

ESTUDO COMPARATIVO DE DIFERENTES METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM EUNÁPOLIS-BA¹

CRISTIANO TAGLIAFERRE^{2*}, RICARDO APOLÔNIO DE JESUS SILVA³, FELIZARDO ADENILSON ROCHA⁴,
LUCAS DA COSTA SANTOS³, CLÁUDIA DOS SANTOS DA SILVA³

RESUMO - Neste trabalho objetivou-se avaliar o desempenho de algumas equações empíricas usadas para estimar a evapotranspiração de referência em relação ao método padrão Penman-Monteith FAO – 56 para as condições climáticas do município de Eunápolis – BA. Foram utilizadas variáveis climáticas referentes aos anos de 2006 e 2007 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 ET_0 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 c, estimativa do erro padrão (EEP), índice de concordância (d), índice de confiança ou desempenho c, nas escalas de um, três, cinco e sete dias. Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que o método Hargreaves-Samani superestimou a ET_0 em 23% caracterizando-o como o pior método para estimá-la. O método da Radiação e Blaney-Cridle apresentaram desempenho satisfatório para estimativa da ET_0 para as condições climáticas da região estudada.

Palavras-chave: Variáveis climáticas. Equações empíricas. Evapotranspiração.

PERFORMANCE OF EMPIRICAL METHODS IN THE ESTIMATION OF EVAPOTRANSPIRATION OF REFERENCE FOR THE CITY OF EUNÁPOLIS - BA

ABSTRACT - The aim of this work was to evaluate some empirical equations performance used to estimate the evapotranspiration of reference in relation to the standard method Penman-Monteith FAO – 56 for the climatic conditions of the city of Eunápolis – BA. Climatic variables were used as referrals to the years of 2006 to 2007 obtained through the automatic platform collection of data from Hydrical Resources Superintendency of Bahia / National Institute for Space Research, where it was obtained the average for two years. In order to compare the values of ET_0 estimated by empirical equations with the standard method Penman-Monteith (FAO 56), were considered the parameters of the regression equation (a and b), the coefficient of determination (r^2), coefficient correlation c, estimate of the standard err (EEP), index of agreement (d), index of confidence or performance c, in the scales of one, three, five and seven days. The results obtained from this study reveal that the Hargreaves-Samani method overestimated the ET_0 in 23% characterizing it as the less method to estimate it. The methods of Radiation and Blaney-Cridle satisfactorily met the estimate of ET_0 for the climatic condition on the studied region.

Keywords: Climatic variables. Empirical equations. Evapotranspiration.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 05/06/2009; aceito para em 02/04/2010.

²Professor Adjunto da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Estrada do Bem querer, Km 04, 45083-900, Vitória da Conquista - BA; tagliaferre@yahoo.com.br

³Graduandos em Agronomia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Caixa Postal 95, 45083-900, Vitória da Conquista - BA.

⁴Professor Adjunto do Instituto Federal da Bahia – INFET/BA, 45810-000, Porto Seguro - BA; felizardo@yahoo.com.br

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 pelas culturas são fundamentalmente 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 a 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.

Na literatura existem diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência, que de acordo com Burman et al. (1983) ela pode ser obtida a partir de medidas diretas ou estimada a partir de elementos climáticos, utilizando-se modelos ou métodos teórico-empíricos. Os métodos teóricos ou métodos micrometeorológicos, que são baseados em princípios físicos, apresentam alta precisão, mas têm limitações por necessitarem de instrumentação adequada, impedindo a sua utilização na maioria das vezes (BERLATO; MOLION, 1981). Entretanto, os métodos empíricos, que utilizam dados meteorológicos, são muito utilizados na estimativa da evapotranspiração de referência, destacando-se dentre eles os modelos de Penman-Monteith – FAO 56, Penman Modificado – FAO 24, Radiação – FAO 24, Hargreaves-Samani (1985) e o tanque Classe A. O método de Penman-Monteith – FAO 56 é considerado padrão para a estimativa da ET_0 por englobar os parâmetros físicos que governam a troca de energia e os aspectos aerodinâmicos e fisiológicos da cultura (ALLEN et al., 1998).

Com o advento da tecnologia empregada nas estações meteorológicas automáticas que permitem medir e registrar os elementos meteorológicos em frações de tempo cada vez menores, o emprego das equações empíricas de estimativa da evapotranspiração de referência ganhou importância, devido à facilidade com que os dados são manipulados e por estarem disponíveis em meios eletrônicos de fácil acesso. No entanto, Jensen et al. (1990) citam que o uso de um modelo para estimativa da evapotranspiração em uma determinada região pressupõe sua validade para cada localidade, sendo de fundamental importância fazer uma comparação e uma calibração dos diferentes modelos para cada localidade onde se deseja utilizá-los, levando em consideração as condições locais. As maiorias das equações desenvolvidas não são universalmente aplicadas, sem as modifica-

ções ou calibrações locais, para cada situação de cultura ou condição climática.

Bonomo (1999) comenta, ainda, que em condições de manejo de irrigação e em locais distantes de estações meteorológicas completas, a utilização dos métodos simplificados, como os tanques de evaporação ou os que usam a temperatura do ar, justifica-se em virtude de sua utilização e interpretação dos resultados e do custo relativamente baixo, quando comparados com outras possibilidades.

O Extremo Sul do estado da Bahia compreende os pólos de Teixeira de Freitas e Eunápolis. É a região que apresenta a maior produção de mamão do estado. Para determinar o quanto de água está sendo perdido por evaporação e transpiração, é necessária a utilização de métodos que permitam estimar as perdas de água que serão repostas via sistemas de irrigação, caso as chuvas não sejam suficientes. Embora o índice pluviométrico de Eunápolis seja satisfatório com uma média de 1000 a 1200 mm por ano, a irregularidade das chuvas e a disponibilidade de água dos seus mananciais favorecem o uso de sistemas de irrigação. No entanto, existe carência de informações sobre a aplicabilidade dos métodos de estimativa da evapotranspiração para quantificar de forma precisa as reais necessidades de água dos cultivos, o que poderá conduzir ao manejo inadequado dos sistemas de irrigação.

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 em relação ao método padrão Penman-Monteith – FAO 56 para as condições climáticas do Município de Eunápolis-BA.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Município de Eunápolis encontra-se localizado numa latitude 16°22'40" Sul, longitude 39°44'48" Oeste e altitude de 189 metros, situado na região Sul da Bahia, sub-região Extremo Sul. O Município é cortado por diversos cursos d'água, sendo os mais importantes os rios Buranhém, Jacarandá, Sapucaieira e Santa Cruz. O clima é classificado como subúmido com vegetação típica de Mata Atlântica, apresentando temperatura média anual de 23,2 °C e precipitação pluviométrica média de 1000 a 1200 mm/ano.

Para estimativa da ET_0 obtiveram-se da plataforma automática de coleta de dados da Superintendência de Recursos Hídricos da Bahia/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (SRH/INPE) as seguintes variáveis climáticas: radiação solar acumulada, temperatura máxima, mínima e média do ar, umidade relativa máxima, mínima e média do ar e velocidade média do vento, referentes aos anos de 2006 e 2007. Com o propósito de tornar os dados agromete-

orológicos utilizados mais homogêneos, foram eliminadas aquelas informações discrepantes, incompletas ou inconsistentes.

Foi utilizado o Programa Computacional REF-ET (ALLEN, 2000) para a estimativa da ET_0 pelos métodos Penman-Monteith – FAO 56, Penman Modificado – FAO 24, Radiação – FAO 24, Blaney-Criddle - FAO 24, Hargreaves-Samanni (1985), Priestley-Taylor e Turc, os quais foram comparados com o método padrão Penman-Monteith – FAO 56. Esses métodos foram estudados porque, à exceção dos dois últimos, eles são recomendados pelo Bolletim FAO 24 e 56.

A análise do desempenho dos métodos estudados foi realizada comparando-se os valores de evapotranspiração de referência obtidos por cada método com os obtidos com uso do método padrão Penman-Monteith – FAO 56, por meio da análise de regressão, na escala de um, três, cinco e sete dias. 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). 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.

A precisão foi dada pelo coeficiente de determinação, a qual indica o grau em que a regressão explica a soma do quadrado total. 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 é calculado aplicando-se a seguinte expressão:

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

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

Os resultados das comparações entre os valores de evapotranspiração de referência obtidos pelos métodos estudados com os valores estimados pelo método de Penman-Monteith - FAO 56 nas escalas de um, três, cinco e sete dias encontram-se na Tabela 1.

Os resultados obtidos na escala diária mostraram que o método de Blaney-Criddle apresentou o melhor índice de desempenho ($C = 0,97$), classificado como ótimo. Ainda com desempenho ótimo ficaram também os métodos Penman Modificado e Radiação, porém, o índice de desempenho apresentou um valor inferior a 0,97. O método Hargreaves-Samani foi caracterizado como mediano ($C = 0,60$), enquanto os métodos Priestley-Taylor e Turc tiveram índice de desempenho 0,85 e 0,81 respectivamente, sendo classificado como muito bom. Junior et al., (2005) avaliaram o desempenho dos métodos de Priestley-Taylor e Thorthwaite para estimativa de ET_0 na escala decenal para as condições de Teresina-PI, em comparação à equação de Penman-Monteith (padrão FAO-1998) e concluíram que o método de Priestley-Taylor pode ser utilizado para estimativa de ET_0 na escala decenal apresentando assim um alto índice de determinação. Resultados semelhantes foram encontrados neste estudo, em que se verificou uma melhoria no desempenho desse método com o aumento da escala do tempo.

O método de Hargreaves-Samani apresentou alto valor de estimativa do erro padrão, $1,30\ mm\ d^{-1}$, superestimando a ET_0 obtida pelo método padrão em $0,94\ mm\ d^{-1}$, correspondendo a 23%. Apesar de o método apresentar simplicidade no seu uso, a sua adoção nessas condições climáticas deverá ser feita com restrição, ou seja, poderá ser utilizado desde que se utilize um coeficiente de ajuste ou correção para evitar superestimativa no consumo de água pelas culturas. Estes resultados corroboram com Jensen et al (1990), os quais citam que os métodos que se baseiam na temperatura do ar e na radiação, caso de Hargreaves-Samani, tendem a superestimar a evapotranspiração de referência em 15 a 25%, em climas úmidos. 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. Resultados semelhantes também foram encontrados por Araújo et al. (2007), que testaram alguns métodos de evapotranspiração para a região de Boa Vista-RR e por Souza e Yoder (1994) no inteiro do Ceará. Já 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.

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

Métodos	a	b	r^2	EEP	r	d	c	Classificação*	ET_0 (mm)
Diária									
PM FAO 56									4,16
Penman Mod.	-1,350	1,450	0,98	0,880	0,99	0,939	0,93	Ótimo	4,68
Radiação	-0,200	1,056	0,93	0,440	0,96	0,978	0,94	Ótimo	4,20
Blaney-Criddle	-0,104	0,943	0,98	0,400	0,99	0,980	0,97	Ótimo	3,82
Hargr.-Samani	2,992	0,507	0,64	1,300	0,80	0,747	0,60	Mediano	5,10
Priestley-Taylor	0,688	0,753	0,84	0,680	0,92	0,931	0,85	Muito Bom	3,85
Turc	0,745	0,670	0,85	0,890	0,92	0,878	0,81	Muito Bom	3,55
Três dias									
PM FAO 56									4,16
Penman Mod.	-1,340	1,447	0,99	0,790	0,99	0,935	0,93	Ótimo	4,68
Radiação	-0,256	1,069	0,95	0,320	0,98	0,985	0,96	Ótimo	4,20
Blaney-Criddle	-0,059	0,932	0,99	0,380	0,99	0,976	0,97	Ótimo	3,82
Hargr.-Samani	2,548	0,614	0,77	1,140	0,88	0,774	0,68	Mediano	5,10
Priestley-Taylor	0,461	0,807	0,88	0,560	0,94	0,942	0,88	Muito Bom	3,82
Turc	0,658	0,691	0,90	0,790	0,95	0,877	0,83	Muito Bom	3,54
Cinco dias									
PM FAO 56									4,16
Penman Mod.	-1,266	1,429	0,99	0,750	0,99	0,935	0,93	Ótimo	4,68
Radiação	-0,229	1,063	0,96	0,280	0,98	0,988	0,97	Ótimo	4,20
Blaney-Criddle	-0,014	0,921	0,99	0,380	0,99	0,974	0,96	Ótimo	3,82
Hargr.-Samani	2,340	0,665	0,83	1,090	0,91	0,783	0,71	Bom	5,10
Priestley-Taylor	0,413	0,820	0,88	0,530	0,94	0,943	0,89	Muito Bom	3,82
Turc	0,645	0,695	0,92	0,770	0,96	0,873	0,84	Muito Bom	3,54
Sete dias									
PM FAO 56									4,16
Penman Mod.	-1,374	1,455	0,99	0,750	0,99	0,930	0,92	Ótimo	4,68
Radiação	-0,383	1,100	0,97	0,260	0,98	0,988	0,97	Ótimo	4,20
Blaney-Criddle	-0,036	0,926	0,99	0,370	0,99	0,972	0,96	Ótimo	3,82
Hargr.-Samani	2,261	0,683	0,83	1,070	0,91	0,777	0,71	Bom	5,10
Priestley-Taylor	0,213	0,867	0,91	0,480	0,95	0,951	0,90	Muito Bom	3,82
Turc	0,730	0,498	0,94	0,740	0,97	0,878	0,85	Muito Bom	3,54

*Camargo & Sentelha (1977)

Os métodos, Turc e Penman Modificado subestimaram a ET_0 em 15% e 12%, respectivamente, em relação ao método padrão. Na análise dos resultados obtidos na escala diária as equações estudadas, exceto a de Hargreaves-Samani, apresentaram índices de concordância (d) próximos de 1, caracterizando concordância quase perfeita. Os métodos Blaney-Criddle e Radiação apresentaram estimativa do erro padrão iguais a 0,40 e 0,44 $mm \cdot d^{-1}$, respectivamente, tendo desempenho similar.

Na análise dos resultados obtidos na escala de três dias, todos os métodos apresentaram altos índices de precisão “r”, de desempenho “c” e de concordância, exceto o método Hargreaves-Samani que apresentou uma classificação mediana $C = 0,68$. Com relação à estimativa do erro padrão, o maior valor encontrado foi para o referido método

(1,14 $mm \cdot d^{-1}$). 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 Turk e Penman Modificado (0,79 $mm \cdot d^{-1}$), subestimando a ET_0 em 0,62 $mm \cdot d^{-1}$ e superestimando em 0,52 $mm \cdot d^{-1}$, respectivamente. Mesmo tendo um erro padrão semelhante ao método Turk, Penman Modificado foi classificado como ótimo. Nas outras comparações de tempo estudadas, verifica-se que os desempenhos dos métodos seguiram a mesma ordem, apresentando uma leve melhoria nos seus coeficientes.

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

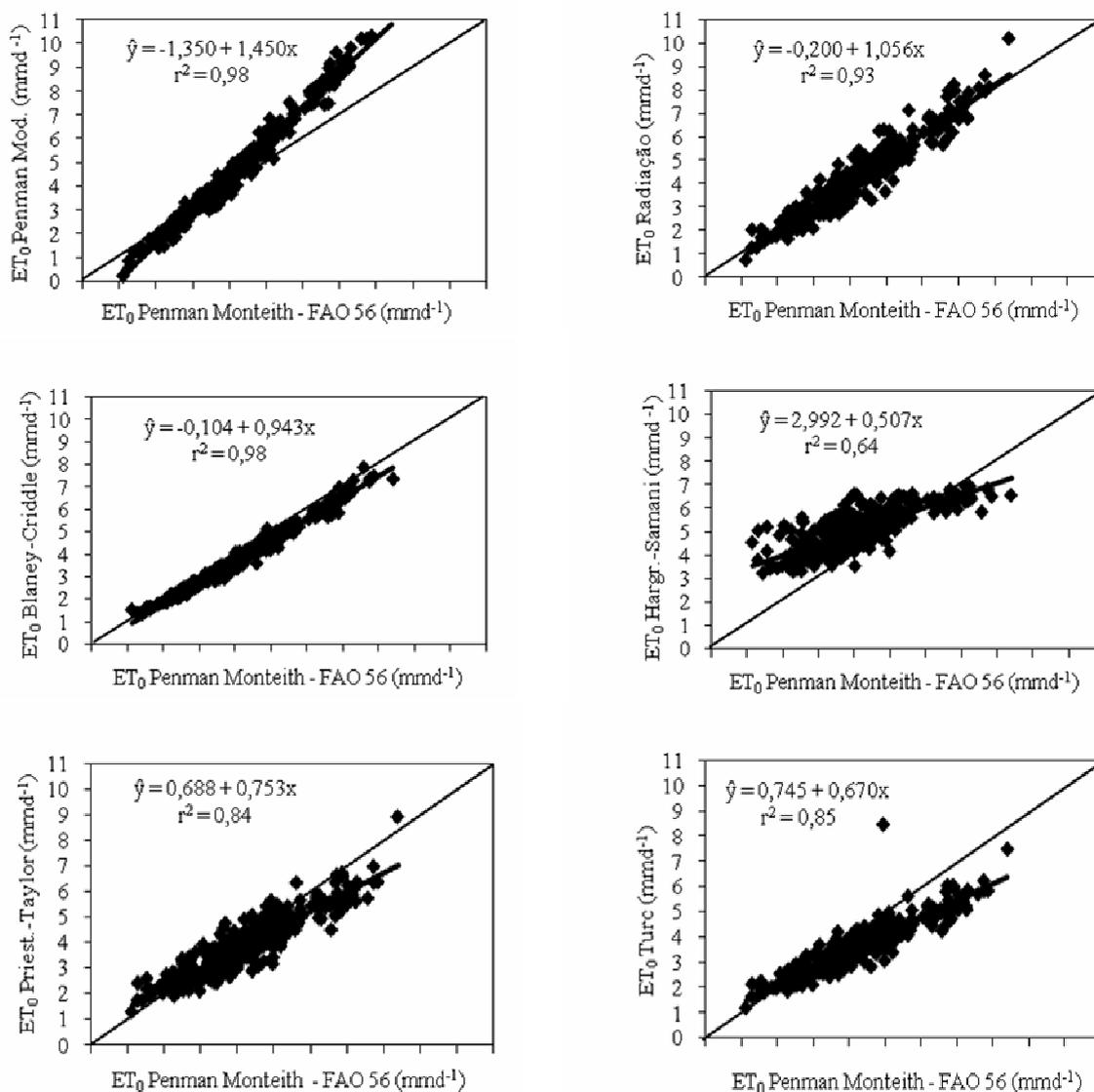


Figura 1. Equações e coeficientes de determinação obtidos entre os valores de ET_0 estimada pelos métodos de Penman Modificado, Radiação, Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani, Priestley-Taylor e Turc, com os valores de ET_0 determinados pelo método de Penman-Monteith - FAO 56, para período diário.

Analisando a Figura 1 verifica-se que o método de Penman Modificado subestimou a ET_0 para valores menores que $3 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ e superestimou para valores maiores. Nos métodos de radiação e Blaney-Criddle não ocorreram grandes dispersões dos dados ao redor da linha de tendência e os mesmos acompanharam a reta de valores 1:1. Isso demonstra que os valores obtidos por esses métodos estão bem correlacionados com os do método de Penman-Monteith – FAO 56. Esses resultados corroboram com os obtidos por Pereira et al. (2009) na região da Serra da Mantiqueira-MG. Resultado contrário foi obtido para o método Hargreaves-Samani que apresentou maior dispersão dos dados ao redor da linha de tendência e

a mesma não acompanhou a reta de valores 1:1. Os métodos Priestley-Taylor e Turc subestimaram os valores de ET_0 obtidos pelo método padrão. A análise das Figuras 2, 3 e 4 mostram que o agrupamento dos valores de ET_0 em períodos maiores tende a melhorar a estimativa, tendo sido mantido o mesmo comportamento dos métodos estudados. O método de Hargreaves-Samani foi, dentre os métodos estudados, o que mais superestimou a ET_0 , independentemente do período de comparação. Resultados parecidos com os 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. Jensen et al. (1990) encon-

traram boas estimativas de ET_0 pelo método de Hargreaves-Samani para intervalos de tempo maiores do que dez dias.

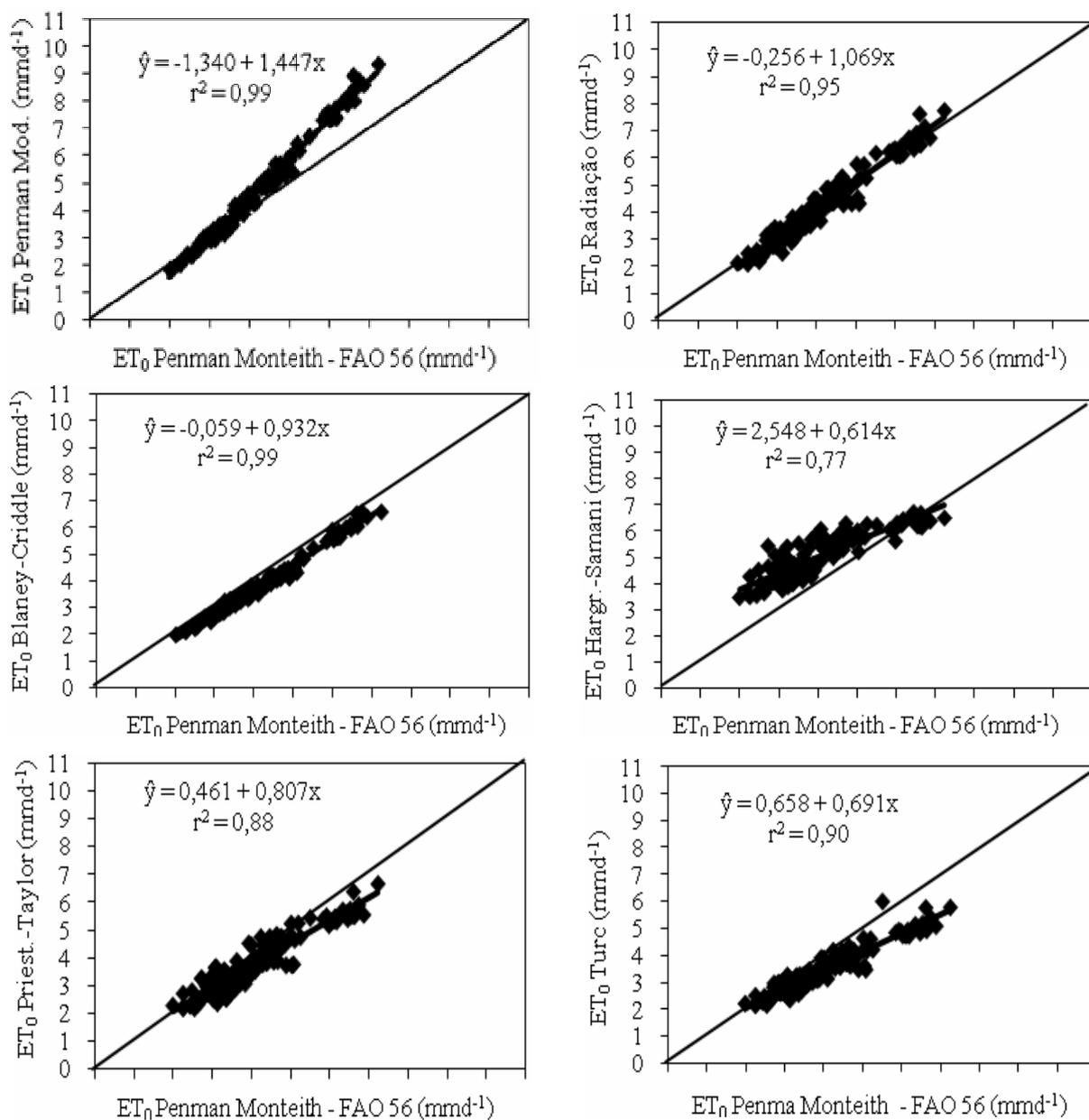


Figura 2. Equações e coeficientes de determinação obtidos entre os valores de ET_0 estimada pelos métodos de Penman Modificado, Radiação, Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani, Priestley-Taylor e Turc, com os valores de ET_0 determinados pelo método de Penman-Monteith FAO 56, para períodos de três dias.

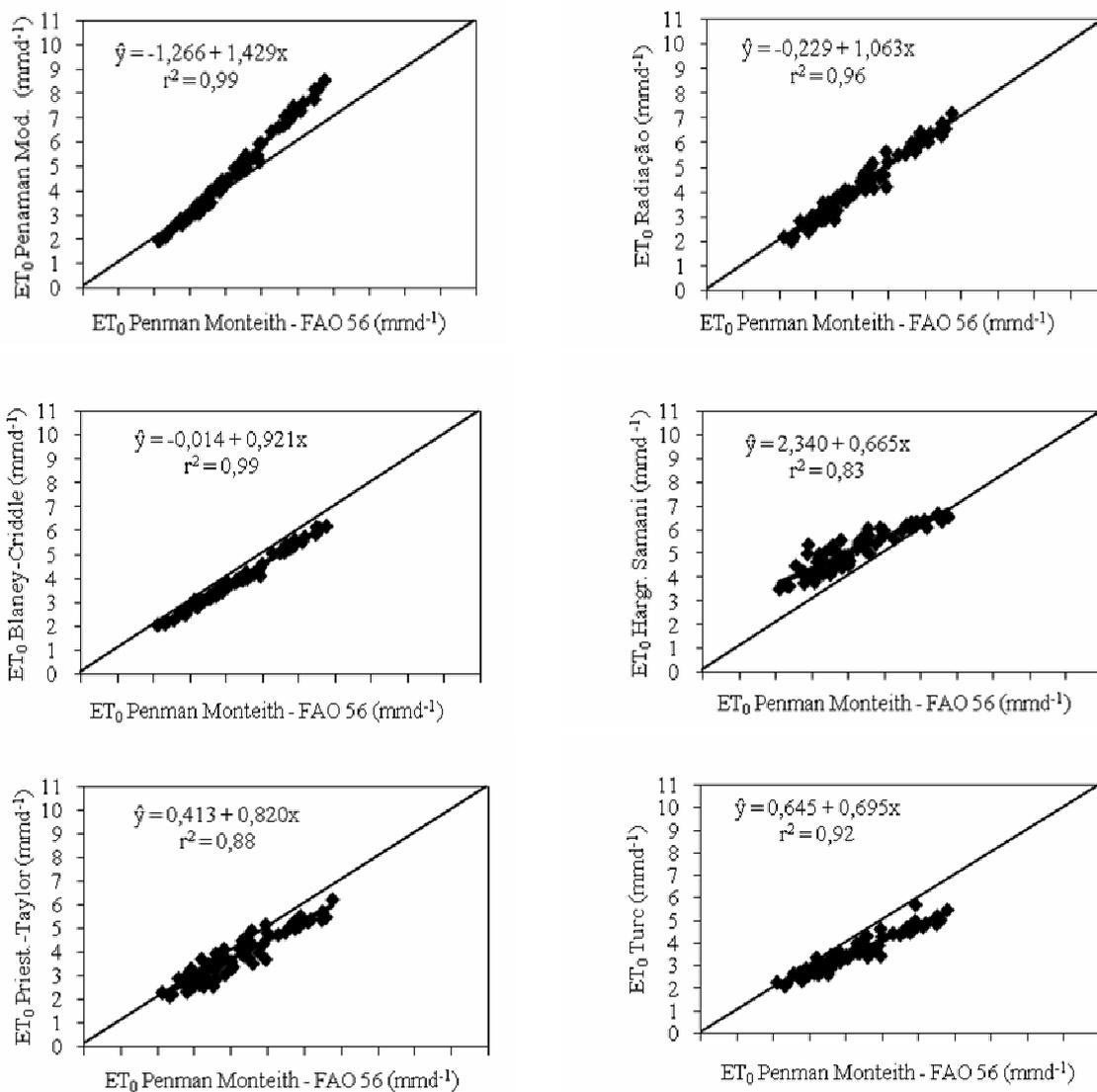


Figura 3. Equações e coeficientes de determinação obtidos entre os valores de ET₀ estimada pelos métodos de Penman Modificado, Radiação, Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani, Priestley-Taylor e Turc, com os valores de ET₀ determinados pelo método de Penman-Monteith FAO 56, para períodos de cinco dias.

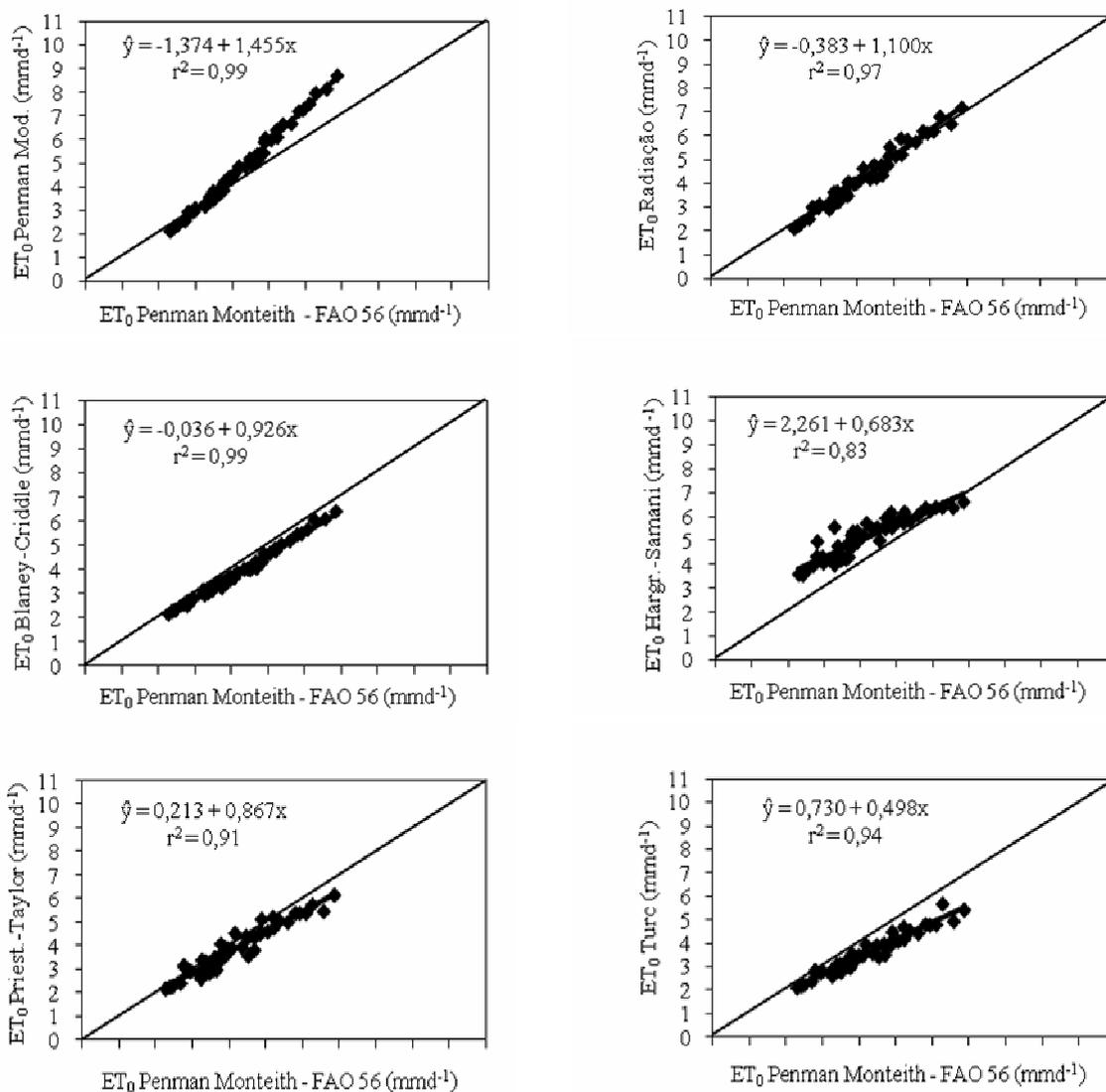


Figura 4. Equações e coeficientes de determinação obtidos entre os valores de ET₀ estimada pelos métodos de Penman Modificado, Radiação, Blaney-Cridde, Hargreaves-Samani, Priestley-Taylor e Turc, com os valores de ET₀ determinados pelo método de Penman-Monteith FAO 56, para períodos de sete dias.

CONCLUSÕES

O método de Blaney-Cridde e da Radiação apresentam melhor desempenho para estimativa de ET₀ em todos os períodos de tempo estudado;

Os métodos Priestley-Taylor e Turc subestimam os valores de ET₀ obtidos pelo método padrão Penman-Monteith – FAO 56;

O método de Hargreaves-Samani se destaca como o pior método usado para estimar a ET₀.

REFERÊNCIAS

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. et al. **Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. 310 p. (FAO - Irrigation and drainage paper, 56).

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

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.

BERLATO, M. A.; MOLION, L. C. B. **Evaporação**

- e **evapotranspiração**. Porto Alegre: IPAGRO: Secretaria de Agricultura, RS. 1981. 95 p. (Boletim técnico, 7).
- BONOMO, R. **Análise da irrigação na cafeicultura em áreas de cerrado de Minas Gerais**. 1999. 224 f. Tese (Doutorado em engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.
- BURMAN, R. D. et al. Water requirements. In: JENSEN, M. E. **Design operation of farm irrigation system**. St. Joseph: Transactions of ASAE, 1983. p.189-232.
- 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.
- 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. 332 p.
- JÚNIOR, L. G. M. F.; JÚNIOR A. S. A.; BASTOS E. A. Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência na escala decedial para Teresina, Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14, 2005, Campinas-SP, **Anais...** Campinas: Estatística e modelagem, 2005, p. 89-90.
- OLIVEIRA, R. A. et al. 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.
- PEREIRA, D. dos R. et al. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região da Serra da Mantiqueira, MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2488-2493, 2009.
- REIS, E. F. dos et al. 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, J. P. et al. 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.
- SILVA, V. P. R. et al. Estimativa da evapotranspiração de referência pelos métodos de Penman-Monteith – FAO-56, Hargreaves e Tanque Classe A em períodos diários e mensais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12, E REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: 2001, p. 467-468.
- SOUZA, F. de; YODER, R. ET estimation in the Northeast of Brazil: Hargreaves or Penman-Monteith equation. **Transaction of ASAE**, ST. Joseph, 1994. 6 p. (ASAE – Paper, 942545).
- SOUZA, M. do S. M. de et al. Evapotranspiração do Maracujá nas condições do Vale do Curu. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 11-16, 2009.
- TAGLIAFERRE, C. et al. Estimativa da evapotranspiração de referência usando minievaporímetro operando com Irrigâmetro modificado. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 14, n. 3, p. 212-223, 2006.
- 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.