



## Evapotranspiração de referência por diferentes métodos para o município de Chapadinha-MA

Mádilo Lages Vieira Passos<sup>1\*</sup>, Anselmo Baganha Raposo<sup>1</sup>, Telmo José Mendes<sup>1</sup>

**RESUMO:** Estimar o consumo hídrico de uma cultura agrícola possibilita o planejamento do suprimento artificial de água de maneira mais precisa e racional. Objetivou-se com o estudo, avaliar o desempenho dos métodos de Camargo, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise e Priestley-Taylor, na estimativa da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) diária tendo como referência o método FAO Penman-Monteith, para o município de Chapadinha-MA. Os valores de ET<sub>o</sub>, foram comparados por meio da análise de correlação e regressão linear. Para a avaliação do desempenho estatístico dos modelos, foram empregados os indicadores de raiz quadrada do erro quadrático médio (REQM), coeficiente de correlação (r), coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), índice de concordância (d) e o índice de confiança ou desempenho (c). Os métodos de Jensen-Haise, Priestley-Taylor e Hargreaves-Samani, apresentaram tendência de superestimar os valores de ET<sub>o</sub> em relação aos obtidos pelo método padrão. Em contrapartida, observou-se no método de Camargo tendência em fornecer estimativas de ET<sub>o</sub> inferiores àquelas obtidas pelo método padrão. Recomenda-se para o município de Chapadinha-MA, o uso do método de Priestley-Taylor, mesmo apresentando tendência em superestimar os valores de ET<sub>o</sub>, foi o que melhor se ajustou em relação aos demais, sendo uma alternativa ao método padrão FAO Penman-Monteith.

**Palavras-chave:** agrometeorologia, manejo de água, penman-monteith.

### Evapotranspiration of reference for different methods for the municipality of Chapadinha-MA

**ABSTRACT:** Estimating water consumption of agricultural crop enables the artificial water supply planning in a more precise and rational. The objective of the study, evaluate the performance of the methods of Camargo, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise and Priestley-Taylor, in the estimation of reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) daily with reference to the FAO Penman-Monteith method, to the municipality of Chapadinha-MA. ET<sub>o</sub> values were compared by analysis of correlation and linear regression. For the performance evaluation of statistical models, were used the square root of the mean square error (REQM), correlation coefficient (r), coefficient of determination (R<sup>2</sup>), agreement (d) index and the index of confidence or performance (c). The methods of Jensen-Haise, Priestley-Taylor and Hargreaves-Samani, showed tendency to overestimate the ET<sub>o</sub> values compared to those obtained by the standard method. On the other hand, it was observed in the Camargo trend in providing estimates of inferior to those obtained by the ET<sub>o</sub> standard method. It is recommended for the municipality of Chapadinha-MA, using the method of Priestley-Taylor, even showing a tendency to overestimate the ET<sub>o</sub> values, was the best set in relation to the other, being an alternative to the standard method FAO Penman-Monteith.

**Keywords:** agrometeorology, water management, penman-monteith.

## INTRODUÇÃO

A evapotranspiração pode ser definida como um processo simultâneo e dinâmico de mudança do estado físico da água pela evaporação no solo e pela transpiração das plantas (ALENCAR et al., 2011). A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) indica a perda de água de uma superfície vegetada, em crescimento ativo e sem restrição hídrica, que cobre totalmente o solo (PEREIRA et al., 1997).

A utilização dos recursos hídricos no âmbito agrícola, que demanda um volume mais expressivo do que nas atividades urbanas, exige que o planejamento e a gestão da sua utilização ocorram

em termos racionais e otimizados (SILVA, 2016). Determinar a demanda hídrica nos diferentes estádios de desenvolvimento de uma cultura é fundamental para o dimensionamento de sistemas de irrigação e importante para sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola (CHAGAS et al., 2013). Uma das formas de estimar o consumo de água por uma cultura é através do cálculo da ET<sub>o</sub> e desta forma pode-se planejar o fornecimento artificial de água de maneira mais precisa e racional.

Existem diversos métodos para a determinação da evapotranspiração de referência, sendo que os

modelos mais simplificados para se estimar a ETo apresentam limitações quanto à precisão dos resultados obtidos e os mais complexos apontam a dificuldade de se dispor de todas as variáveis requeridas pelo modelo (SILVA et al., 2005). Dentre as metodologias de obtenção da ETo, o método de Penman-Monteith padronizado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) é o padrão (ALLEN et al., 1998).

Antes da utilização de um método de estimativa de ETo para determinado local é necessário verificar o desempenho deste. Uma forma de verificar a adequação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) é a comparação com o método FAO Penman-Monteith (LACERDA, TURCO, 2015).

Diversos estudos vem sendo realizados com o objetivo de avaliar o desempenho dos diferentes métodos de estimativa da ETo em inúmeras localidades. MENDOZA et al. (2016) avaliaram o desempenho dos métodos Blaney-Criddle, Camargo, Hargreaves-Samani e Priestley-Taylor, de estimativa da evapotranspiração de referência em base diária,

para a região de São Luís, MA, com base em comparações com o método padrão Penman-Monteith. LUCENA et al. (2016) utilizaram os métodos de Hargreaves-Samani, Ivanov, Camargo, Priestley-Taylor e Jensen-Haise e os compararam com o método FAO Penman-Monteith, para o município de Bom Jesus, PI.

Objetivou-se com o estudo, avaliar o desempenho dos métodos de Camargo, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise e Priestley-Taylor, na estimativa da ETo diária tendo como referência o método FAO Penman-Monteith, para o município de Chapadinha-MA.

## MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação dos métodos de estimativa da ETo foi realizada para o município de Chapadinha-MA (Figura 1). A localidade de estudo situa-se na Mesorregião do Leste Maranhense. As coordenadas geográficas do município são 3°44' S de latitude, 43°21' O de longitude e altitude média de 105 metros.



Figura 1. Mapa do estado do Maranhão, em destaque a área que corresponde ao município de Chapadinha-MA.

O município possui uma área de 3247 km<sup>2</sup>, uma população de aproximadamente 78348 habitantes e uma densidade demográfica de 22,59 habitantes km<sup>2</sup> segundo dados do IBGE (2016).

O clima, segundo Thornthwaite, é do tipo C<sub>2</sub>S<sub>2</sub>A'a', ou seja, subúmido, megatérmico com grande deficiência hídrica no verão, com temperatura média anual de 27,9 °C sendo mais elevada nos meses de outubro e novembro, ambos com 29,3 °C e mais baixa em junho com média

térmica de 26,9 °C; a precipitação pluviométrica atinge valores médios anuais de 1613 mm (PASSOS et al., 2016).

Foram utilizados, no estudo, os elementos meteorológicos: temperaturas máxima (Tmax; °C), média (Tmed; °C) e mínima (Tmin; °C), insolação (h), velocidade do vento média diária (U2; m s<sup>-1</sup>) e umidade relativa do ar média diária (URmed; %). Os dados foram obtidos a partir da estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de

Meteorologia (INMET) cujo código da Organização Mundial de Meteorologia (OMM) é 82382. Foi selecionado ano de 2015 para a comparação dos modelos, por não conter dados omitidos.

A evapotranspiração de referência foi estimada por meio dos métodos de FAO Penman-Monteith, que é o padrão, Camargo, Hargreaves-Samani, Jensen-Haise e Priestley-Taylor. O método FAO Penman-Monteith foi utilizado para avaliar estimativa de ETo pelos outros métodos e assim realizar a comparação dos modelos. Segundo Allen et al. (1998) o método FAO Penman-Monteith (Equação 1).

$$E_{To} = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)}$$

(Equação 1)

em que: ETo: evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>); R<sub>n</sub>: saldo de radiação na superfície (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>); G: densidade de fluxo de calor no solo (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>); T: temperatura do ar (°C); U<sub>2</sub>: velocidade do vento a 2 metros (m s<sup>-1</sup>); e<sub>s</sub>: pressão de saturação de vapor (kPa); e<sub>a</sub>: pressão atual de vapor (kPa); e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub>: déficit de pressão de saturação de vapor (kPa); Δ: inclinação da curva de pressão de vapor (kPa °C<sup>-1</sup>); e γ: constante psicrométrica (kPa °C<sup>-1</sup>).

O método de Camargo é um método empírico, baseado no método de Thornthwaite. Sendo assim, apresenta as mesmas vantagens e restrições desse método (MENDOZA et al., 2016). O método de Camargo é descrito a seguir (Equação 2).

$$E_{To} = 0,01 Q_o T_{med}$$

(Equação 2)

em que: Q<sub>o</sub>: irradiância solar extraterrestre convertida em unidades de água evaporada (mm dia<sup>-1</sup>); e T<sub>med</sub>: temperatura média do ar (°C).

O método proposto por Hargreaves, Samani (1985) para a estimativa da evapotranspiração de referência, foi utilizado conforme Equação 3.

$$E_{To} = 0,0023 Q_o (T_{max} - T_{min})^{0,5} (T_{med} + 17,8)$$

(Equação 3)

em que: T<sub>max</sub>: temperatura máxima do ar (°C); e T<sub>min</sub>: temperatura mínima do ar (°C).

A ETo pelo método de Jensen, Haise (1963) foi obtida através Equação 4.

$$E_{To} = R_s(0,025T_{med} + 0,008)$$

(Equação 4)

em que: R<sub>s</sub>: radiação solar global convertida em unidades de água evaporada (mm dia<sup>-1</sup>).

A radiação solar global (R<sub>s</sub>), foi estimada a partir dos dados de insolação, por meio da equação de Angström-Prescott (ALLEN et al., 1998), dada pela Equação 5.

$$R_s = Q_o \left( a + b \frac{n}{N} \right)$$

(Equação 5)

em que: a e b: são constantes; n: insolação (horas); N: fotoperíodo (horas); e Q<sub>o</sub>: irradiância solar extraterrestre (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>).

O método Priestley, Taylor (1972) foi utilizado de acordo com a Equação 6.

$$E_{To} = 1,26 W (R_n - G)$$

(Equação 6)

em que: W: fator de ponderação dependente da temperatura do ar; R<sub>n</sub>: radiação líquida total diária convertida em unidades de água evaporada (mm dia<sup>-1</sup>); G: fluxo total diário de calor no solo.

W o fator de ponderação foi calculado pelas Equações 7 e 8 (PEREIRA et al., 1997).

$$W = 0,407 + 0,0145 T_{med}$$

(Equação 7)

Para 0 °C < T<sub>med</sub> < 16 °C

$$W = 0,483 + 0,01 T_{med}$$

(Equação 8)

Para 16,1 °C < T<sub>med</sub> < 32 °C

Os valores de ETo determinados pelo modelo FAO Penman-Monteith foram comparados com os obtidos, pelos demais modelos, por meio da análise de correlação e regressão linear para obtenção dos coeficientes da equação (Y = a + bx). Para a avaliação do desempenho estatístico dos modelos, foram empregados os indicadores de raiz quadrada do erro quadrático médio (REQM), coeficiente de correlação (r), coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), índice de concordância (d) de Willmott et al. (1985) e o índice de confiança ou desempenho (c). Os indicadores foram calculados de acordo com as Equações 9, 10, 11 e 12.

$$REQM = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{n} \right]^{0,5}$$

(Equação 9)

$$r = \frac{[\sum_{i=1}^n P_i(O_i - \bar{O})]}{[\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2 \sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2]^{\frac{1}{2}}}$$

(Equação 10)

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

(Equação 11)

$$c = r d$$

(Equação 12)

em que:  $P_i$ : valores estimados pelos modelos;  $O_i$ : valores estimados pelo método FAO Penman-Monteith;  $\bar{O}$ : média dos valores obtidos pelo método FAO Penman-Monteith;  $\bar{P}$ : média dos valores observados estimados pelos modelos; e  $n$ : número de observações.

O índice de confiança ( $c$ ), foi classificado de acordo com Camargo, Sentelhas (1997), os valores desse índice variam de 0,0 para nenhuma concordância a 1,0 para concordância perfeita entre os dados. A Tabela 1 apresenta os critérios para a classificação.

Tabela 1. Classificação do desempenho segundo o índice de confiança “c”.

Valor de “c”	Desempenho
> 0,85	Ótimo
0,76 a 0,85	Muito Bom
0,66 a 0,75	Bom
0,61 a 0,65	Mediano
0,51 a 0,60	Sofrível
0,41 a 0,50	Ruim
≤ 0,40	Péssimo

Fonte: CAMARGO e SENTELHAS (1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das comparações são mostrados na Tabela 2 e nas Figura 2 a 5. Os métodos com os menores valores da raiz quadrada do erro quadrático médio (REQM), foram os de Camargo e

Hargreaves-Samani, com 0,7250 e 0,9163 mm, respectivamente. No entanto, proporcionaram os menores coeficientes de correlação ( $r$ ), com 0,5568 e 0,6566, respectivamente.

Tabela 2. Resultado do desempenho estatístico dos modelos, raiz quadrada do erro quadrático médio (REQM), coeficiente de correlação ( $r$ ), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), índice de concordância ( $d$ ) e índice de confiança ou desempenho ( $c$ ).

Métodos	REQM(mm)	$R^2$	$r$	$d$	$c$	Desempenho
Camargo	0,7250	0,3100	0,5568	0,5763	0,32	Péssimo
Hargreaves-Samani	0,9163	0,4311	0,6566	0,6778	0,45	Ruim
Jensen-Haise	2,5117	0,9554	0,9774	0,4167	0,41	Ruim
Priestley-Taylor	1,2102	0,9996	0,9998	0,6617	0,66	Bom

Os métodos de Priestley-Taylor e Jensen-Haise, apresentaram os maiores valores da REQM, com 1,2102 e 2,5117 mm, respectivamente. Já no parâmetro coeficiente de correlação, o método de Priestley-Taylor proporcionou o maior (0,9998), seguido de Jensen-Haise (0,9774).

A Figura 2, mostra o modelo resultante da regressão linear considerando o método de estimativa de Camargo tendo o método FAO Penman-Monteith como padrão.

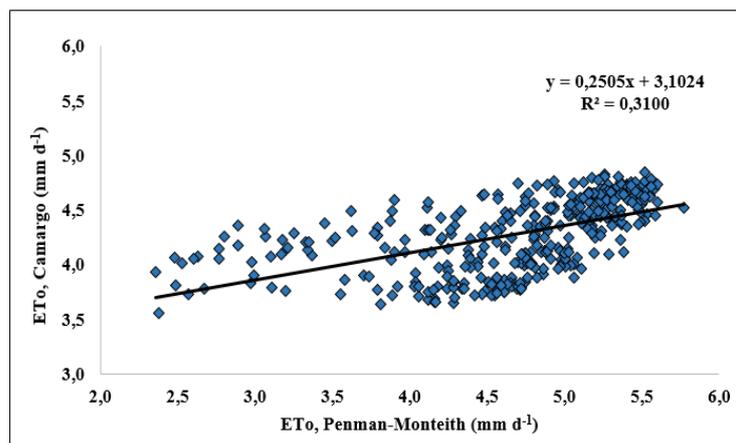


Figura 2. Regressão linear entre os valores diários de evapotranspiração de referência (ETo) estimados pelo método FAO Penman-Monteith e os obtidos pelo método de Camargo, para o município de Chapadinda-MA.

Observa-se que o método de Camargo possui tendência em fornecer estimativas de ETo inferiores àquelas obtidas pelo método padrão, sendo este o motivo do baixo valor da REQM. Silva et al. (2005), analisando os métodos de estimativa de evapotranspiração para otimização de sistemas de drenagem, também verificaram tendência do método de Camargo fornecer estimativas de evapotranspiração inferiores àquelas obtidas pelo método de FAO Penman-Monteith.

O modelo de regressão linear para o método de estimativa de Jensen-Haise é apresentado na Figura 3. Verifica-se que os dados estimados, em relação ao método padrão, estão situados mais abaixo da linha de regressão linear mostrando que este modelo apresenta tendência de superestimar os valores de ETo, justificando os valores elevados da REQM.

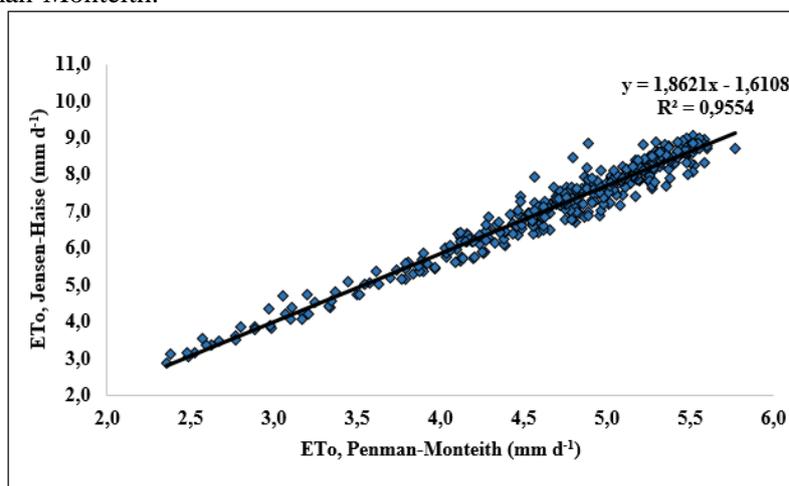


Figura 3. Regressão linear entre os valores diários de evapotranspiração de referência (ETo) estimados pelo método FAO Penman-Monteith e os obtidos pelo método de Jensen-Haise, para o município de Chapadinda-MA.

Segundo Medeiros (2008) o método de Jensen-Haise é indicado para regiões áridas e semiáridas, o que explica a superestimativa de ETo por este modelo.

Apesar da alta precisão do método de Priestley-Taylor (Figura 4). Este também forneceu valores superestimados de ETo em relação ao método padrão, em virtude de ter sido desenvolvido para clima úmido, explicando os valores elevados da REQM.

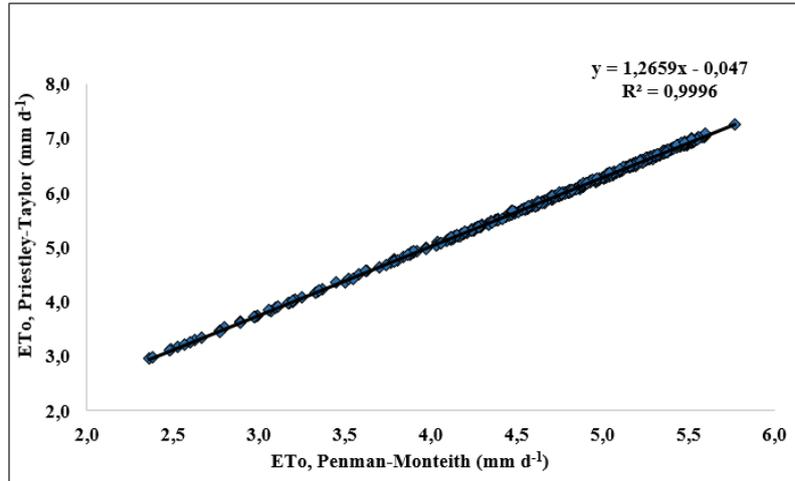


Figura 4. Regressão linear entre os valores diários de evapotranspiração de referência (ETo) estimados pelo método FAO Penman-Monteith e os obtidos pelo método de Priestley-Taylor, para o município de Chapadinha-MA.

Mesmo comportamento foi observado pelos autores Mendoza et al. (2016) para o município de São Luís, os autores constaram que o método de Priestley-Taylor também tende a fornecer superestimativas de ETo. Lucena et al. (2016), para o município de Bom Jesus-PI, também constataram superestimativa de ETo no método de Priestley-Taylor.

O modelo de regressão para o método de Hargreaves-Samani pode ser visualizado na

Figura 5. Observa-se que os valores calculados pelo método concentram-se em sua maioria abaixo da linha de regressão, sugerindo valores de ETo superestimados. Este método foi desenvolvido para clima semiárido e baseia-se apenas em dados de temperatura (SENTELHAS et al., 2010; SUBBURAYAN et al., 2011). Assim sendo, já era esperada a superestimativa da ETo.

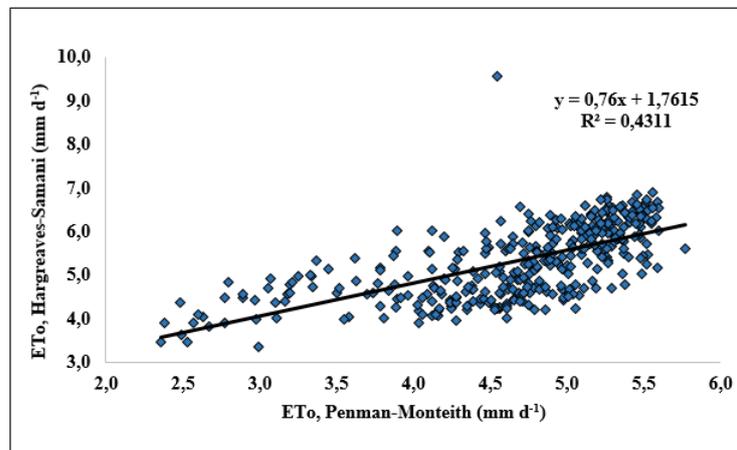


Figura 5. Regressão linear entre os valores diários de evapotranspiração de referência (ETo) estimados pelo método FAO Penman-Monteith e os obtidos pelo método de Hargreaves-Samani, para o município de Chapadinha-MA.

De acordo com Jensen et al. (1990), os métodos que se baseiam na temperatura do ar e na radiação, como o de Hargreaves-Samani e tendem a superestimar a evapotranspiração de referência em 15 a 25%, em climas mais úmidos.

Silva et al. (2011) avaliaram o desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária em

Uberlândia, MG e verificaram que o método de Hargreaves-Samani também apresentou tendência de superestimar os valores de ETo.

O desempenho da estimativa da ETo para um mesmo modelo varia entre regiões úmidas, semiúmidas ou áridas, pois a ETo é influenciada pela quantidade de vapor d'água na atmosfera local, que está relacionada à nebulosidade e sofre

influência direta do balanço de radiação entre ondas curtas e longas (CARVALHO et al., 2015).

Com base no índice de confiança “c”, o melhor desempenho foi verificado no método de Priestley-Taylor, com  $c = 0,66$ , sendo classificado como “Bom”. Para as equações de Hargreaves-Samani e Jensen-Haise, foi obtido desempenho “Ruim”. Para o modelo de estimativa de Camargo, foi obtido o pior desempenho entre os métodos avaliados, sendo classificado como “Péssimo”.

O método de Priestley-Taylor, apesar da tendência em superestimar os valores de ETo, foi o que apresentou o melhor desempenho, em relação aos demais, sendo seu uso indicado como alternativa ao método FAO Penman-Monteith. Carvalho et al. (2011) ressaltam que quando há ausência carência de informações climáticas ocasionando a impossibilidade da utilização do método FAO Penman-Monteith, pode ser usado o método que melhor se ajuste as condições climáticas da região.

Silva et al. (2011), para Uberlândia-MG, também observaram que o método de Priestley-Taylor mostrou-se mais exato e confiável em relação aos demais métodos avaliados, sendo seu desempenho classificado como “Ótimo”, seguido de “Bom” para Hargreaves-Samani e “Mediano” para o de Camargo. Mendoza et al. (2016) para o município de São Luís-MA, verificaram o melhor desempenho no modelo de estimativa de Priestley-Taylor, com desempenho “Ótimo”, Hargreaves-Samani “Mediano” e Camargo mostrou o pior desempenho “Péssimo”.

Lucena et al. (2016), para Bom Jesus-PI, obtiveram classificação “Ótimo”, para os métodos de Priestley-Taylor e Jensen-Haise e “Sofrível” para os modelos de Hargreaves-Samani e Camargo. Fanaya Júnior et al. (2012) avaliaram o desempenho de diferentes métodos nas escalas diária, quinzenal e mensal, na região de Aquidauana-MS, e observaram que o método de Priestley-Taylor obteve o melhor desempenho, sendo classificado com “Ótimo”, Hargreaves-Samani “Muito Bom” e Jensen-Haise “Bom”.

## CONCLUSÕES

- Os métodos de Jensen-Haise, Priestley-Taylor e Hargreaves-Samani, apresentam tendência em superestimar os valores de ETo.

- As estimativas de ETo, pelo modelo de Camargo, tendem a serem inferiores àquelas obtidas pelo método de FAO Penman-Monteith.

- Para as condições climáticas do município de Chapadinha-MA, o método de Priestley-Taylor, mesmo apresentando tendência em superestimar os valores de ETo, foi o que melhor se ajustou, em relação aos demais, sendo seu uso recomendado como alternativa ao método padrão FAO Penman-Monteith.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, L.P., SEDIYAMA, G.C., WANDERLEY, H.S., ALMEIDA, T.S., DELGADO, R.C. Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades no Norte de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.19, n.5, p.437-449, 2011.

ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D., SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 301 p. (FAO Irrigation and Drainage, Paper 56).

CAMARGO, A. P., SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

CARVALHO, D.F. de, ROCHA, H.S. da, BONOMO, R., SOUZA, A.P. de. Estimativa da evapotranspiração de referência a partir de dados meteorológicos limitados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.1, p.1-11, 2015.

CARVALHO, L. G., RIOS, G. F. A., MIRANDA, W. L., CASTRO NETO, P. C. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n.3, p.456-465, 2011.

CHAGAS, R.M., FACCIOLI, G.G., AGUIAR NETTO, A.O., SOUSA, I.F., VASCO, A.N., SILVA, M.G. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) no município de rio Real-BA. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n.1, p.351-363, 2013.

FANAYA JÚNIOR, E.D., LOPES, A.S., OLIVEIRA, G.Q., JUNG, L.H. Métodos empíricos para estimativa da evapotranspiração de referência para Aquidauana, MS. **Irriga**, Botucatu, v.17, n.4, p.418-434, 2012.

HARGREAVES, G.H., SAMANI, Z.A. Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature.

Chicago, **Amer. Soc. Agric. Eng. Meeting** (Paper 85-2517), 1985.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <  
<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=210320&search=maranhao|chapadinha> >.  
 Acesso em: 24/10/2016.

JENSEN, M. E., HAISE, H. R. Estimating evapotranspiration from solar radiation. *J. Irrigation and Drainage. American Society Civil Engineers*, New York, v.89, n.4, p.15-41, 1963.

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

LACERDA, Z.C., TURCO, J.E.P. ESTIMATION METHODS OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION (ET<sub>o</sub>) FOR UBERLÂNDIA – MG. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.27-38, 2015.

LUCENA, F.A.P., SIVA, E.M., RIBEIRO, A.A., SIMEÃO, M., LUCENA, J.P.P. COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA NO MUNICÍPIO DE BOM JESUS, PI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.3, p. 663-675, 2016.

MEDEIROS, P. V. **Análise da evapotranspiração de referência a partir de medidas lisimétricas e ajuste estatístico de nove equações empíricas- teóricas com base na equação de Penman-Monteith**. 2008. 241f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo, São Paulo.

MENDOZA, C.J., MENEZES, R.H., DIAS, A.S. ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA POR DIFERENTES MÉTODOS PARA O MUNICÍPIO DE SÃO LUIS – MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.3, p.621-630, 2016.

PASSOS, M.L.V., ZAMBRZYCKI, G.C., PEREIRA, R.S. BALANÇO HÍDRICO E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA UMA DETERMINADA REGIÃO DE CHAPADINHA-MA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.4, p.758-766, 2016.

PRIESTLEY, C.H.B., TAYLOR, R.J. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. **Monthly Weather Review**, v.100, n.2, p.81-92, 1972.

PEREIRA, A.R., VILLA NOVA, N.A., SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. FEALQ. 1997. 183p.

SENTELHAS, P.C., GILLESPIE, T.J., SANTOS, E.A. Evaluation of FAO Penman–Monteith and alternative methods for estimating reference evapotranspiration with missing data in Southern Ontario, Canadá. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, n.5, p.635-644, 2010.

SILVA, K.O. da, MIRANDA, J.H., DUARTE, S.N., FOLEGATTI, M.V. Análise de métodos de estimativa de evapotranspiração na otimização de sistemas de drenagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.161-165, 2005.

SILVA, V.J., CARVALHO, H.P., SILVA, C.R. da, CAMARGO, R., TEODORO, R.E.F. DESEMPENHO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA DIÁRIA EM UBERLÂNDIA, MG. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p.95-101, 2011.

SILVA, E.B. ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POR DIFERENTES MÉTODOS PARA A CIDADE DE QUIXERAMOBIM, CEARÁ. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.5, p.935-942, 2016.

SUBBURAYAN, S., MURUGAPPAN, A., MOHAN, S. Modified Hargreaves Equation for Estimation of ET<sub>o</sub> in a Hot and Humid Location in Tamilnadu State, India. **International Journal of Engineering Science and Technology**, Tehran, v.3, n.1, p.592-600, 2011.

WILLMOT, C. J., ACKLESON, S. G., DAVIS, J. J., FEDDEMA, K., KLINK, D. R. Statistics for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, Ottawa, v.90, n.5, p.8995-9005, 1985.