0,62	1,67	0,787	0,63	0,50	Sofrível	3,95
Irrigômetro P3	0,173	0,878	0,80	0,77	0,894	0,90	0,80	Bom	5,41
Irrigômetro P4	0,170	1,094	0,80	0,99	0,894	0,87	0,78	Bom	6,68

* Camargo & Sentelha (1977).

Conforme apresentado no Quadro 1, os resultados obtidos na escala diária mostraram que o método da Radiação apresentou o melhor índice de desempenho ($C = 0,89$), classificado como muito bom. Ainda com desempenho muito bom ficou o método Penman Modificado, porém, o índice de desempenho apresentou um valor inferior ($C = 0,83$). O método da Radiação se destacou frente aos demais métodos estudados, pois a equação de regressão obtida tem valores dos coeficientes a e b próximo a zero e um, respectivamente. Os Irrigômetros com os níveis de água iguais a 3 e 4 cm demonstraram desempenho “mediante” para a escala diária. Convém ressaltar que os Irrigômetros operando com esses níveis de água, ainda não são adequados para estimar a evapotranspiração de referência, pois de acordo com os resultados do Quadro 1, o nível 3 e 4 cm estão sub e superestimando, respectivamente, a ET_0 obtida pelo método padrão. Porém, se o equipamento for ajustado para um nível intermediário (3,5 cm), o seu desempenho poderá ser melhor, evidenciando o seu potencial, que aliado à sua simplicidade e praticidade tornam-no indicado para esse fim.

Verifica-se que o método de Hargreaves-Samani que é indicado para climas áridos e semiáridos apresenta desempenho “mau”, comportamento pior do que os dos Irrigômetros nos referidos níveis de água. Isso pode ser decorrente porque o modelo utiliza poucas variáveis climáticas. Conceição & Mandelli (2005) avaliaram a adequabilidade de métodos que empregam a temperatura do ar e/ou radiação solar como variáveis de entrada comparando os seus valores diários com os estimados pelo método padrão-FAO para a região de Bento Gonçalves-RS, e observaram que os melhores resultados obtidos foram com os métodos que empregam a radiação solar global. Silva *et al.* (2001), em estudos conduzidos em Campina Grande-PB, concluíram que o método de Hargreaves-Samani subestimou a evapotranspiração obtida pelo método de Penman-Monteith, em períodos mensais e semanais. De acordo com Oliveira *et al.* (2008) o método que mais superestimou a ET_0 independentemente do intervalo de comparação foi o de Hargreaves-Samani, para localidade de Viçosa-MG, ocorrendo, comportamento contrário ao desse estudo.

Na análise dos resultados obtidos na escala diária

observa-se que os métodos, exceto Hargreaves-Samani e Irrigâmetro P4, apresentam índices de concordância (d) mais altos, evidenciando seus melhores desempenhos.

Na análise dos resultados obtidos na escala de três dias, todos os métodos apresentaram melhores índices de precisão “r”, de desempenho “c” e de concordância, exceto o método Hargreaves-Samani que apresentou uma classificação “sofrível” ($C = 0,46$). Com relação à estimativa do erro padrão, o maior valor encontrado foi para o referido método ($1,73 \text{ mm d}^{-1}$). Resultado semelhante foi obtido por Tagliaferre *et al.* (2006) na escala de três dias para as condições de Viçosa, MG e por Silva *et al.* (2008) para o município de Vitória da Conquista-BA. Na escala de três dias a segunda maior estimativa do erro padrão foi para o método Penman Modificado ($1,26 \text{ mm d}^{-1}$), superestimando a ET_0 em $0,91 \text{ mm d}^{-1}$. O método de Radiação apresentou o melhor índice de desempenho ($C = 0,95$), classificado como ótimo. Os Irrigômetros com os níveis de água iguais a 3 e 4 cm demonstraram desempenho “bom” para a escala de três dias, tendo melhorado seus índices de desempenho em comparação à escala diária.

No intervalo de cinco dias, constata-se um aumento dos coeficientes de determinação e de ajuste, com valores mais próximos da unidade, e em redução da estimativa do erro padrão, com valores mais próximos de zero para a maioria dos métodos estudados, comparativamente ao intervalo diário.

Na Figura 1 encontram-se os gráficos relacionando os valores diários de evapotranspiração de referência estimados pelos métodos estudados com os obtidos com uso do método Penman-Monteith – FAO 56.

Observa-se, na Figura 1, que as linhas de tendência do método de Radiação e do Irrigâmetro-P3, praticamente acompanham a linha de valores 1:1 apresentando melhores desempenhos do que os outros métodos considerados neste estudo, tendo por base o método de Penman-Monteith – FAO 56. Isso demonstra que os valores obtidos por esses métodos estão bem correlacionados com os do método de Penman-Monteith – FAO 56. A dispersão dos valores de ET_0 em relação à linha de tendência está associada ao nível de água dentro do evaporatório do Irrigâmetro que, como já foi mencionado anteriormente não era o nível ideal para a estimativa da ET_0 .

O método de Penman modificado e Irrigâmetro-P4 superestimaram a ET_0 , ocorrendo comportamento contrário para o método de Hargreaves-Samani. O Irrigâmetro-P4 apresentou maior dispersão dos dados ao redor da linha de

tendência, enquanto que os dados do método de Hargreaves-Samani não acompanharam a mesma linha de tendência e, portanto, para o seu emprego exige-se que se façam novas pesquisas, usando uma maior série de dados meteorológicos.

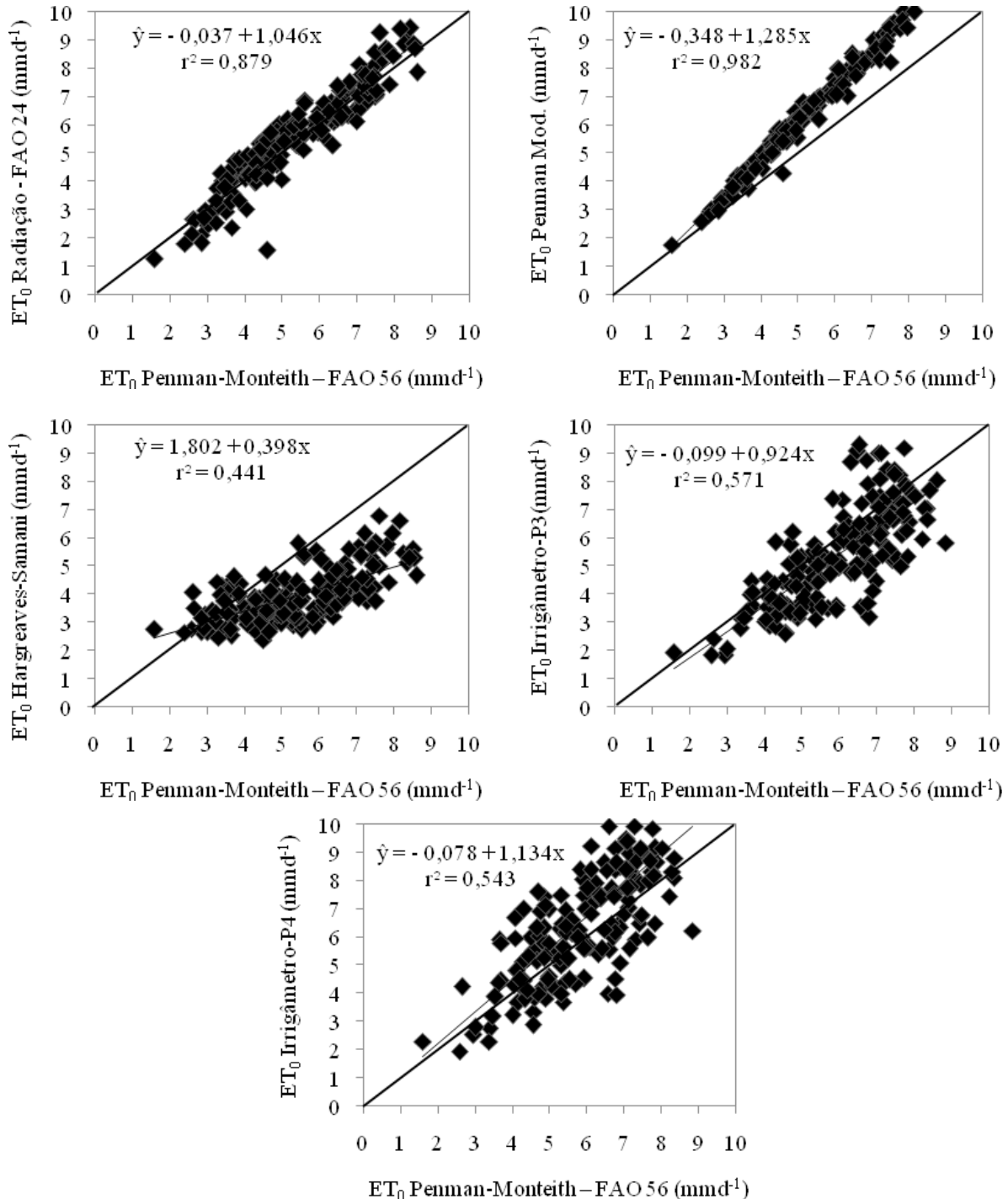


Figura 1. Equações e coeficientes de determinação obtidos entre os valores de ET_0 estimado pelos métodos de Radiação, Penman Modificado, Irrigâmetro e Hargreaves-Samani, com os valores de ET_0 determinados pelo método de Penman-Monteith - FAO 56, para período diário.

Nas Figuras 2 e 3 encontram-se os gráficos relacionado os valores de ET_0 estimados pelos métodos estudados, pelo Irrigâmetro e pelo método de Penman-Monteith – FAO 56, para intervalos de três e cinco dias, respectivamente.

Verifica-se nas Figuras 2 e 3 que o agrupamento

dos valores de ET_0 em períodos maiores tende a melhorar a estimativa, haja vista ser mantido o mesmo comportamento dos métodos estudados. O método de Hargreaves-Samani foi, dentre os métodos estudados, o que mais subestimou a ET_0 , independentemente do período de comparação.

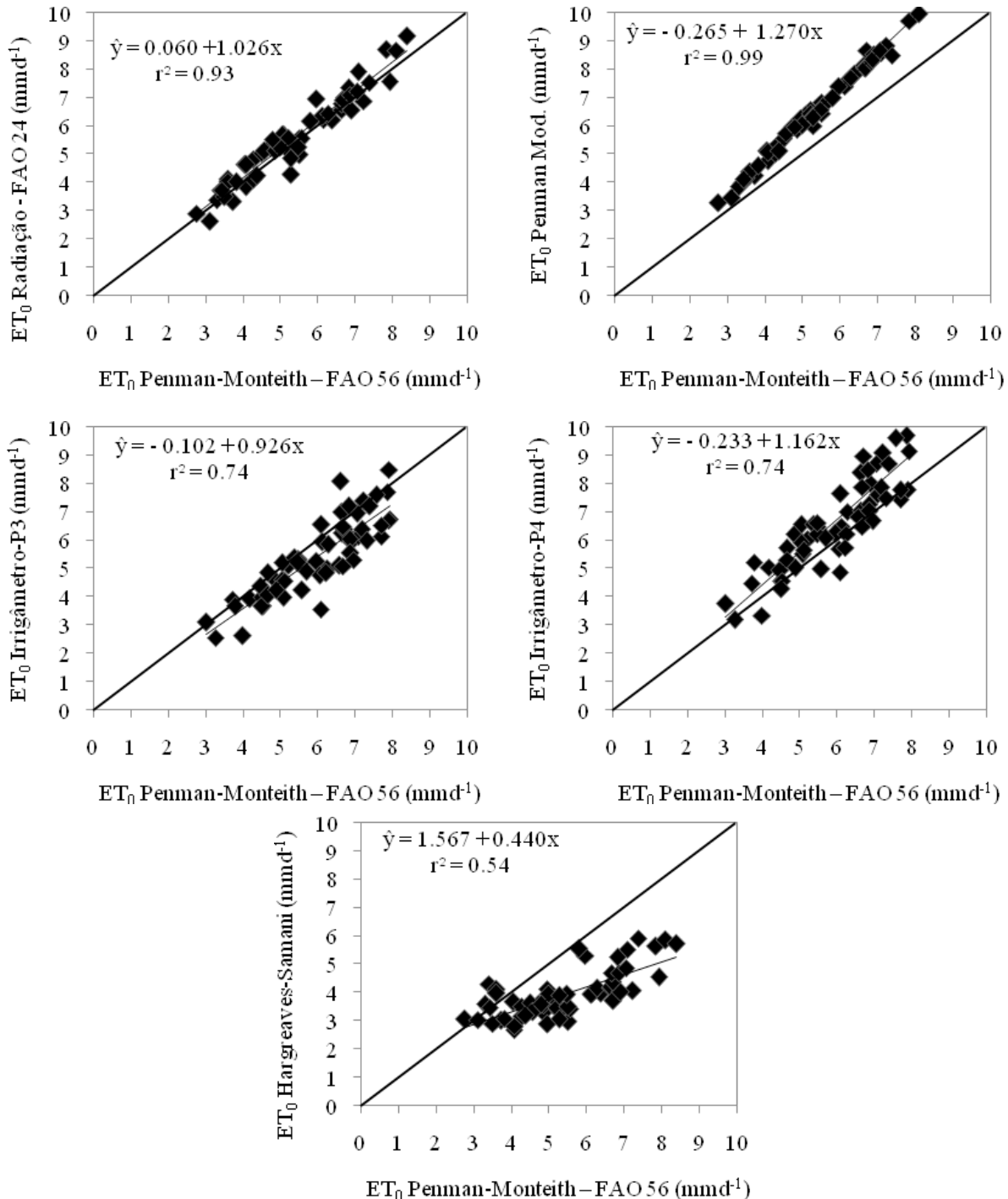


Figura 2. Equações e coeficientes de determinação obtidos entre os valores de ET_0 estimado pelos métodos de Radiação, Penman Modificado, Irrigâmetro e Hargreaves-Samani, com os valores de ET_0 determinados pelo método de Penman-Monteith - FAO 56, para períodos de três dias.

Resultados contrários aos obtidos neste trabalho foram encontrados por Reis *et al.* (2007) quando avaliaram o desempenho de métodos empíricos para estimativa da evapotranspiração de referência

para três localidades do Estado do Espírito Santo e por Tagliaferre *et al.* (2010) no estudo comparativo de diferentes metodologias para determinação da evapotranspiração de referência em Eunápolis-BA.

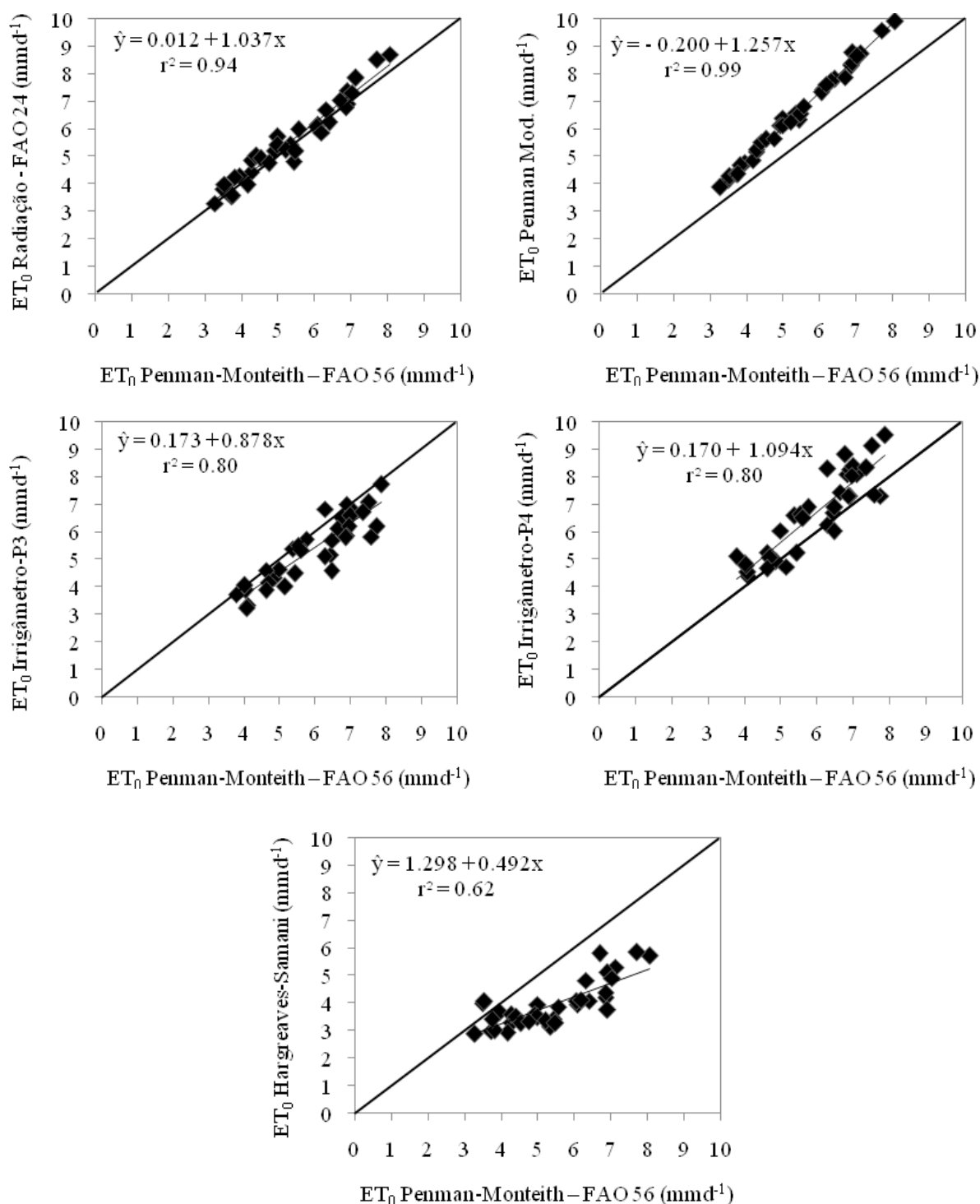


Figura 3. Equações e coeficientes de determinação obtidos entre os valores de ET₀ estimado pelos métodos de Radiação, Penman Modificado, Irrigâmetro e Hargreaves-Samani, com os valores de ET₀ determinados pelo método de Penman-Monteith - FAO 56, para períodos de cinco dias.

CONCLUSÕES

- Os métodos que apresentaram melhor desempenho na estimativa da evapotranspiração de referência, em comparação ao método padrão Penman-Monteith FAO 56 foram: Radiação - FAO 24, Penman Modificado - FAO 24, e o Irrigâmetro operando com nível de água igual a 3 cm;
- O Irrigâmetro operando com o nível de água igual a 3 cm apresentou desempenho satisfatório na estimativa da evapotranspiração de referência, em todos os intervalos de tempo estudados;
- O método Penman Modificado - FAO 24 superestimou os valores de ET₀ obtidos pelo método padrão Penman-Monteith - FAO 56; e
- O método de Hargreaves-Samani subestimou a ET₀ obtida pelo método de Penman-Monteith - FAO 56, em todos os intervalos de tempo analisados, sendo considerado o pior método.

AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) pelo financiamento da pesquisa e ao Instituto Federal Baiano de Guanambi (IFBA) pela disponibilização da área experimental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G. A Penman for all seasons. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.112, n.4, p.348-386, 1986.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 310p. (Irrigation and drainage Paper, 56).

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

ARAÚJO, W.F.; COSTA, A.A.; SANTOS, A.E. dos. Comparação entre métodos de estimativas da evapotranspiração de referência (ET₀) para Boa

Vista-RR. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.4, p.84-88, 2007.

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, 1977.

CONCEIÇÃO, M.A.F.; MANDELLI, F. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência em Bento Gonçalves, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Campinas, v.13, n.2, p.303-307, 2005.

DOORENBOS, J.; PRUITT, J.O. **Crop water requirement**. Rome: FAO, 1977. 144p. Irrigation and Drainage Paper 24.

HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Engineering Agriculture**, v.1, n.2, p.96-99, 1985.

JENSEN, M.E.; BURMAN, R.D.; ALLEN, R.G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: ASCE, 1990. 332p.

LEY, T.W.; HILL, R.W.; JENSEN, D.T. Errors in Penman-Wright alfalfa reference evapotranspiration estimates: I. Model sensitivity analyses. **Transaction of ASAE**, v.37, n.6, p.1853-1861, 1994a.

LEY, T.W.; HILL, R.W.; JENSEN, D.T. Errors in Penman-Wright alfalfa reference evapotranspiration estimates: II. Effects of weather sensor measurement variability. **Transaction of ASAE**, v.37, n.6, p.1863-1870, 1994b.

LIMA F.S. **Situação Econômica do Município de Guanambi - Ba**. Portal do Geógrafo, 2005. Disponível em: <<http://www.portaldogeografo.hpg.com.br/artigos/gbieconomia.htm?#>>. Acesso em: 10 de outubro de 2010.

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.

OLIVEIRA, R.A.; TAGLIAFERRE, C.; SEDIYAMA, G.C.; MATERAN, F.J.V.; CECON, P.R. Desempenho do irrigâmetro na estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.2, p.166-173, 2008.

REIS, E.F. dos; BRAGANÇA, R.; GARCIA, G. de O.; PEZZOPANE, J.E.M.; TAGLIAFERRE, C. Estudo comparativo da estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades do estado do Espírito Santo no período seco. **Revista Idesia**, Chile, v.25, n.3, p.75-84, 2007.

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.

SILVA, J.P.; TAGLIAFERRE, C.; SANTOS, L.C.; CABACINHA, C.D.; CASTRO, L.G. FERNANDES, J.C.B.; COSTA, H.A. Desempenho de métodos da estimativa da evapotranspiração

de referência para o município de Vitória da Conquista - BA. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 18, 2008, São Mateus - ES. **Anais...** São Mateus-ES, 2008.

SMITH, M. **Report on the expert consultation on revision of crop water requirements**. Rome: FAO, 1991. 45p.

SOUZA, M. do S.M. de; BEZERRA, F.M.L.; VIANA, T.V. de A.; TEÓFILO, E.M.; CAVALCANTE, I.H.L. Evapotranspiração do Maracujá nas condições do Vale do Curu. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p.11-16, 2009.

TAGLIAFERRE, C.; OLIVEIRA, R.A. de; SEDIYAMA, G.C.; CECON, P.R.; DENICULI, W.; MARTINEZ, M.A.; MATERAN, F.J.V. Estimativa da evapotranspiração de referência usando minievaporímetro operando com irrigâmetro modificado. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.14, n.3, p.212-223, 2006.

TAGLIAFERRE, C.; SILVA, R.A. de J.; ROCHA, F.A.; SANTOS, L. da C.; SILVA, C. dos S. Estudo comparativo de diferentes metodologias para determinação da evapotranspiração de referência em Eunápolis-BA. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.1, p.103-111, 2010.

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