

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ETO) NO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE, PARAÍBA.

LUIS FELIPE FERREIRA COSTA¹; JULIANNA CATONIO DA SILVA², CINARA
BERNARDO DA SILVA³, DANIELLA PEREIRA DOS SANTOS⁴, MÁRCIO AURÉLIO
LINS DOS SANTOS⁵.

¹Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, *Campus* de Arapiraca – UFAL, Fone: 99996-7115, Email: luis.costa@arapiraca.ufal.br

² Mestranda, UFAL-*Campus* Arapiraca/Agronomia, Email: julianna_cds@hotmail.com

³ Mestranda, UFAL-*Campus* Arapiraca/Agronomia, Email: cinara_cbs@hotmail.com

⁴Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Email: daniellapsantos@hotmail

⁵.Doutor em Irrigação e drenagem ESALQ/USP, Professor Associado da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Arapiraca – Alagoas, Email: mal.santo@hotmail.com

Apresentado no XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017 30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Determinar a quantidade de água ideal para uma cultura está diretamente relacionado com a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o). O documento FAO-56 determina o método de Penman-Monteith como padrão para estimativa da ET_o. Objetivou-se, comparar, para as condições climáticas de Campina Grande, PB, diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (Hargreaves-Samani, Radiação Solar e Blaney-Criddle), comparando-os com o método padrão de Penman-Monteith-FAO. Os dados das variáveis meteorológicas foram coletados a partir de informações do INMET, durante o período de novembro a janeiro (2016/2017). Utilizou-se os valores dos coeficientes de determinação (r^2) e de correlação (r) e os índices de concordância (d) e desempenho (c). O método de Hargreaves-Samani obteve ($r^2=0,77$; $r=0,88$; $d=0,96$ e $c=0,85$). O método de Radiação Solar apresentou ($r^2=0,89$; $r=0,95$; $d=0,96$ e $c=0,91$). O método de Blaney-Criddle obteve ($r^2=0,93$; $r=0,97$; $d=0,96$ e $c=0,93$). Todos os métodos apresentaram bons resultados para os parâmetros estatísticos avaliados, apresentando desempenho muito bom para o método de Hargreaves-Samani e ótimo para os demais métodos, no entanto, os melhores resultados foram os obtidos pelo método de Blaney-Criddle para a região em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: fatores edafoclimáticos, parâmetros estatísticos, precipitação.

**COMPARISON BETWEEN METHODS OF ESTIMATION OF REFERENCE
EVAPOTRANSPIRATION (ETO) IN THE CITY OF CAMPINA GRANDE,
PARAIBA.**

ABSTRACT: Determining the amount of water ideal for a crop is directly related to the estimation of reference evapotranspiration (ET_o). FAO-56 determines the Penman-Monteith method as the standard for estimating ET_o. The objective of this study was to compare different methods of estimation of reference evapotranspiration (Hargreaves-Samani, Solar Radiation and Blaney-Criddle) to the climatic conditions of Campina Grande, PB, comparing them with the standard Penman-Monteith-FAO method. The data of the meteorological variables were collected from INMET information, during the period from November to January (2016/2017). The values of the coefficients of determination (R²) and of correlation (r) and the indices of agreement (d) and performance (c) were used. The Hargreaves-Samani method obtained (r² = 0.77, r = 0.88, d = 0.96 and c = 0.85). The solar radiation method presented (r² = 0.89, r = 0.95, d = 0.96 and c = 0.91). The Blaney-Criddle method obtained (r² = 0.93, r = 0.97, d = 0.96 and c = 0.93). All methods presented good results for the statistical parameters evaluated, presenting very good performance for the Hargreaves-Samani method and excellent for the other methods, however, the best results were obtained by the Blaney-Criddle method for the region under study.

KEYWORDS: Edaphoclimatic factors; Statistical parameters; precipitation.

INTRODUÇÃO: A determinação precisa do consumo de água pelas culturas é fundamental para o uso racional da água (CAPORUSSO; ROLIM, 2015), no qual pode ser determinado através do cálculo do balanço hídrico no solo. A evapotranspiração é um dos principais componentes do ciclo hidrológico e a principal componente no balanço hídrico do solo, no qual o seu conhecimento é essencial para um planejamento econômico no uso dos recursos hídricos e serve de parâmetro para estudos de avaliação ambiental e de manejo de bacias hidrográficas (RAZIEI; PEREIRA, 2013). Na escolha de um método para a determinação da evapotranspiração, devem ser levados em consideração praticidade e precisão, pois, apesar de esses métodos teóricos e micro meteorológicos serem baseados em princípios físicos, apresentam limitações, principalmente quanto à instrumentação, o que pode restringir a utilização (BERLATO & MOLION, 1981).

MATERIAL E MÉTODOS: Foram coletados os dados meteorológicos obtidos entre o período de novembro a janeiro (2016/2017) na estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram comparados os métodos empíricos de Hargreaves-Samani, Radiação Solar e Blaney-Criddle, em relação ao método padrão de Penman-Monteith-FAO.

O método de Hargreaves-Samani, para estimativa da (ET_o) diária, em mm d⁻¹, foi apresentada por (PEREIRA et al., 1997):

$$ET_o = 0,0023 R_n (T + 17,8) \sqrt{T_{max} - T_{min}} \quad (1)$$

Em que:

ET_o - evapotranspiração de referência, mm dia⁻¹; R_n - saldo de radiação, mm d⁻¹; T - temperatura média diária, °C; T_{max} - temperatura máxima, °C; T_{min} - temperatura mínima, °C.

O método da Radiação (FAO 24) para estimativa da ET_o, utiliza-se a seguinte equação de Doorenbos; Pruitt (1975):

$$ET_o = a + b (WR_s) \quad (2)$$

Em que:

ET_o - evapotranspiração de referência, mm d⁻¹; a - coeficiente linear da reta, mm d⁻¹; b - coeficiente angular da reta, adimensional; W - índice de ponderação dependente da temperatura e altitude, adimensional; R_s - radiação solar de ondas curtas recebida pela superfície terrestre em um plano horizontal, expressa em equivalente de evaporação, mm d⁻¹.

Para a exatidão dos métodos empíricos, foi realizada a análise para a determinação do coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d) de Willmott et al. (1985) e o índice de desempenho (c).

r - coeficiente de correlação; R^2 - coeficiente de determinação.

$$d = 1 - \left[\frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - O_i| + |O_i - O|)^2} \right] \quad (3)$$

Onde: d - coeficiente de concordância; P_i - evapotranspiração estimada pelo método testado (mm); O_i - evapotranspiração estimada pelo método padrão (mm); O - média dos valores observados pelo método padrão (mm).

$$c = d \times r \quad (4)$$

Em que:

c - índice de desempenho; d - coeficiente de concordância e r - coeficiente de correlação.

Para o método de Blaney-Criddle, utilizou-se a versão mais conhecida que é apresentada por Doorenbos; Pruitt (1977) modificada por Frevert et al., (1983).

$$ET_o = a + b \cdot p \cdot (0,46 T_{med} + 8,13) \quad (5)$$

Em que:

ET_o - evapotranspiração de referência, 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, °C; UR_{min} - Umidade relativa mínima do período, %; U_2 - velocidade do vento a 2 m, $m s^{-1}$; (n/N) - razão da insolação do período pelo fotoperíodo, horas.

A estimativa da evapotranspiração diária pelo método padrão FAO Penman-Monteith, foi estimada pela Equação 8 (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, mm dia^{-1} ; δ - declividade da curva de pressão de vapor de saturação, $kPa °C^{-1}$; λ - calor latente de evaporação, $MJ kg^{-1}$. r_c - resistência do dossel da planta, $s m^{-1}$; r_a - resistência aerodinâmica, $s m^{-1}$; R_n - saldo de radiação à superfície, $kJ m^{-2} s^{-1}$; G - fluxo de calor no solo, $kJ m^{-2} s^{-1}$; γ - constante psicrométrica, $kPa °C^{-1}$; T - temperatura média do ar, °C; U_2 - velocidade do vento a 2 m de altura, $m s^{-1}$; fator de transformação de unidades, $kJ^{-1} kg K$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Foram obtidos valores médios de Evapotranspiração de referência correspondente a 6,32; 4,12; 9,06 e 6,61 $mm dia^{-1}$, respectivamente para os métodos de P-M, H-S, R-S e B-C. Sendo assim, superiores para o método empírico de Radiação Solar. Os valores totais de evapotranspiração de referência foram de: 536,89; 341,81; 770,45; 561,61 mm, para os respectivos métodos, durante o período avaliado.

Para o método de Hargreaves-Samani (H-S) em comparação ao método padrão, são encontrados um coeficiente de determinação de ($r^2 = 0,77$) e um coeficiente de correlação ($r = 0,88$). São apresentados valores superiores para os demais métodos avaliados ($r^2 = 0,93$ e $0,89$) e altos coeficientes de correlação ($r = 0,97$ e $0,95$) para os métodos de Blaney-Criddle (B-C) e Radiação Solar (R-S), respectivamente. Para o índice “ c ” foi apresentado um desempenho classificado como ótimo para ambos os métodos. (Tabela 1). Santos et al. (2016) também encontraram bons resultados para avaliação desses parâmetros.

Tabela 1- Parâmetros da equação de regressão (β_0 , β_1), coeficiente de determinação (r^2), coeficiente de correlação (r), índice de concordância (d), índice de confiança ou desempenho (c) em Campina Grande, Paraíba.

Método	β_0	β_1	R^2	r	d	c	Classificação
H-S	1,91	0,33	0,77	0,88	0,96	0,85	Ótimo
B-C	-1,59	1,30	0,93	0,97	0,96	0,93	Ótimo
R-S	-2,29	1,80	0,89	0,95	0,96	0,91	Ótimo

O coeficiente angular da equação (0,33), para o método de H-S apresenta valores maiores que 1, indicando uma subestimativa do método de H-S em relação ao padrão. Santos et al. 2016, no Agreste alagoano, Lima Junior et al. (2016) no semiárido Cearense e Bezerra et al. (2014) em Mossoró - RN também encontraram que o método de Hargreaves-Samani subestima a ETo em relação ao método padrão, principalmente nos períodos mais secos e de elevada temperatura do ar. Tanto o método de B-C como R-S apresentaram coeficiente angular da equação maior que 1, indicando uma superestimativa dos métodos em relação ao padrão. Moura et al. (2013), em Vitória de Santo Antão – PE e Souza et al. (2010) no estado de Sergipe também encontraram uma superestimativa em relação ao padrão, para o método de Blaney-Criddle e Radiação Solar, respectivamente.

CONCLUSÃO: Na falta de dados meteorológicos para o método padrão, o método de Blaney-Criddle é o mais indicado para o município de Campina Grande, Paraíba.

REFERÊNCIAS:

- BERLATO, M.A.; MOLION, L.C.B. *Evaporação e evapotranspiração*. Porto Alegre: IPAGRO/ Secretaria de Agricultura, 1981. 95 p. (Boletim Técnico, 7).
- BEZERRA, J. M.; MOURA, G. B. A.; FRANÇA, Ê. F.; LOPES, P. M. O.; SILVA, B. B. Estimativa da evapotranspiração de referência diária para Mossoró (RN, Brasil). **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 211-220, 2014.
- CAPORUSSO, N. B.; ROLIM, G. de S. Reference evapotranspiration models using different time scales in the Jaboticabal region of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy** (Impresso), v. 37, p. 1-9, 2015.
- LIMA JUNIOR, J. C.; ARRAES, F. D. D.; OLIVEIRA, J. B.; NASCIMENTO, F. A. L.; MACÊDO, K.G. Parametrização da equação de Hargreaves e Samani para estimativa da evapotranspiração de referência no Estado do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 447-454, 2016.
- MOURA, A. R. C.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ANTONINO, A. C. D.; AZEVEDO, J. R. G de.; SILVA, B. B da.; OLIVEIRA, L. M. M de. Evapotranspiração de referência baseada em métodos empíricos em bacia experimental no estado de Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de meteorologia**, v. 28, n. 2, p. 181-191, 2013.
- RAZIEL, T.; PEREIRA, L. S. Estimation of ETo with Hargreaves-Samani and FAO/PM temperature methods for a wide range of climates in Iran. **Agricultural Water Management**, v. 121, n. 4, p. 1-18, 2013.
- SANTOS, C.S.; SANTOS, D.P.; OLIVEIRA, W.J.; SILVA, P.F.; SANTOS, M.A.L.; FONTENELE, A.J.P.B. Evapotranspiração de referência e coeficiente de cultivo da pimenteira no Agreste Alagoano. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, n.º. 5, p. 883 - 892, 2016.
- SOUZA, I. F. et al. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 633-644, 2010.