

MÉTODOS EMPÍRICOS PARA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM ARAPIRACA

J. C. da Silva¹; L. F. F. Costa²; T. R. G. da Silva²; C. B. da Silva³; L. A. Santos³; M. A. L. dos Santos⁴

RESUMO: A evapotranspiração de referência (ET₀) representa a perda de água do solo vegetado para a atmosfera devido à evaporação e à transpiração. O modelo de Penman-Monteith (P-M) demanda variados elementos meteorológicos em sua solução, o que dificulta sua aplicação em estudos agrometeorológicos. Objetivou-se avaliar métodos empíricos para determinação da evapotranspiração de referência em Arapiraca, AL. Foram coletados dados da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no período de novembro de 2017 a julho de 2018 para realizar a correlação entre os métodos de Hargreaves-Samani (H-S), da Radiação Solar (R-S), de Blaney-Criddle (B-C) e de Priestley-Taylor (P-T) com o método padrão de P-M. Foram encontrados baixos valores de coeficiente de determinação ($r^2 = 0,61$) para H-S, indicando que o método não é preciso para estimar a ET₀. Nota-se altos valores de coeficiente de determinação ($r^2 = 0,91$; $0,93$ e $0,9$) para R-S, B-C e P-T, mostrando a elevada precisão das estimativas da ET₀ pelos métodos. O método da radiação solar é o mais indicado para as condições estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: água, comparação, fatores climáticos.

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração de referência (ET₀) é um parâmetro de extrema importância para definir a necessidade hídrica de uma cultura e é um parâmetro vital para a eficiência do uso de água (VICENTE et al., 2018). Sem a ET₀ não é possível proporcionar a otimização do uso de recursos hídricos (Antonopoulos & Antonopoulos, 2017).

Os métodos de determinação da ET₀ normalmente estimam de forma satisfatória a evapotranspiração, nas condições de clima onde são desenvolvidos, mas, quando utilizados em condições diferentes podem ocasionar grandes erros e gerar grandes perdas de produção ou desperdício de recursos hídricos (Cavalcante Júnior, 2010). Assim sendo, o estudo local dessa variável é vital para o sucesso do período cultivado, como pode ser observado em muitos estudos que avaliam o desempenho dos diferentes métodos de estimativa da ET₀ (Araújo et al., 2011; Oliveira et al., 2015; Santos et al., 2016).

¹ Mestranda, Agricultura e Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Av. Manoel Severino Barbosa, CEP 57309-005, Arapiraca, AL. Fone (82) 998364030. E-mail: julianna_cds@hotmail.com

² Graduando, Agronomia, UFAL, Arapiraca, AL.

³ Mestrando, Agricultura e Ambiente, UFAL, Arapiraca, AL.

⁴ Prof. Doutor, Depto de Agronomia, UFAL, Arapiraca, AL.

Segundo Silva et al., (2018) método de Penman-Monteith é recomendado como padrão pela Food Agriculture Organization (FAO) para calcular a evapotranspiração de referência (ET₀) em todo o mundo, entretanto ele requer uma quantidade maior de elementos meteorológicos, que muitas vezes não estão disponíveis, ocasionando, assim, a busca de métodos de estimativa mais simples (Lucena et al., 2016) que empreguem menor número de variáveis, como os de Hargreaves-Samani, da Radiação Solar, de Blaney-Criddle e de Priestley-Taylor (Allen et al., 1998).

Objetivou-se avaliar métodos empíricos para determinação da evapotranspiração de referência em Arapiraca, AL.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados dados da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) da cidade de Arapiraca, AL no período de novembro de 2017 a julho de 2018 para realizar a correlação entre os métodos de Hargreaves-Samani (H-S), da Radiação Solar (R-S), de Blaney-Criddle (B-C) e de Priestley-Taylor (P-T) com o método padrão de P-M.

A estimativa da evapotranspiração diária pelo método de Penman-Monteith foi estimada utilizando a Equação 1 (Allen *et al.*, 1998):

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma + \frac{900}{(T+273)}U_2(ea - es)}{(\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2))} \quad (1)$$

em que: **ET₀** = evapotranspiração de referência; **R_n** = saldo de radiação diário; **G** = fluxo total diário de calor do solo; **T** = temperatura média diária do ar; **U₂** = velocidade do vento média diária à altura de 2 m; **es** = pressão de saturação do vapor médio diário; **ea** = pressão atual do vapor médio diário; **(es-ea)** = déficit de saturação de vapor médio diário; **Δ** = declividade da curva da pressão do vapor em relação à temperatura; **γ** = coeficiente psicrométrico.

O método de Hargreaves-Samani, para estimativa da (ET₀) diária, em mm d⁻¹, foi apresentado por Pereira *et al.* (1997):

$$ET_0 = \alpha R_a (T_{med} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

em que: **ET₀** = evapotranspiração de referência; **α** = coeficiente adimensional; **R_a** = Radiação extraterrestre; **T_{med}** = temperatura média diária; **T_{max}** = temperatura máxima e **T_{min}** = temperatura mínima.

Para o método da Radiação Solar para a estimativa da ET₀, utilizou-se a proposta apresentada por Doorenbos & Pruitt (1977) que utiliza as Equações 3:

$$ET_0 = a + b W \frac{R_s}{\lambda} \quad (3)$$

em que: **ET₀** = evapotranspiração de referência; **a** = coeficiente linear da reta; **b** = coeficiente angular da reta; **W** = índice de ponderação dependente da temperatura média; **Rs** = radiação solar de ondas curtas recebida pela superfície terrestre em um plano horizontal; **λ** = calor latente de evaporação; **UR_{med}** = umidade relativa média; **U** = velocidade média do vento à altura de 2 m; **T_{med}** = temperatura média.

No caso do método de Blaney-Criddle utilizou-se a versão mais conhecida que é a apresentada por Doorenbos & Pruitt (1977), de acordo com as Equações 4:

$$ET_0 = a + b p (0,457 T_{med} + 8,13) \quad (4)$$

em que: **ET₀** = evapotranspiração de referência ; “**a**” e “**b**” = são coeficientes de ajuste; **p** = fator de correção função da latitude e época do ano; **T_{med}**= Temperatura média do período; **UR_{min}** = Umidade relativa mínima do período; **U₂** = velocidade do vento; **n/N** = razão da insolação do período pelo fotoperíodo.

O método de Priestley-Taylor (1972), é representado pela Equação 5.

$$ET_0 = \alpha \left(\frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \right) \left(\frac{R_n - G}{\lambda} \right) \quad (5)$$

em que: **ET₀** = evapotranspiração de referência; **α** = fator de ajuste,; **G** =fluxo de calor do solo,; **Δ** = declividade da curva da pressão do vapor em relação à temperatura; **γ** = coeficiente psicrométrico; **R_n** = saldo de radiação; **λ** = calor latente de evaporação.

As correlações entre os métodos de estimativas de ET₀ foram realizadas pelas análises de correlação e de regressão linear, utilizando-se o programa estatístico R (R Core Team, 2018) para obtenção dos coeficientes e do coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 são apresentados os comportamentos da ET₀ estimados pelos métodos de Hargreaves-Samani, da Radiação Solar, de Blaney-Criddle, de Priestley-Taylor e de Penman-Monteith (método padrão).

Analisando a figura observou-se que a ET₀ estimada pelo método de Blaney-Criddle e de Priestley-Taylor subestimaram os valores de ET₀, enquanto o método de Hargreaves-Samani subestimou esses valores em relação ao método padrão de Penman-Monteith. Os dados de ET₀ obtidos pelo método da Radiação Solar foram os que mais se aproximaram da ET₀ obtida pelo método padrão.

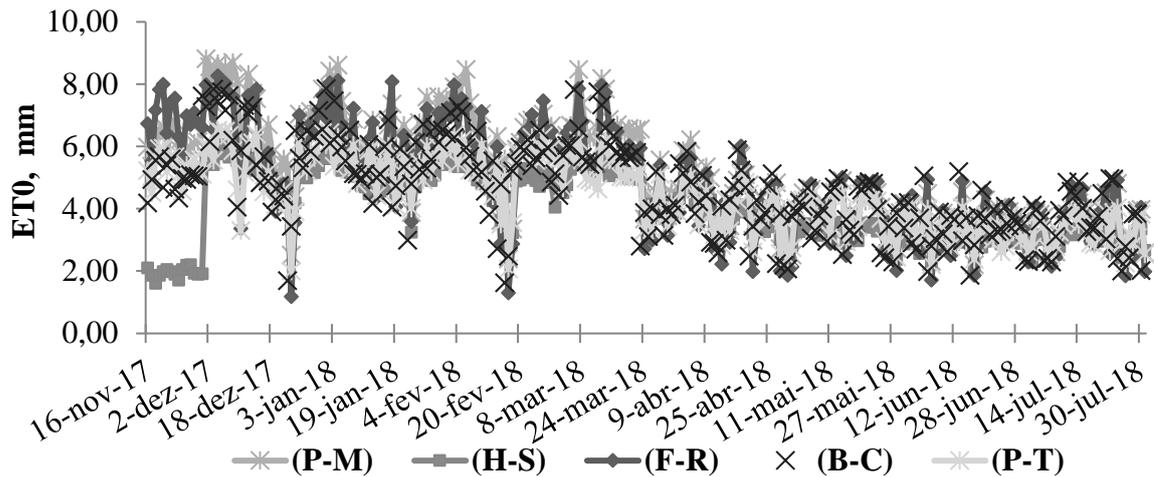


Figura 1. Evapotranspiração de referência (ET₀) estimados pelos métodos de: Penman-Monteith [ET₀(P-M)], Hargreaves-Samani [ET₀(H-S)], Radiação Solar [ET₀(R-S)], Blaney-Criddle [ET₀(B-C)] e Priestley-Taylor [ET₀(P-T)].

Observa-se baixos valores de coeficiente de determinação ($r^2 = 0,61$) para o método de Hargreaves-Samani (H-S), indicando que o método não é preciso para estimar a ET₀. Nota-se altos valores de coeficiente de determinação ($r^2 = 0,91; 0,93$ e $0,9$) para os métodos de Radiação Solar (R-S), Blaney-Criddle (B-C) e Priestley-Taylor, mostrando a elevada precisão das estimativas da ET₀ pelos métodos (Figura 2).

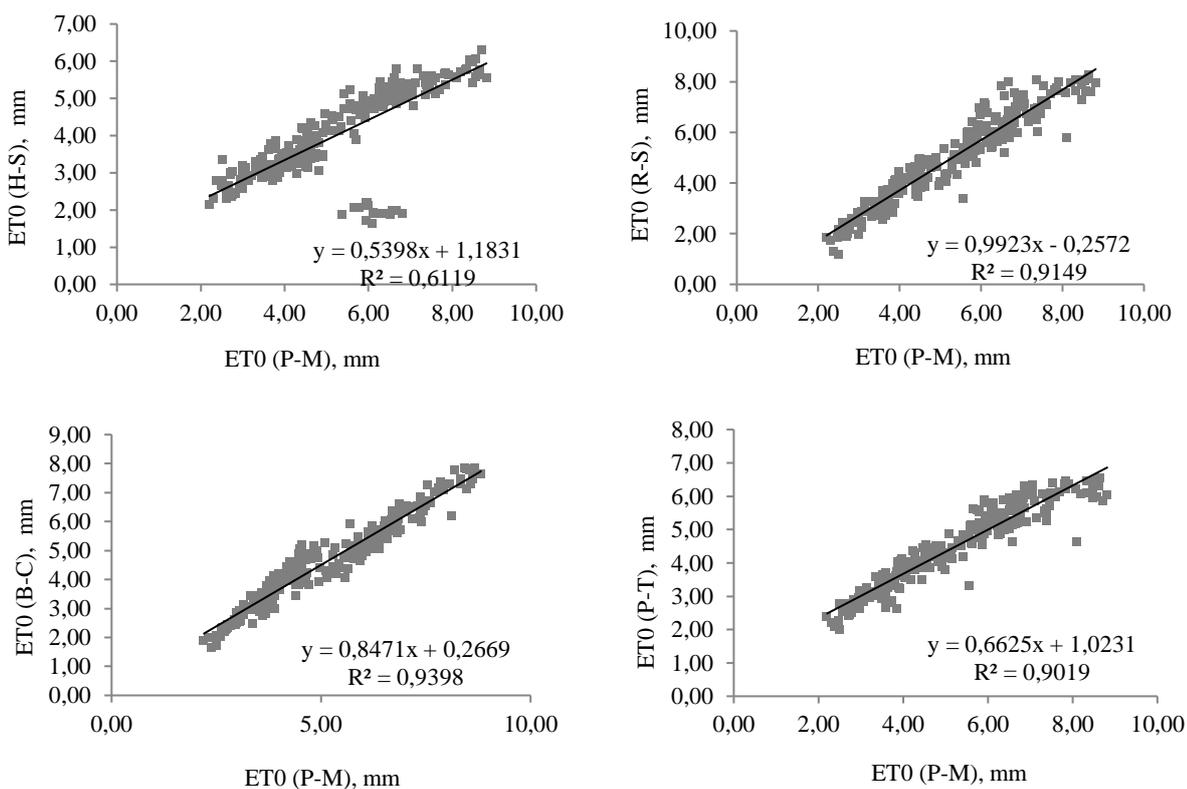


Figura 2. Correlação entre os valores diários da evapotranspiração de referência (ET₀) (mm.dia⁻¹) estimados pelos métodos de Penman-Monteith [ET₀(P-M)], em relação aos métodos (A) de

Hargreaves-Samani [ET0(H-S)], (B) da Radiação Solar [ET0(R-S)], (C) de Blaney-Criddle [ET0(B-C)] e (D) de Priestley-Taylor [ET0(P-T)].

Corroborando com os resultados de Chagas et al. (2013) no município de Rio Real, Bahia, em que concluíram que o método de Hargreaves-Samani obteve avaliação inferior para todos os critérios de comparação com relação aos demais métodos de estimativa de ET0.

Moura et al. (2013) em Vitória de Santo Antão – PE e Mendonça e Dantas (2010), em estudo realizado em Capim-PB, encontraram que o método de radiação Solar apresentou melhor correlação em relação à Penman-Monteith FAO.

CONCLUSÃO

O método da Radiação solar apresentou o melhor desempenho na estimativa da evapotranspiração de referência, entre os métodos estudados, em relação ao de Penman-Monteith, sendo recomendado para determinação da ET0 para a região

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, S. L.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Rome, FAO. 15p. (Irrigation and Drainage, 56),1998.
- ANTONOPOULOS, V. Z.; ANTONOPOULOS, A. V. Daily reference evapotranspiration estimates by artificial neural networks technique and empirical equations using limited input climate variables. Computers and Electronics in Agriculture, v.132, p.86 - 96, 2017.
- ARAÚJO, G.L.; REIS, E.F.; MARTINS, C.A.S.; BARBOSA, V.S.; RODRIGUES, R.R. Desempenho comparativo de métodos para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET0). Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 5, n. 1, p. 84–95, 2011.
- CAVALCANTE JUNIOR, E. G.; ALMEIDA, B.M.; OLIVEIRA, A.D.; ESPINOLA SOBRINHO, J. A. Estimativa da evapotranspiração de referência para a cidade de Mossoró-RN. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 4, n. 1, p. 87-92, 2010.
- 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 (ET0) no município de rio Real-BA. Irriga, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 351-363, 2013.
- LUCENA, F.A.P.; SILVA, E. M.; RIBEIRO, A.A.; SIMEÃO, M.; LUCENA, J.P.A.P. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência no município de Bom Jesus, PI. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 10, n. 1, p. 663-675, 2016.

MENDONÇA, E. A.; DANTAS, R. T. Estimativa da evapotranspiração de referência no município de Capim, PB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, v.14, n.2, p.196-202, 2010.

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.

OLIVEIRA, V.M.R.; DANTAS, G.F.; PALARETTI, L.F.; DALRI, A.B.; SANTOS, M.G.; FICHER FILHO, J.A. Estimativa de evapotranspiração de referência na região de rio Paranaíba-MG. Irriga, v. 20, n. 1, p. 790-798, 2015.

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. 5, p. 883 - 892, 2016.

SILVA, J. C.; SILVA, C. B.; SANTOS, D. P.; SANTOS, M. A. L.; OLIVEIRA, W. J.; REIS, L. S. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da cenoura irrigada no agreste alagoano. Ceres, v. 65, n. 4, p. 697-305, 2018.

VICENTE, M. R.; LEITE, C. V.; SANTOS, R. M.; LUCAS, P. O.; DIAS, S. H. B.; SANTOS, J. S. Evapotranspiração de referência utilizando o método FAO Penman-Monteith com dados faltantes. Global Science and technology, v. 11, n. 3, p. 217-228, 2018.