

## COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O MUNICÍPIO DE ARAPICACA – ALAGOAS.

A. T. C. S. G da Silva<sup>1</sup>, D. F. Lima<sup>2</sup>, S. M. Menezes<sup>3</sup>, S. B. T. Santos<sup>4</sup>, D. P. Santos<sup>5</sup>,  
M. A. L. Santos<sup>6</sup>

**RESUMO:** A região Nordeste possui a menor distribuição regional dos recursos hídricos disponíveis no Brasil, o que torna necessário a otimização desse recurso, especialmente em sistemas agrícolas. A evapotranspiração (ET) é a variável mais ativa do ciclo hidrológico e a principal componente no balanço hídrico em sistemas agrícolas, de fundamental importância para o manejo de irrigação. Estudos da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) se tornam mais importantes em regiões caracterizadas pela irregularidade espacial e temporal da precipitação, e pela escassez de reservas naturais de água, como nas áreas áridas e semiáridas do Nordeste do Brasil. Diante do exposto, objetivou-se comparar métodos empíricos para a determinação da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) para a região do agreste do estado de Alagoas. O trabalho foi realizado utilizando dados da estação meteorológica da unidade experimental do *Campus Arapiraca* da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), localizada no município de Arapiraca, no período correspondente a 24 de dezembro de 2014 a 13 de fevereiro de 2015. Os dados meteorológicos foram utilizados na análise comparativa dos modelos matemáticos de estimativa de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), utilizando os seguintes modelos: Penman-Monteith, Hargreaves-Samani e Blaney-Criddle. Na maioria do período, a ET<sub>o</sub> de Hargreaves-Samani subestimou os valores obtidos da estimativa pelo método de Penman Monteith. Já o método de Blaney-Criddle, mostrou ligeira superioridade em comparação ao de Penman Monteith. Entretanto, os valores médios foram semelhantes para os três métodos estudados, o que viabiliza a utilização tanto do método de Blaney-Criddle como o método de Hargreaves-Samani na região.

**PALAVRAS-CHAVES:** Irrigação, agrometeorologia, equações empíricas, Penman-Monteith.

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900 Recife – Pernambuco, Fone: (81) 99712-1034. E-mail: andrethyago@gmail.com

<sup>2</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – Pernambuco.

<sup>3</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife – Pernambuco

<sup>4</sup> Graduando em Agronomia UFAL, Arapiraca – Alagoas.

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

<sup>6</sup> Doutor em Irrigação e drenagem ESALQ/USP, Professor Associado da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Arapiraca – Alagoas.

## **COMPARISON OF DIFFERENT METHODS TO REFERENCE'S EVAPOTRANSPIRATION FOR ARAPIRACA – ALAGOAS.**

**ABSTRACT:** The Northeast region has the lowest regional distribution of water resources available in Brazil, which makes it necessary to optimize this resource, especially in agricultural systems. Evapotranspiration (ET) is the most active variable in the hydrological cycle and the main component in the water balance in agricultural systems, of fundamental importance for irrigation management. Studies of reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) become more important in regions characterized by the spatial and temporal irregularity of precipitation, and the scarcity of natural water reserves, as in the arid and semi-arid areas of Northeast Brazil. In view of the above, the objective was to compare empirical methods for the determination of reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>) for the agreste region of the State of Alagoas. The work was carried out using data from the meteorological station of the Campus Arapiraca experimental unit of the Federal University of Alagoas (UFAL), located in the municipality of Arapiraca, during the period from December 24, 2014 to February 13, 2015. The meteorological data were Used in the comparative analysis of the mathematical models of estimation of reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>), using the following models: Penman-Monteith, Hargreaves-Samani and Blaney-Criddle. In most of the period, the Hargreaves-Samani ET<sub>o</sub> underestimated the values obtained from the estimative by the Penman Monteith method. The Blaney-Criddle method, however, showed a slight superiority compared to that of Penman Monteith. However, the mean values were similar for the three methods studied, which makes possible the use of both the Blaney-Criddle method and the Hargreaves-Samani method in the region.

**KEYWORDS:** Irrigation, agrometeorology, empirical equations, Penman-Monteith.

## **INTRODUÇÃO**

O pepino (*Cucumis sativus* L.), está entre as dez hortaliças mais consumidas no país, e esse fato deve-se ao seu valor econômico e nutricional, podendo ser consumido de diferentes formas, in natura, em conservas e também em uso farmacêutico. Porém apresenta como fator limitante a quantidade de água ofertada, sendo a irrigação de fundamental importância para a região.

A agricultura irrigada tem sido um importante meio para a melhoria do sistema de produção de diferentes culturas, principalmente em regiões onde o cultivo ficaria comprometido devido as condições climáticas desfavoráveis, como ocorre no semiárido nordestino, onde a precipitação pluviométrica é baixa e a chuva é má distribuída, limitando ou mesmo restringindo a produção vegetal.

No entanto, uma das grandes dificuldades de trabalhar com a agricultura irrigada está no correto manejo da irrigação, pois na maioria dos casos a água é aplicada ao solo sem nenhum critério de monitoramento, provocando gastos desnecessários, de água e energia que podem aumentar os custos de produção. Logo, deve-se empregar estratégias que permitam o uso racional dos recursos hídricos, onde se faz necessário o conhecimento da quantidade de água requerida pelas culturas, bem como o quanto aplicar de acordo com cada fase fenológica devido a demanda hídrica ser diferenciada em cada fase.

Estudos da ETo se tornam mais importantes em regiões caracterizadas pela irregularidade espacial e temporal da precipitação, e pela escassez de reservas naturais de água, como nas áreas áridas e semiáridas do Nordeste do Brasil (MOURA et al, 2013). Como os elementos da variação climática influenciam na ETo, estabelecer métodos confiáveis e práticos para estima-la em regiões distintas é de grande importância (CAPORUSSO & ROLIM 2015).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar a comparação de diferentes métodos de evapotranspiração de referência para o município de Arapiraca – AL.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na unidade experimental do *Campus* Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), localizada no município de Arapiraca. A região apresenta as coordenadas geográficas 9° 45' 58'' de latitude sul e 35° 38' 58'' de longitude oeste e altitude de 264 m, no período correspondente a 24 de dezembro de 2014 a 13 de fevereiro de 2015.

Os dados meteorológicos que foram utilizados na análise comparativa dos modelos matemáticos de estimativa de evapotranspiração de referência (ETo): Penman-Monteith, Hargreaves-Samani e Blaney-Criddle, cujos dados foram obtidos da estação meteorológica da Universidade Federal de Alagoas localizada a 20 m de distância da área experimental.

Método de Penman-Monteith (FAO): A estimativa da evapotranspiração diária pelo método padrão FAO Penman-Monteith é considerada a mais adequada por representar influência da componente do balanço de energia e da componente aerodinâmica e pode ser representada como segue na Equação 1 (ALLEN et al., 1998):

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

Em que,

$ET_o$  = evapotranspiração de referência, mm d<sup>-1</sup>;

$\delta$  = declividade da curva de pressão de vapor de saturação, kPa °C<sup>-1</sup>;

$\lambda$  = calor latente de evaporação, MJ kg<sup>-1</sup>.

$r_c$  = resistência do dossel da planta, s m<sup>-1</sup>;

$r_a$  = resistência aerodinâmica, s m<sup>-1</sup>;

$Rn$  = saldo de radiação à superfície, kJ m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>;

$G$  = fluxo de calor no solo, kJ m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>;

$\gamma$  = constante psicrométrica, kPa °C<sup>-1</sup>;

$T$  = temperatura média do ar, °C;

$U_2$  = velocidade do vento a 2 m de altura, m s<sup>-1</sup>;

900 = fator de transformação de unidades, kJ<sup>-1</sup> kg K.

Método de Hargreaves-Samani: A partir de dados obtidos em lisímetros, cultivados com grama, Hargreaves e Samani propuseram uma equação de estimativa da evapotranspiração em função da temperatura e da radiação extraterrestre. O método de Hargreaves-Samani, para estimativa da ( $ET_o$ ) diária, em mm d<sup>-1</sup>, pode ser apresentada por (PEREIRA et al., 1997):

$$ET_o = 0,0023 R_n (T + 17,8) \sqrt{T_{\max} - T_{\min}} \quad (2)$$

Em que,

$ET_o$  = evapotranspiração de referência, mm d<sup>-1</sup>;

$R_n$  = saldo de radiação, mm d<sup>-1</sup>;

$T$  = temperatura média diária, °C;

$T_{\max}$  = temperatura máxima, °C;

$T_{\min}$  = temperatura mínima, °C.

Método de Blaney-Criddle: Foi desenvolvido para a região oeste dos Estados Unidos, uma região semiárida dos estados de Novo México e Texas. De acordo com Doorenbos & Pruitt (1984), com a inserção de um fator de correção, o método pode ser aplicado para várias condições climáticas. Assim, ficou conhecido como método Blaney-Criddle (FAO-24). O fator de correção é estimado a partir das variáveis: umidade, velocidade do vento e insolação (Smith et al., 1996). A versão mais conhecida é a apresentada por Doorenbos & Pruitt (1977) modificada por Frevert et al. (1983). Segue as Equações 3, 4 e 5:

$$ET_o = a + b \cdot p \cdot (0,46 T_{med} + 8,13) \quad (3)$$

$$a = 0,0043 UR_{min} - \frac{n}{N} - 1,41 \quad (4)$$

$$b = 0,82 - 0,0041 UR_{min} + 1,07 \left( \frac{n}{N} \right) + 0,0656 U_2 - 0,00597 UR_{min} \left( \frac{n}{N} \right) - 0,000597 UR_{min} U_2 \quad (5)$$

em que,

$ET_o$  = evapotranspiração de referência, mm d<sup>-1</sup>;

$a$  e  $b$  = coeficientes de ajuste (fator de correção);

$p$  = fator de correção função da latitude e época do ano (Tabela 1);

$T_{med}$  = Temperatura média do período, °C;

$UR_{min}$  = Umidade relativa mínima do período, %;

$U_2$  = velocidade do vento a 2 m, m s<sup>-1</sup>;

$(n/N)$  = razão da insolação do período pelo foto período, horas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 21 ilustra os dados da Evapotranspiração de referência para o método de Penman Monteith ( $ET_{O(P-M)}$ ), Hargreaves-Samani ( $ET_{O(H-S)}$ ) e Blaney-Criddle ( $ET_{O(B-C)}$ ). Analisando os dados, pode ser observado que os valores da  $ET_o$  estiveram sempre em paralelo durante todo o período.

Os valores obtidos para o método de Penman Monteith apresentam uma média de 5,43 mm d<sup>-1</sup>, valor máximo de 7,43 mm d<sup>-1</sup> e valor mínimo de 4,32 mm d<sup>-1</sup>. Para o método de Hargreaves-

Samani os valores da ETo apresentaram valor médio de 5,15 mm d<sup>-1</sup>, valor máximo de 5,71 mm d<sup>-1</sup> e valor mínimo de 4,30 mm d<sup>-1</sup>. Esse fator pode ser explicado pelas variáveis meteorológicas utilizadas nesse método, pois, segundo Jensen et al. (1990), os métodos que se baseiam na temperatura do ar e na radiação, que é caso de Hargreaves-Samani, tendem a subestimar a evapotranspiração de referência em 15 a 25%, em climas úmidos. Já para o método de Blaney-Criddle, a ETo obteve valor médio de 5,72 mm d<sup>-1</sup>, valor máximo de 7,69 mm d<sup>-1</sup>, e valor mínimo de 3,84 mm d<sup>-1</sup>.

Na maioria do período do experimento a ETo de Hargreaves-Samani subestimou os valores obtidos da estimativa pelo método de Penman Monteith. Palaretti et al., (2014) em seu estudo realizado em regiões citrícolas paulistas, também obtiveram valores que subestimaram o método padrão da FAO. Assim como Guedes Filho et al., (2011), em estudos realizados em Areia-PB encontraram tendências de subestimativa em relação ao método de Penman Monteith. Resultados estes diferentes do encontrados por Alencar et al., (2011), no qual a ETo superestimou o método padrão a região de Viçosa-MG.

Já o método de Blaney-Criddle, mostrou ligeira superioridade em comparação ao de Penman Monteith, resultado este semelhante aos encontrados Batista et al., (2007) que apuraram tendências à superestimativa frente à EToPM, na região de Canidé do São Francisco-SE. Os valores médios foram semelhantes para os três métodos estudados. Podendo tanto o método de Blaney-Criddle e o método de Hargreaves-Samani serem utilizados na região.

## CONCLUSÃO

Os valores obtidos através do método Blaney-Criddle ficaram mais próximo aos utilizados pelo método de Penman-Monteith, podendo ser utilizado quando os dados meteorológicos forem insuficientes para calcular a ETo pelo método padrão da FAO.

## 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 2011. **Engenharia na agricultura**, viçosa - mg, V.19 N.5, setembro / outubro 2011;

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. p.300. Irrigation And Drainage;

BATISTA, W. R. T; FACCIOLI, G. G; SILVA, A. A. G. Determinação e Comparação entre Métodos de Estimativa da Evapotranspiração de Referência para a Região de Canindé do São Francisco – SE. **Revista da Fapese**, v.3, n. 2, p. 71-76, jul./dez . 2007;

CAPORUSSO, N. B.; ROLIM, G. S. Reference evapotranspiration model using different time scales in the Jaboticabal region of São Paulo, Brazil **Acta Scientiarum. Agronomy** Maringá, v. 37, n. 1, p. 1-9, Jan.-Mar. 2015;

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Roma: FAO, 1977. 179p. (Irrigation and Drenage Paper, 24);

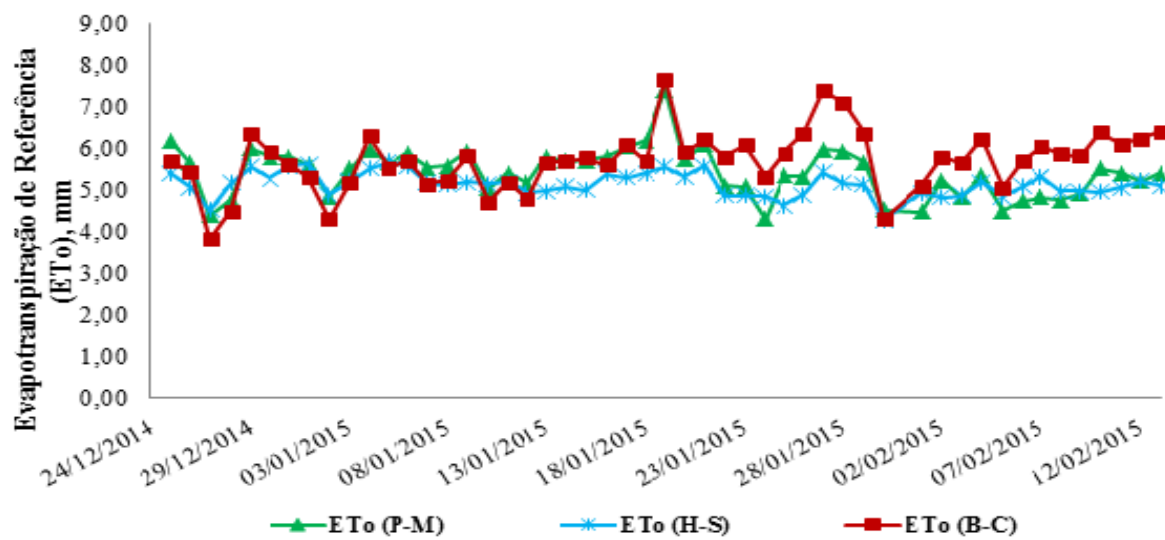
GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; COSTA FILHO, J. F.; FRANCISCO, P. R. M.; CAMPOS, V. B. Estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Areia, Paraíba **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.5, nº. 1, p.37–47, 2011;

JENSEN, M.W.; BURMAN, R.D.; ALLEN, R.G. Evapotranspiration and irrigation water requirements. **New York: American Society of Civil Engineers**, 1990. 329 p. (ASCE. Manual and Reports on Engineering Practices, 70);

MOURA, A. R. C.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ANTONINO, A. C. D.; AZEVEDO, J. R. G.; SILVA, B. B.; OLIVEIRA, L. M. M. Evapotranspiração de referência baseada em métodos empíricos em bacia experimental no estado de Pernambuco – Brasil **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.28, n.2, 181 - 191, 2013;

PALARETTI, L. F.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (eto) em regiões citrícolas paulistas. **Engenharia Agrícola Jaboticabal**, v.34, n.1, p.38 , jan./fev. 2014;

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997.



**Figura 1.** Evapotranspiração de referência pelos métodos de Penman Monteith [ETo(P-M)], Hargreaves-Samani [ETo(H-S)] e Blaney-Criddle [ETo(B-C)] no período de 24 de dezembro de 2014 a 13 de fevereiro de 2015 para a região de Arapiraca.