

## COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA ITABERABA-BA

J. G. A. Lima<sup>1</sup>; P. C. Viana<sup>2</sup>; N. D. da Silva<sup>3</sup>; M. M. Pereira<sup>4</sup>; J. P. C. Couto<sup>5</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de três métodos de determinar a evapotranspiração de referência para as condições climáticas de Itaberaba/BA. Foram analisados para a estima da evapotranspiração os métodos Priestley-Taylor e Penman e Hargreaves modificados. Foram utilizados os valores de radiação global ( $\text{MJ} \times \text{m}^{-2} \times \text{dia}^{-1}$ ), temperatura máxima, mínima e média ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa máxima, mínima e média ( $^{\circ}\text{C}$ ), da estação meteorológica do INMET de Itaberaba/BA, referente ao ano de 2012. Verificou-se que evapotranspiração de referência pelo método métodos Priestley-Taylor e Penman atendem de forma satisfatória a estimativa da evapotranspiração de referência para a localidade de Itaberaba/BA, podendo ser adotado essas duas metodologias para o manejo de irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** manejo de irrigação, consumo hídrico, irrigação

## COMPARISON OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION METHODS FOR ITABERABA-BA

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the performance of three methods to determine the evapotranspiration reference to climate conditions Itaberaba/BA . They were analyzed to estimate evapotranspiration the Priestley-Taylor methods and Penman and modified Hargreaves. The global radiation values were used ( $\text{MJ} \times \text{m}^{-2} \times \text{day}^{-1}$ ) , maximum temperature , minimum and average ( $^{\circ}\text{C}$ ), maximum relative humidity , minimum and average ( $^{\circ}\text{C}$ ) , the meteorological station of INMET of Itaberaba/BA, for the year 2012. It was found that reference evapotranspiration by Priestley-Taylor methods method and penman

---

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre em Irrigação e Drenagem, Doutoranda em Engenharia Agrícola, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Caixa Postal 10078, CEP: 44380-000, Cruz das Almas, BA, Fone: (75)-83246693. e-mail: [soujoao@hotmail.com](mailto:soujoao@hotmail.com);

<sup>2</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA;

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA;

<sup>4</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA;

<sup>5</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, UFRB, Cruz das Almas, BA;

cater satisfactorily to estimate the reference evapotranspiration to the town of Itaberaba/BA, may be adopted these two methodologies to manage irrigation.

**KEYWORDS:** irrigation management , water consumption, irrigation

## **INTRODUÇÃO**

Evapotranspiração (ET) é um processo simultâneo de transferência da água para a atmosfera por transpiração e evaporação no sistema solo-planta. Evapotranspiração é um importante parâmetro estudo climatológico e hidrológico (SENTELHAS *et al.* 2010).

Na agricultura, informações quantitativas da evapotranspiração são de grande importância na avaliação da severidade, distribuição e frequência dos déficits hídricos, elaboração de projetos e manejo de sistemas de irrigação e drenagem (HENRIQUE & DANTAS, 2007).

Em regiões semiáridas o déficit no balanço hídrico anual constitui um grave problema para as atividades na agricultura, pois a deficiência hídrica limita à produção agrícola. Desta forma a quantificação da evapotranspiração assume particular aceção em virtude destes eventos de déficit hídrico, ajudando no planejamento agrícola, indicando o período de escassez de água e assim buscando-se formas de as culturas para que não haja perda da agrícola.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de três métodos para estimativa de evapotranspiração de referência, em relação ao método padrão universal proposto pela FAO Penman-Monteith-FAO 56 nas condições climáticas de Itaberaba-BA.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A evapotranspiração de referência foi estimada para a localidade de Itaberaba/BA, cujas coordenadas geográficas são: latitude 12°31'31", longitude 40°00'30" e altitude de 247 metros acima do nível do mar, a classificação de Köppen é Aw (clima tropical com estação seca de inverno), com médias anuais de temperatura máxima média de 31,24 °C e temperatura mínima média de 18,99 °C, umidade relativa média de 70,16 %, velocidade do vento média de 2,33 m x s<sup>-1</sup>, a insolação média da região é de aproximadamente 2223,93 horas x ano<sup>-1</sup>,

evaporação média potencial de 1368 mm x ano<sup>-1</sup> e a precipitação média da região é de 656 mm segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de dados de 1973 a 2014.

Os dados climáticos diários disponíveis para a estimativa da evapotranspiração de referência foram: temperatura do ar máxima, mínima e média; umidade relativa máxima, mínima e média; temperatura do orvalho média; radiação solar; velocidade do vento médio; precipitação e pressão atmosférica média. Os dados utilizados foram do ano de 2012 da estação automática do INMET.

Os métodos utilizados para a estimativa nesses estudos foram:

O método padrão de FAO Penman-Monteith que vai ser utilizado para comparar com os outros métodos, utiliza a Equação 1, de acordo com o Boletim 56/FAO (Allen *et al.*, 2006):

$$ET_{oPM} = \frac{0,408 \cdot \Delta (R_n - G) + \gamma \left( \frac{900 u_2}{T_{med} + 273} \right) (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (1)$$

em que:  $\Delta$  é a declinação da curva de saturação do vapor d'água (kPa/°C);  $R_n$  é o saldo de radiação (MJ/m<sup>2</sup>.dia);  $G$  a densidade do fluxo de calor no solo (MJ/m<sup>2</sup>.dia);  $\gamma$  é o fator psicrométrico (MJ/kg);  $u_2$  a velocidade (m/s) do vento a 2 m acima da superfície do solo;  $T_{med}$  a temperatura (°C) média do ar;  $e_s$  a pressão (KPa) de saturação do vapor;  $e_a$  a pressão (KPa) real do vapor.

O método Priestley-Taylor (1972), o qual consistiu numa simplificação do método Penman-Monteith.

$$ET_{oPT} = 1,26 \cdot \frac{(R_n - G)}{\lambda} \cdot 0,483 + 0,010 \cdot T_{med} \quad (2)$$

Em que:  $\lambda$  é o calor latente de evaporação (MJ/Kg);  $G$  a densidade do fluxo de calor no solo (MJ/m<sup>2</sup>.dia);  $T_{med}$  a temperatura (°C) média do ar.

O método de Hargreaves-Modificado (1985):

$$ET_{oHM} = 6 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{R_o}{\lambda} \cdot (1,8 T_{med} + 32) \sqrt{100 - UR} \quad (3)$$

Em que:  $R_o$  é a radiação solar incidente (MJ/m<sup>2</sup>.dia); UR é a umidade relativa (%);  $T_{med}$  a temperatura (°C) média do ar;  $\lambda$  é o calor latente de evaporação (MJ/Kg);

$$\text{O método de Penman (1948): } EToPE = \frac{\Delta R_n + 0,26.\gamma(1 + 0,54u_2)(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma} \quad (4)$$

em que:  $\Delta$  é a declinação da curva de saturação do vapor d'água (kPa/°C);  $R_n$  é o saldo de radiação (MJ/m<sup>2</sup>.dia);  $\gamma$  é o fator psicrométrico (MJ/kg);  $u_2$  a velocidade (m/s) do vento a 2 m acima da superfície do solo;  $e_s$  a pressão (KPa) de saturação do vapor;  $e_a$  a pressão (KPa) real do vapor.

Para comparação dos valores de (ETo) entre o modelo tomado como padrão FAO Penman-Monteith e os demais modelos basearam com base em indicadores estatísticos, dada pelo coeficiente de correlação (r), indicando o grau de dispersão dos dados obtidos em relação à média, de exatidão (d), que está associada ao desvio entre valores estimados e medidos, dado pelo índice de Willmott et al. (1985) e o coeficiente de desempenho (c) que é o produto de  $r$  e  $d$  ( $c = r \times d$ ) proposto por Camargo e Sentelhas, 1997, foi interpretado de acordo com os referidos autores como: “ótimo” ( $c > 0,85$ ); “muito bom” ( $c$  entre 0,76 e 0,85); “bom” ( $c$  entre 0,66 e 0,75); “mediano” ( $c$  entre 0,61 e 0,65), “sofrível” ( $c$  entre 0,51 e 0,60), “mau” ( $c$  entre 0,41 e 0,50) e “péssimo” ( $c < 0,40$ ).

## RESULTADOS E DICUSSÃO

A Figura 1 mostra a distribuição mensal dos valores da ETo calculada pelos métodos de Penman Monteith 56, Priestley-Taylor, Hargreaves Modificado e Penman. Os maiores valores estimados por esses métodos estiveram no mês de dezembro, uns dos meses que tem maior radiação incidente, os valores de ETo para o mês dezembro foram de 180,93 mm para Penman Monteith 56; 183,55 mm para Priestley-Taylor; 150,48 mm para Hargreaves Modificado e 201,37 para Penman.

Verificou-se que os valores de Penman superestimaram em todos os meses em relação ao método padrão, Hargreaves Modificado subestimou o método padrão e o Priestley-Taylor em alguns momentos superestimou e outros não.

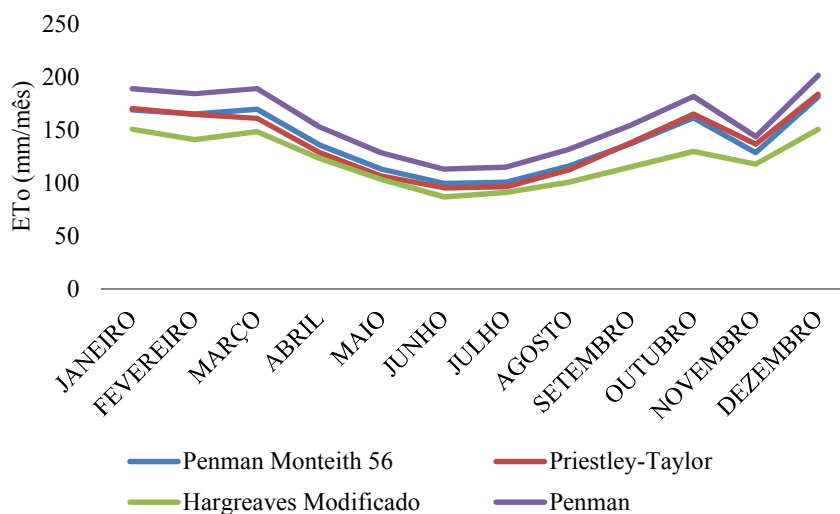


Figura 1. Distribuição mensal da Evapotranspiração de referência (ETo) calculada pelos métodos de Penman Monteith 56, Priestley-Taylor, Hargreaves Modificado e Penman para o ano de 2012.

A tabela 1 mostra o desempenho dos métodos em relação ao método padrão Penman Monteith 56, observa-se que os métodos de Priestley-Taylor e Penman obteve desempenho “c” ótimo, os dois métodos utilizam dados de radiação, de acordo com Amatya *et al.* (1992), relatara que a radiação foi o elemento meteorológico mais importante no processo de evapotranspiração, isto é provavelmente se deve ao principal ao fato de que a radiação é a principal fonte de energia no processo de evaporação (ALLEN *et al.*, 2006). O método de Hargreaves Modificado obteve um desempenho como Muito bom, de acordo com Souza *et al.* (2011) o método tende apresentar bons resultados em localidades em condições de baixa nebulosidade, portanto, mais indicado em regiões ou períodos de maior demanda pelo uso da irrigação

Tabela 1. Desempenho dos métodos de estimativa da ETo, segundo o índice de desempenho “c”.

Método de Estimativa	d	r	c	Desempenho
Priestley-Taylor	0,999	0,965	0,965	Ótimo
Hargreaves modificado	0,886	0,914	0,810	Muito bom
Penman	0,926	0,999	0,926	Ótimo

## CONCLUSÕES

A partir do estudo, pode-se afirmar que os métodos Priestley-Taylor e Penman atendem de forma satisfatória a estimativa da evapotranspiração de referência para a localidade de Itaberaba/BA.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH. Evapotranspiration del cultivo: guias para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO, 2006, 298p. (FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

AMATYA, D. M.; SKAGGS, R. W., GREGORIO J. D. Comparatio of Methods for Estimating Potential evapotranspiration. St Joseph. ASAE 1972, 27p. (ASEA Paper, 92-2630).

HENRIQUE, F. de A. N.; DANTAS, R. T. Estimativa da evapotranspiração de referência em Campina Grande, Paraíba. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 6, p. 594-599. 2007.

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, Canada. **Agricultural Water Management**. v. 97, n. 05, p. 635-644, 2010.

SOUZA, A.P. de; CARVALHO, D.F. de; SILVA, L.B.D. da; ALMEIDA, F.T. de; ROCHA, H.S. da. Estimativas da evapotranspiração de referência em diferentes condições de nebulosidade. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.46, n.3, p.219-228, 2011.