

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA A REGIÃO DE ARAPIRACA, AL.

W. dos Santos¹, M. B. de Sá², L. F. F. Costa³, J. C. da Silva⁴, C. B. da Silva⁵,
M. A. L. Santos⁶

RESUMO: A evapotranspiração de referência (ET_o) é um importante parâmetro agrometeorológico, principalmente para planejamento e manejo de irrigação, mas, também, é considerada elemento climático de demanda hídrica, daí sua aplicação em estudos meteorológicos. O método Penman-Monteith-FAO é considerado, o mais apropriado para a estimativa da ET_o, porém, quando há impossibilidade da aplicação deste método, é necessário averiguar qual o método mais indicado, diante das condições locais. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo realizar o estudo comparativo dos métodos de Blaney Criddle, Hargreaves Samani e Radiação com o método padrão (Penman-Monteith FAO 56) para as condições climáticas do município de Arapiraca, AL. Foram coletados dados meteorológicos referente ao período de novembro a Janeiro (2016/2017). Utilizaram-se os valores dos coeficientes de determinação (r²) e de correlação (r) e os índices de concordância (d) e desempenho (c). O método de Hargreaves-Samani obteve (r²=0,13; r=0,36; d=0,97 e c=0,35). O método de Radiação Solar apresentou (r²=0,44; r=0,67; d=0,97 e c=0,65). O método de Blaney-Criddle obteve (r²=0,42; r=0,65; d=0,97 e c=0,63). O método de Radiação solar apresentou os melhores parâmetros estatísticos, sendo o indicado em substituição ao método padrão para a região e período de estudo.

PALAVRAS – CHAVE: manejo de irrigação, Penman-Monteith, demanda hídrica.

COMPARISON OF DIFFERENT ESTIMATION METHODS FOR THE REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION FOR THE ARAPIRACA, AL REGION.

¹ Acadêmica de Agronomia, UFAL, Arapiraca – Alagoas. E-mail: waneska_s2@hotmail.com

² Acadêmica de Agronomia, UFAL, Arapiraca – Alagoas.

³ Acadêmico de Agronomia, UFAL, Arapiraca – Alagoas.

⁴ Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL, Arapiraca – Alagoas.

⁵ Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL, Arapiraca – Alagoas.

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

ABSTRACT: The reference evapotranspiration (ET_o) is an important agrometeorological parameter, mainly for irrigation planning and management, but is also considered climatic element of water demand, hence its application in meteorological studies. The Penman-Monteith-FAO method considered to be most appropriate method for estimating ET_o, but when is impossible to apply this method, is necessary to determine appropriate method, given local conditions. Therefore, the present work had the objective of comparative study of the methods of Blaney Criddle, Hargreaves and Radiation with the standard method (Penman-Monteith FAO 56) for the climatic conditions of municipality in Arapiraca, AL. Meteorological data were collected from November to January (2016/2017). The values of coefficients in determination (r^2) and of correlation (r) and the indices of agreement (d) and performance (c) were used. The Hargreaves-Samani method yielded ($r^2 = 0.13$, $r = 0.36$, $d = 0.97$ and $c = 0.35$). The solar radiation method presented ($r^2 = 0.44$, $r = 0.67$, $d = 0.97$ and $c = 0.65$). The Blaney-Criddle method obtained ($r^2 = 0.42$, $r = 0.65$, $d = 0.97$ and $c = 0.63$). The method Solar radiation presented the best statistical parameters, being indicated instead the standard method for the region period study.

KEYWORD: irrigation management, Penman Monteith, Water demand.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água do solo para as plantas não depende apenas das precipitações pluviais, mas também da outra componente do balanço hídrico que corresponde às perdas de água do solo para a atmosfera, que ocorrem por evaporação e transpiração vegetal, processo denominado de evapotranspiração (Nery e Castañeda, 1992).

A estimativa das perdas por evaporação e transpiração é de grande importância para atividades como projetos de irrigação, gerenciamento de reservatórios e planejamento de uso e outorga de recursos hídricos. Evapotranspiração é a perda de água de uma superfície com qualquer tipo de vegetação e sob qualquer condição de umidade para a atmosfera. Evapotranspiração foi o termo usado por Thornthwaite & Wilm (1944) para expressar a ocorrência simultânea dos processos de evaporação no solo e de transpiração das plantas.

A evapotranspiração de referência pode ser estimada por vários métodos bastante conhecidos. Dentre os métodos de estimativa, os denominados empíricos têm aplicabilidade quase universal e resultam de correlações entre os elementos meteorológicos medidos em condições padrões e a evapotranspiração também medida em condições padronizadas. Os

métodos combinados, entretanto, reúnem os efeitos do balanço de energia àqueles do poder evaporante do ar (Pereira et al., 1997).

A não-verificação da adequação dos métodos de estimativa da evapotranspiração de referência às condições climáticas, a falta de precisão na estimativa, bem como o erro, devido ao uso de instrumentos de medidas inadequados, em geral, também conduz ao manejo inadequado da água, afetando muitas vezes a produção agrícola. Aplicações insuficientes ou em excesso resultam em perdas e prejuízos consideráveis às plantas e ao solo, diminuindo, dessa forma, a eficiência do uso de irrigação (SILVA et al., 1993).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado utilizando dados meteorológicos obtidos entre o período de novembro de 2016 a janeiro de 2017 da estação meteorológica localizada na região de estudo. 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:

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

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

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

Em que: ETo = 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, $^{\circ}C$; 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.

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

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

Em que: ET_o = evapotranspiração de referência, mm d⁻¹; R_n = saldo de radiação, mm d⁻¹; T = temperatura média diária, °C; T_{max} = temperatura máxima, °C; T_{min} = temperatura mínima, °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 Rs = é a radiação solar (mm d⁻¹).

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

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

Em que: ET_o = evapotranspiração de referência, mm d⁻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⁻²s⁻¹; G = fluxo de calor no solo, kJ m⁻²s⁻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; 900 fator de transformação de unidades, kJ⁻¹kg K.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evapotranspiração de referência (ET_o) para todos os métodos em estudo, divergiram entre si durante o período analisado, apresentando uma maior semelhança entre o de Radiação Solar e Blaney Criddle, onde o método de Radiação Solar, superestimou os demais, atingindo uma média de 12,053 mm.d⁻¹, máxima 21,161 mm.d⁻¹, mínimo 6,151 mm.d⁻¹, e total de 1024,537 mm.d⁻¹. O método de Blaney Criddle os valores da ET_o apresentaram uma média de 11,113 mm.d⁻¹, máxima 19,893 mm.d⁻¹, mínima 4,983 mm.d⁻¹, e um total de 944,585 mm.d⁻¹. Para o método de Hargreaves-Samani obteve uma média de 4,550 mm.d⁻¹, máxima 5,558 mm.d⁻¹, mínima 2,914 mm.d⁻¹, e um total de 386,758 mm.d⁻¹. O método Penman-

Monteith-FAO obteve uma média de $7,855 \text{ mm.d}^{-1}$, máxima $11,395 \text{ mm.d}^{-1}$, mínima $4,990 \text{ mm.d}^{-1}$, e total de $667,669 \text{ mm.d}^{-1}$.

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 1).

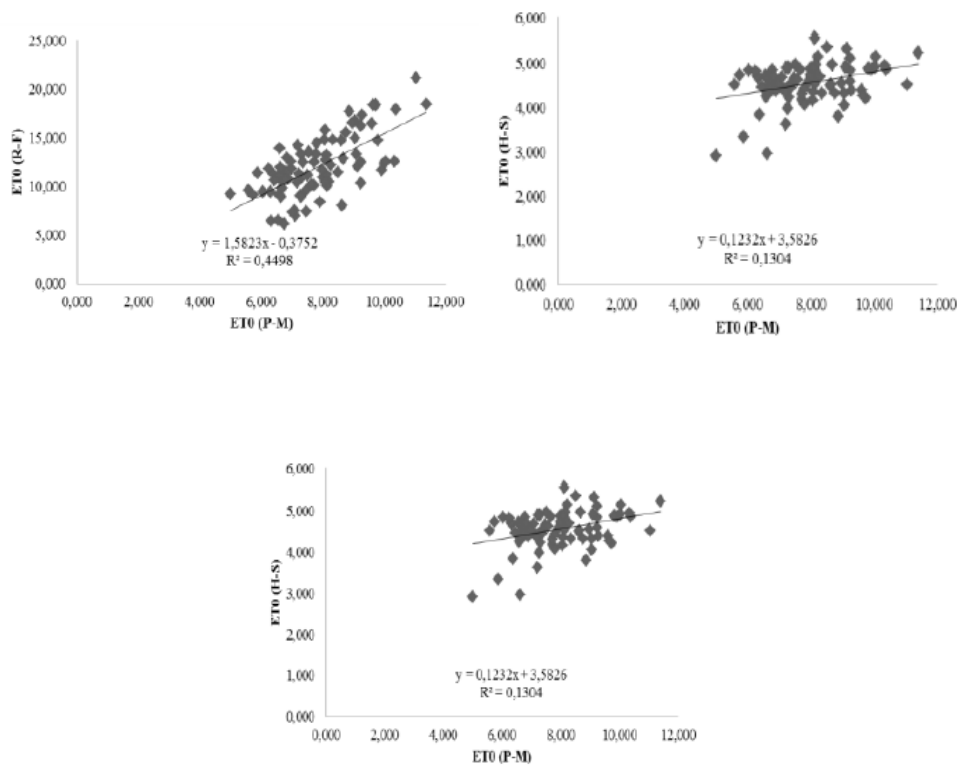


Figura 1. Linear entre valores diários da evapotranspiração de referência (ETo), em mm.d^{-1} .

O método que apresentou os melhores parâmetros estatísticos foi o de Radiação Solar que apresentou ($r^2=0,44$; $r=0,67$; $d=0,97$ e $c=0,65$) atingindo um desempenho mediano de acordo com Camargo e Sentelhas (1997). O método de Hargreaves-Samani obteve ($r^2=0,13$; $r=0,36$; $d=0,97$ e $c=0,35$) sendo considerado um desempenho péssimo. O método de Blaney-Criddle obteve ($r^2=0,42$; $r=0,65$; $d=0,97$ e $c=0,63$) com um desempenho mediano. Para o método de Hargreaves-Samani Almeida et al. (2010), também obteve um desenvolvimento “péssimo” com $r^2=0,20$ em Fortaleza-Ceará. Araújo et al. (2010), estudando a ETo nas condições climáticas do Município de Alegre-ES, concluiu que assim como no presente trabalho o método de Radiação solar superestimou a ETo nas condições climáticas do município. Oliveira et al. (2005) compraram métodos de estimativa da ETo com o método padrão Penman-Monteith para Santo Antônio de Goiás-GO, no período chuvoso, e

determinaram que o método de Blaney-Criddle subestimou em média Penman- Monteith, o mesmo não ocorreu neste trabalho.

CONCLUSÃO

Dentre os métodos avaliados o de Radiação solar apresentou os melhores parâmetros estatísticos, sendo o indicado em substituição ao método padrão para a região e período de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

FERRAZ, R. C.; Estimativa da evapotranspiração de referência utilizando redes neurais artificiais para o Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Tecnológica**. v.23, p.25-31, 2014.

NERY, J.T.; CASTAÑEDA, E. Cálculo da evapotranspiração potencial na região de Maringá: estudo estatístico. *Rev. Unimar*, Maringá, v. 14, n. 1, p. 59-74, 1992.

OLIVEIRA, R. Z.; OLIVEIRA, L. F. C.; WEHY, T. R.; BORGES, L. B.; BONONO, R. **Comparação de metodologias de estimativa da evapotranspiração de referência para a região de Goiânia, GO**. *Biosci. J.*, v.21, n.3, p.19-27, 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.

SILVA, A.A.G.; ANGELOCCI, L.R.; NOGUEIRA, L.C.; ANDRADE, C.L.T. Avaliação da eficiência de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1993. p.2465-78.