

## AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA MACEIÓ – AL

F. G. de Lima<sup>1</sup>, M. B. de Sá<sup>2</sup>, J. C. da Silva<sup>3</sup>, C. B. da Silva<sup>4</sup>, D. P. dos Santos<sup>5</sup>,  
M. A. L. Santos<sup>6</sup>

**RESUMO:** Os estudos relativos à evapotranspiração são importantes para subsidiar um adequado manejo de água, a gestão de recursos hídricos, e contribuir para a conservação da biodiversidade. A evapotranspiração influi na disponibilidade de água e na distribuição da vegetação. O presente trabalho objetivou realizar o estudo comparativo dos métodos de estimativa da evapotranspiração de referência de Blaney Criddle, Hargreaves-Samani e Radiação Solar com o método padrão Penman- Monteith (FAO 56) para as condições climáticas do município de Maceió – AL. Foram coletados os dados climáticos referentes ao período de novembro a janeiro (2016/2017). Avaliou-se a precisão dos métodos com base no coeficiente de determinação ( $r^2$ ), coeficiente de correlação ( $r$ ), no índice de concordância ( $d$ ), e no coeficiente de desempenho ( $c$ ). Os métodos de Blaney Criddle e o de Radiação Solar apresentaram os melhores resultados na estimativa da ETo. O método de Hargreaves-Samani apresentou o pior desempenho para as condições climáticas estudadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Penman- Monteith, dados climáticos, consumo hídrico.

## EVALUATION OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATION METHODS FOR MACEIÓ – AL

**SUMMARY:** Evapotranspiration studies are important to support adequate water management, water resource management, and contribute to biodiversity conservation. Evapotranspiration influences water availability and distribution of vegetation. The objective of this study was to compare the methods of estimation of the reference evapotranspiration of Blaney Criddle, Hargreaves-Samani and Solar Radiation with the Penman-Monteith standard method (FAO 56)

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, CEP 57312-550, Arapiraca, AL. Fone (82) 996474649. E-mail: guilhermelima.ufal@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduanda em Agronomia, UFAL, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, AL.

<sup>3</sup> Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL *Campus* Arapiraca, Arapiraca, AL.

<sup>4</sup> Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, AL.

<sup>5</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>6</sup> Prof. Doutor, Curso de Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, *Campus* Arapiraca, Arapiraca, AL.

for the climatic conditions of the municipalities of Maceió – AL. Climatic data were collected from November to January (2016/2017). The accuracy of the methods was evaluated based on coefficient of determination ( $r^2$ ), correlation coefficient ( $r$ ), concordance index ( $d$ ), and coefficient of performance ( $c$ ). The methods of Blaney Criddle and the Solar Radiation presented the best results in the estimation of ETo. The Hargreaves-Samani method presented the worst performance for the climatic conditions studied.

**KEYWORDS:** Penman- Monteith, climatic data, consumption.

## INTRODUÇÃO

Uma das aplicações dos dados meteorológicos na agricultura é a estimativa da evapotranspiração de referência para determinados locais, essas informações assumem importância significativa na melhoria de uso da água na agricultura (CARLESSO, 2007).

Os métodos de estimativa da ETo podem ser classificados em diretos e indiretos. Para determinação direta da ETo são utilizados lisímetros, equipamentos que podem apresentar custos elevados ficando restritos à instituições de pesquisa. Os métodos indiretos são menos onerosos e se baseiam na aplicação de modelos matemáticos que utilizam dados climatológicos medidos em estações meteorológicas (PEREIRA et al.,1997).

O presente trabalho objetivou realizar o estudo comparativo dos métodos de estimativa da evapotranspiração de referência de Blaney Criddle, Hargreaves-Samani e Radiação Solar com o método padrão Penman- Monteith (FAO 56) para as condições climáticas do município de Maceió – AL.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram coletados a partir de uma estação meteorológica localizada na região de estudo durante o período de novembro a janeiro (2016/2017). Foram comparados os métodos empíricos de Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani e Radiação Solar, em relação ao método padrão de Penman-Monteith-FAO. Esses dados foram inseridos em planilhas eletrônica do Excel para obtenção da ETo.

Para estimativa pelo método de Blaney-Criddle utilizou-se a versão mais conhecida que é a apresentada por Doorenbos e Pruitt (1977) modificada por Frevert et al., (1983). Segue as Equações 1, 2 e 3:

$$ET_o = a + b \cdot p \cdot (0,46 T_{med} + 8,13) \quad (1)$$

$$a = 0,0043 UR_{min} - \frac{n}{N} - 1,41 \quad (2)$$

$$b = 0,82 - 0,0041 UR_{min} + 1,07 \left( \frac{n}{N} \right) + 0,0656 U_2 - 0,00597 UR_{min} \left( \frac{n}{N} \right) - 0,000597 UR_{min} U_2 \quad (3)$$

Em que:  $ET_o$  = evapotranspiração de referência,  $\text{mm d}^{-1}$ ;  $a$  e  $b$  = coeficientes de ajuste (fator de correção);  $p$  = fator de correção função da latitude e época do ano;  $T_{med}$  = Temperatura média do período,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $UR_{min}$  = Umidade relativa mínima do período, %,  $U_2$  = velocidade do vento a 2 m,  $\text{m s}^{-1}$ ;  $(n/N)$  = razão da insolação do período pelo fotoperíodo, horas.

O método de Hargreaves-Samani, para estimativa da ( $ET_o$ ) diária, em  $\text{mm d}^{-1}$ , pode ser apresentada por (PEREIRA et al., 1997):

$$ET_o = 0,0023 R_n (T + 17,8) \sqrt{T_{max} - T_{min}} \quad (4)$$

Em que:  $ET_o$  = evapotranspiração de referência,  $\text{mm d}^{-1}$ ;  $R_n$  = saldo de radiação,  $\text{mm d}^{-1}$ ;  $T$  = temperatura média diária,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{max}$  = temperatura máxima,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{min}$  = temperatura mínima,  $^{\circ}\text{C}$ .

Para o método de radiação solar (FAO 24), utilizou-se a equação desenvolvida por Doorenbos e Pruitt (1977) é expressa da seguinte maneira:

$$ET_o = rWRs \quad (5)$$

Em que:  $r$  = é um fator de ajuste que varia com a umidade relativa média e a velocidade do vento (FREVERT et al., 1983);  $W$  = é um fator de ponderação, que inclui os efeitos da temperatura e da altitude na relação entre a radiação da superfície do solo e da evapotranspiração de referência (DOORENBOS E PRUITT, 1977); e  $R_s$  = é a radiação solar ( $\text{mm.d}^{-1}$ ).

A estimativa da evapotranspiração diária pelo método padrão FAO Penman-Monteith, foi estimada pela Equação 1 (ALLEN et al., 1998):

$$ET_o = \frac{\delta}{\delta + \gamma \left( 1 + \frac{r_c}{r_a} \right)} \frac{(R_n - G)}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma \left( 1 + \frac{r_c}{r_a} \right)} \frac{900}{T + 273,15} U_2 \quad (6)$$

Em que:  $ET_o$  = evapotranspiração de referência,  $\text{mm d}^{-1}$ ;  $\delta$  = declividade da curva de pressão de vapor de saturação,  $\text{kPa}^{\circ\text{C}^{-1}}$ ;  $\lambda$  = calor latente de evaporação,  $\text{MJ kg}^{-1}$ .  $r_c$  = resistência do dossel da planta,  $\text{s m}^{-1}$ ;  $r_a$  = resistência aerodinâmica,  $\text{s m}^{-1}$ ;  $Rn$  = saldo de radiação à superfície,  $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ;  $G$  = fluxo de calor no solo,  $\text{kJ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ;  $\gamma$  = constante psicrométrica,  $\text{kPa }^{\circ\text{C}^{-1}}$ ;  $T$  = temperatura média do ar,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $U_2$  = velocidade do vento a 2 m de altura,  $\text{m s}^{-1}$ ; 900 fator de transformação de unidades,  $\text{kJ}^{-1} \text{kg K}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) para todos os métodos em estudo, divergiram entre si durante o período analisado, onde o método de Radiação Solar, superestimou os demais, atingindo uma média de  $9,934 \text{ mm.d}^{-1}$ , máxima  $15,527 \text{ mm.d}^{-1}$ , mínimo  $4,826 \text{ mm.d}^{-1}$ , e total de  $844,382 \text{ mm.d}^{-1}$ . O método de Blaney Criddle os valores da  $ET_o$  apresentaram uma média de  $6,596 \text{ mm.d}^{-1}$ , máxima  $9,127 \text{ mm.d}^{-1}$ , mínima  $3,314 \text{ mm.d}^{-1}$ , e um total de  $560,624 \text{ mm.d}^{-1}$ . Para o método de Hargreaves-Samani obteve uma média de  $3,613 \text{ mm.d}^{-1}$ , máxima  $4,247 \text{ mm.d}^{-1}$ , mínima  $2,654 \text{ mm.d}^{-1}$ , e um total de  $307,106 \text{ mm.d}^{-1}$ . O método Penman- Monteith-FAO obteve uma média de  $5,985 \text{ mm.d}^{-1}$ , máxima  $8,090 \text{ mm.d}^{-1}$ , mínima  $3,292 \text{ mm.d}^{-1}$ , e total de  $508,703 \text{ mm.d}^{-1}$ .

Observa-se que quanto mais próximos de Penman- Monteith-FAO os valores estimados estiverem em relação aos valores medidos, melhor será o desempenho do modelo (Figura I).

Os métodos de Blaney Criddle e o de Radiação Solar foram os que obtiveram os melhores parâmetros estatísticos, obtendo os seguintes dados para B-C ( $r^2= 0,9477$ ;  $r= 0,95$ ;  $d= 0,95$ ; e  $c= 0,90$ ), e para R-F foi obtido os índices de ( $r^2= 0,9192$ ;  $r= 0,96$ ;  $d= 0,95$ ; e  $c= 0,91$ ). Já Hargreaves-Samani obteve os dados ( $r^2= 0,4348$ ;  $r= 0,55$ ;  $d= 0,95$ ; e  $c= 0,52$ ), com desempenho classificado como sofrível, não se adequando para a região. Para o método de Blaney-Criddle Almeida et al. (2010) e Cavalcanti Junior et al. (2010), obtiveram desempenho “Ótimo” e  $R^2$  igual a 0,92 e 0,96, respectivamente. Já para Vescove e Turco (2005) trabalhando com o método da Radiação Solar, obtiveram uma pequena dispersão ao redor da linha de regressão, sendo que, a linha de tendência apresenta menor  $R^2$  (0,7908). Bezerra e Oliveira (1999) afirmaram que o método da Radiação Solar superestimou a  $ET_o$  e apresentou boa correlação com o método de PM. Araújo et al., (2007), em Boa Vista, RR e Gonçalves et al., (2009) em Sobral, CE, também encontraram desempenho classificado como Sofrível, para o método de Hargreaves-Samani.

## CONCLUSÕES

Dentre os métodos avaliados o de Blaney Criddle e o de Radiação Solar apresentaram os melhores resultados na estimativa da ETo para o Município de Maceió-Al. Enquanto o método de Hargreaves-Samani apresentou o pior desempenho para as condições climáticas estudadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. **FAO Irrigation and Drainage Paper 56**. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Itália, 1998.

ALMEIDA, B. M. et al. Comparação de métodos de estimativa da ETo na escala mensal em Fortaleza-CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza-CE, v.4, n.2, p.93-98, 2010.

ARAÚJO, W.F.; COSTA, S.A.A.; SANTOS, A.E. dos. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referencia (ETo) para Boa Vista (RR). **Caatinga**, Mossoró, v.20, n.4, p.84-88, 2007.

BEZERRA, F.M.L.; OLIVEIRA, C.H.C. Evapotranspiração máxima e coeficiente de cultura nos estádios fenológicos da melancia irrigada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.2, p.173-7, 1999.

CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; TROIS, C. Rede para estações meteorológicas para prover a necessidade de irrigação das culturas. **UFSM**, Santa Maria-RS, 2007.

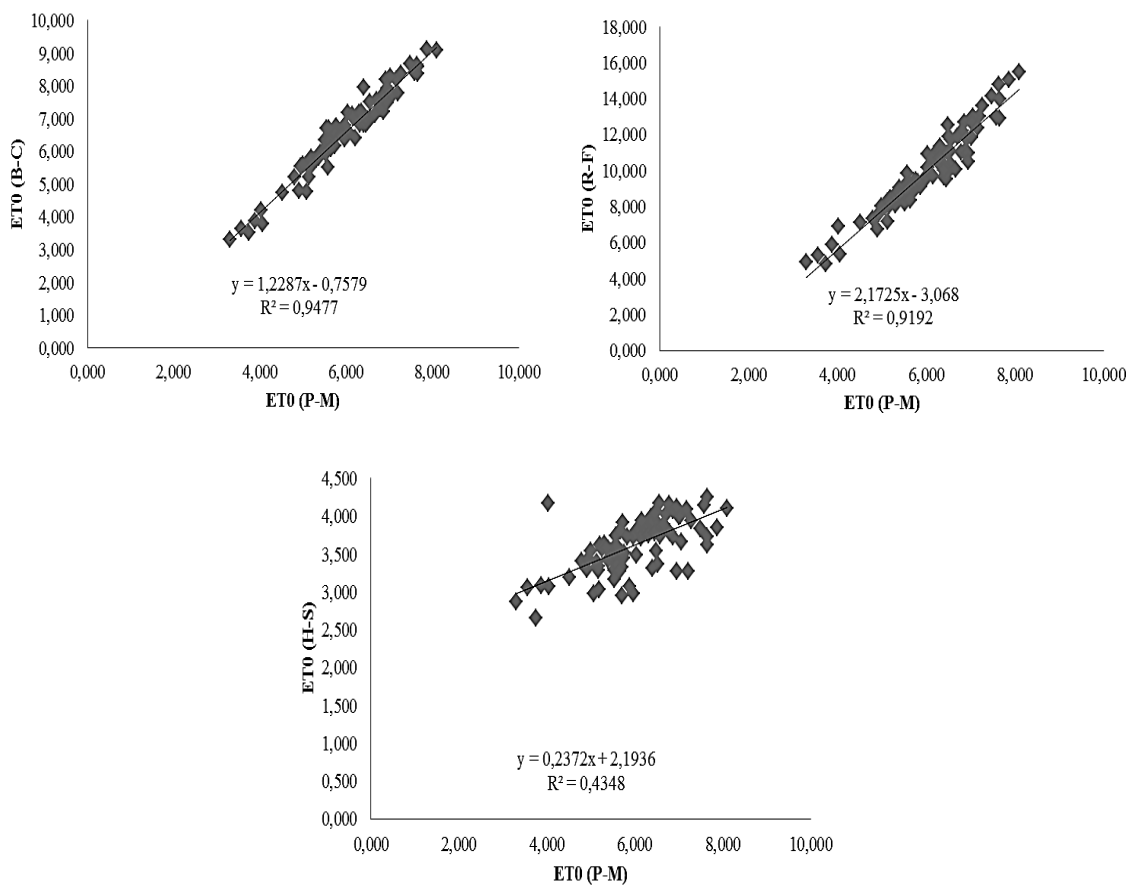
CAVALCANTI JUNIOR, E.G. et al. Estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Mossoró- RN. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, FortalezaCE, v.4, n.2, p.87-92, 2010.

GONCALVES, F.M.; FEITOSA, H. de O.; CARVALHO, C.M. de; GOMES FILHO, R.R.; VALNIR JUNIOR, M. Comparação de métodos da estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Sobral, CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.3, n.2, p.71-77, 2009.

VESCOVE H. V., TURCO J. E. P. Comparação de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região de Araraquara – SP. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.713-721, set./dez. 2005.

PEREIRA, A. R.; MANIERO, M. A.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 17-47,1997. 183p.

## ILUSTRAÇÕES E GRÁFICOS



**Figura 1.** Regressão linear entre valores diários da evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>), em mm.d<sup>-1</sup>.