



Métodos empíricos para determinação da evapotranspiração de referência em Arapiraca

Empirical methods for determining reference evapotranspiration in Arapiraca

Julianna Catonio da SILVA¹, Luis Felipe Ferreira², Thaís Rayane Gomes da SILVA³,
Cinara Bernardo da SILVA⁴, Laylton Albuquerque dos SANTOS⁵, Márcio Aurélio Lins
dos SANTOS⁶

¹Doutoranda em Agronomia (Produção Vegetal), Campus de Engenharias e Ciências Agrárias,
Universidade Federal de Alagoas

*E-mail: julianna_cds@hotmail.com

²Graduando em Agronomia, Campus de Arapiraca, Universidade Federal de Alagoas

E-mail: luis.costa@arapiraca.ufal.br

³Mestranda em Agricultura e ambiente, Campus de Arapiraca, Universidade Federal de Alagoas

E-mail: tsgomes4@gmail.com

⁴Mestre em Agricultura e ambiente, Campus de Arapiraca, Universidade Federal de Alagoas

E-mail: cinara_cbs@hotmail.com

⁵Mestrando em Agricultura e Ambiente, Campus de Arapiraca, Universidade Federal de Alagoas

E-mail: layltonalbuquerque@gmail.com

⁶Professor Associado, Campus de Arapiraca, Universidade Federal de Alagoas

E-mail: mal.santo@arapiraca.ufal.br

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.

Abstract - Reference evapotranspiration (ET₀) represents the loss of water from vegetated soil to the atmosphere due to evaporation and transpiration. The Penman-Monteith (P-M) model requires several meteorological elements in its solution, which makes it difficult to apply it in agrometeorological studies. The objective was to evaluate empirical methods to determine the reference evapotranspiration in Arapiraca,



AL. Data were collected from the meteorological station of the National Institute of Meteorology (INMET) from November 2017 to July 2018 to perform the correlation between the methods of Hargreaves-Samani (HS), of Solar Radiation (RS), by Blaney-Criddle (BC) and Priestley-Taylor (PT) with the standard PM method. Low values of determination coefficient ($r^2 = 0.61$) were found for H-S, indicating that the method is not accurate to estimate ET_0 . High values of determination coefficient ($r^2 = 0.91$; 0.93 and 0.9) are noted for R-S, B-C and P-T, showing the high precision of ET_0 estimates by the methods. The solar radiation method is the most suitable for the conditions studied.

Key words: Water. Comparison. Climatic factors.

Introdução

A evapotranspiração de referência (ET_0) 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, p.224). Sem a ET_0 não é possível proporcionar a otimização do uso de recursos hídricos (Antonopoulos ; Antonopoulos, 2017, p. 90).

Os métodos de determinação da ET_0 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 ET_0 (Araújo et al., 2011, p. 90; Oliveira et al., 2015, p. 792; Santos et al., 2016, p. 887).

Segundo Silva et al., (2018, p. 299) método de Penman-Monteith é recomendado como padrão pela Food Agriculture Organization (FAO) para calcular a evapotranspiração de referência (ET_0) 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, p. 10).

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; **R_s** = 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.

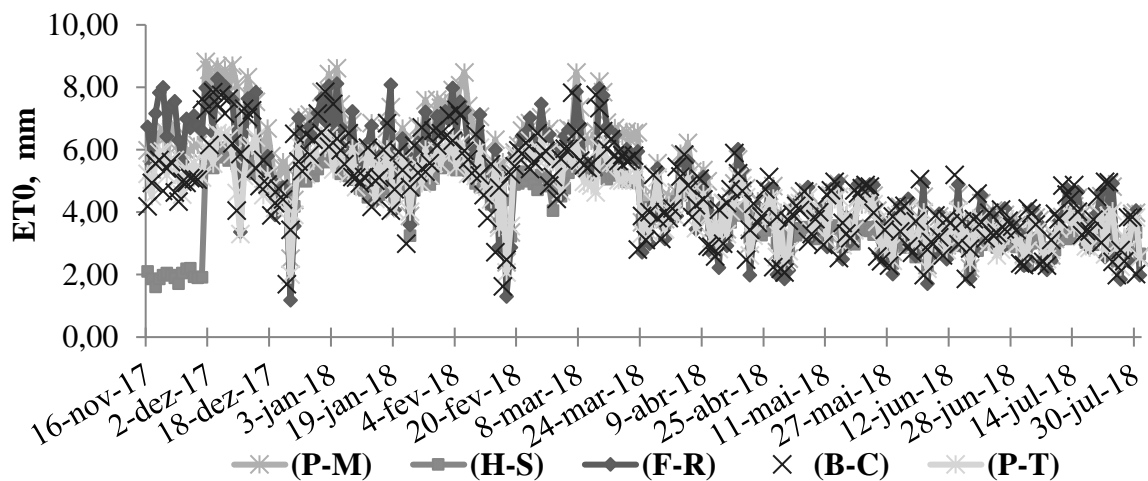
As correlações entre os métodos de estimativas de ET₀ foram realizadas pelas análises de correlação e de regressão linear, utilizando-se o programa estatístico R (R Core Team, 2018) para obtenção dos coeficientes e do coeficiente de determinação (R²).

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.

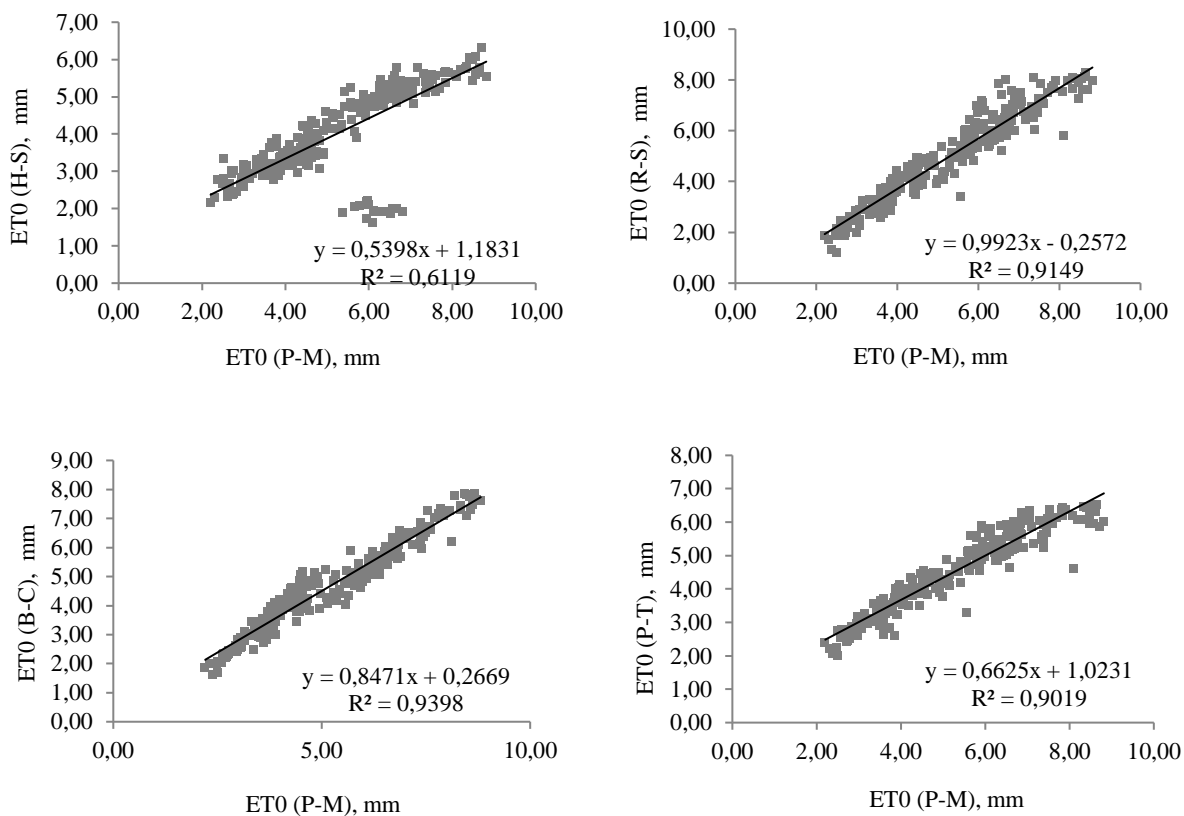
Figura 1. Evapotranspiração de referência (ET₀) estimados pelos métodos de: Penman-Monteith [ET₀(P-M)], Hargreaves-Samani [ET₀(H-S)], Radiação Solar [ET₀(R-S)], Blaney-Criddle [ET₀(B-C)] e Priestley-Taylor [ET₀(P-T)].





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, p. 359) 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, p. 188) em Vitória de Santo Antão – PE e Mendonça e Dantas (2010, p. 199), 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 PenmanMonteith, sendo recomendado para determinação da ET₀ para a região.

Referências

- 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.
- ARAUJO, 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. 297-305, 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.