

ESTIMATIVAS DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA DO MUNICÍPIO DE BARBALHA(CE) UTILIZANDO OS MÉTODOS PENMAN-MONTEITH-FAO E HARGREAVES-SAMANI**Carlos Wagner Oliveira¹, Willian Nunes da Silva², Ana Célia Maia Meireles³**¹ Prof. Dr, Associado Universidade Federal do Cariri, Fone: (88) 3221-9514, carlos.oliveira@ufca.edu.br² Graduando, Universidade Federal do Cariri, Fone: (88) 99340-2379, willyannunes72@gmail.com³ Prof(a). Dr(a), Adjunta Universidade Federal do Cariri, Fone: (88) 3221-9514, ana.meireles@ufca.edu.br

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: A evapotranspiração é um acontecimento natural que ocorre a partir dos processos físico-químicos transpiração e evaporação, sendo essencial para uma série de aplicações entre elas a estimativa do consumo das plantas para fins agrícolas, especialmente gerenciamento da irrigação. Diversas equações foram produzidas para o cálculo da evapotranspiração potencial, como pode ser observada nas publicações DOORENBOS & PRUITT (1977) e ALLEN et al. (1998). O objetivo deste trabalho foi mostrar a concomitância entre o método padrão de Penman-Monteith (PM-FAO56) e Hargreaves-Samani (1985), para condições de clima do sul cearense. Para isso, utilizou-se os dados da estação meteorológica de observação de superfície automática do INMET em Barbalha, relativos ao período de 2018 a 2019. Os dados foram avaliados quanto ao erro associado às estimativas de evapotranspiração por duas medidas: a primeira foi a Raiz do Erro Médio Quadrático (REMQ), e a segunda o percentual do Bias. A partir dos resultados encontrados, por meio da análise do percentual de viés (Pbias), observa-se que houve uma tendência de superestimativa os valores de evapotranspiração calculados pela equação de Hargreaves-Samani (ET_{oHS}), em relação ao modelo mais consagrado Penman-Monteith na versão do Manual da FAO (PM-FAO56) e que, pela raiz do erro médio quadrado, esse erro fica em torno de 1,27 mm/dia, para dados de Barbalha/Ceará considerando um período de dois anos (2018/2019).

PALAVRAS-CHAVE: requerimento água, gerenciamento irrigação, comparação

ESTIMATES FOR THE REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION OF THE MUNICIPALITY OF BARBALHA(CE) USING THE PENMAN-MONTEITH-FAO AND HARGREAVES-SAMANI METHODS

ABSTRACT: Evapotranspiration is a natural event that occurs from the physical-chemical processes of transpiration and evaporation, being essential for a series of applications, among them the estimation of plant consumption for agricultural purposes, especially irrigation management. Several equations were produced to calculate potential evapotranspiration, as can be seen in the publications DOORENBOS & PRUITT (1977) and ALLEN et al. (1998). The objective of this work was to show the concomitance between the standard method of Penman-Monteith (PM-FAO56) and Hargreaves-Samani (1985), for climatic conditions in the south of Ceará. For that, we used data from the INMET automatic surface observation meteorological station in Barbalha, from 2018 to 2019. The data were evaluated for the error associated with the evapotranspiration estimates by two measures: the first was the Root Mean Square Error (REMQ), and the second the Bias percentage. From the results found,

through the analysis of the percentage of bias (Pbias), it is observed that there was a tendency to overestimate the values of evapotranspiration calculated by the Hargreaves-Samani equation (EToHS), in relation to the most renowned model Penman- Monteith in the FAO Manual version (PM-FAO56) and that, due to the root mean square error, this error is around 1.27 mm / day, for data from Barbalha / Ceará considering a period of two years (2018 / 2019).

KEYWORDS: water requirements, irrigation management, comparison

INTRODUÇÃO: A evapotranspiração é um acontecimento natural que ocorre a partir de dois processos físico-químicos: (1) transpiração, que é a evaporação da água utilizada nos diversos processos metabólicos dos vegetais. (Silva et al., 2010) e, (2) evaporação, no qual as moléculas ou átomos do estado líquido ganham energia suficiente para mudar para o seu estado gasoso, esse processo de ganho de energia é denominado de calor latente de evaporação (λ). A evapotranspiração é essencial para uma série de aplicações entre elas a estimativa do consumo das plantas para fins agrícolas, especialmente gerenciamento da irrigação. Várias publicações já foram produzidas sobre o tema sendo as mais importantes (DOORENBOS; PRUITT, 1977; ALLEN et al. 1998). Nestas publicações a preferência para estimativa da evapotranspiração é realizada pela evapotranspiração potencial (ETo), dependente das condições climáticas, e computada pela equação Penman-Monteith. Simplificações no cômputo de Penman-Monteith foram propostas por Allen et al. (1998) e aqui será apresentada como PM-FAO56. Mesmo essa equação simplificada faz uso de todos os dados de uma estação meteorológica completa (Radiação, Temperaturas, Velocidade Vento, e Umidade Relativa). Outros métodos também podem ser empregados para avaliar a evapotranspiração de referência, como os métodos de Hargreaves-Samani (1985), que são mais simples no cômputo e dão resultados razoáveis (PAREDES; PEREIRA, 2019). O objetivo deste trabalho tende a mostrar a concomitância entre o método padrão de Penman-Monteith (PM-FAO56) e Hargreaves-Samani (1985), para condições de clima do sul cearense.

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados utilizados foram coletados a partir da estação meteorológica de observação de superfície automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) que fica situada dentro da área da estação da Embrapa algodão, situada no município de Barbalha na região do cariri no sul do Estado do Ceará (Dadas às coordenadas Latitude = $-7^{\circ} 31'$ e Longitude = $-39^{\circ}, 29'$) e com altitude aproximada de 409 metros. Foram tomados valores para 2018 e 2019.

O clima característico da região de acordo com a classificação feita por Köppen, é do tipo Aw, com verão com pluviosidade maior que no inverno (LIMA, et al., 2017).

A equação de Penman tem passado por modificações substanciais desde que foi introduzida. Seguindo recomendações de especialistas da FAO em Roma, uma revisão foi realizada e a equação de FAO- Penman - Monteith tornou-se o método padrão para estimativa da Evapotranspiração de referência (Allen, et al., 1998). PM-FAO56 define ET em função de uma cultura de referência hipotética de altura 12 cm, um valor fixo de resistência da cultura (70 s m^{-1}) e albedo (0.23); esta equação na forma de cálculo para 24 horas é:

$$\text{PM-FAO56} = [0,408\Delta (R_n - G) + \gamma 900 / (T+273)U_2 (e_a - e_d)] / [\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)] \quad (1)$$

Em que, PM-FAO56- evapotranspiração da cultura de referência (mm d-1); R_n - radiação líquida na superfície da cultura ($\text{Mj.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$); G - fluxo de calor do solo ($\text{Mj.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$); T temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$); U_2 - velocidade do vento medida a 2 m de altura (m s^{-1}); ($e_a - e_d$) - déficit da pressão de vapor (Kpa); Δ - declividade da curva da pressão de vapor (Kpa); γ - constante psicométrica ($\text{Kpa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$); 900 fator de conversão.

Usando dados obtidos no lisímetro de Davis, Califórnia, com gramado, Hargreaves & Samani, (1985) propuseram a seguinte equação para estimativa de ET₀ diária (mm)

$$ET_{ToHS} = Kr.Ra (T_{max} - T_{min})^{0,5} (T + 17,8) \quad (2)$$

Em que, Kr é o coeficiente calibração para radiação, Ra é a radiação extraterrestre (mm/dia), T_{max} é a temperatura máxima, T_{min} é a temperatura mínima, e T é a temperatura média diária, todas em °C . O produto Kr.Ra (T_{max} - T_{min})^{0,5} é uma estimativa da radiação solar ao nível da superfície, em Davis o valor de Kr ajustado foi de 0,0023.

Para testar o ajuste dos dados foram plotados como uma regressão linear, entre os dois modelos. Além da comparação descrita, foram utilizadas 2 medidas que quantificam o erro associado às estimativas de evapotranspiração. A primeira foi a Raiz do Erro Médio Quadrático (REMQ), que é a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os dados de n - observações da evapotranspiração estimadas(E) por ET_{oHS} e as obtidas(O) por PM-FAO56.

$$REMQ = (\sum(E-O)^2/n)^{0,5} \quad (3)$$

O percentual do Bias que em português quer dizer viés, foi utilizado para medir a tendência média dos dados simulados (maiores ou menores que os valores observados), e pode ser calculado através

$$Pbias = \sum((E-O)/\sum O) \times 100. \quad (4)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A análise de regressão linear entre os valores estimados de ET_{oHS} comparados a PM-FAO56, bem como os coeficientes de determinação (R²) para as regressões forçadas pela origem e regressão completa, considerados para o período de 2 anos no qual a ET_o foi analisada. Foram feitas as equações no programa de estatística e calculado o coeficiente de determinação (R²) e os índices estatísticos utilizados para a relação entre a ET_o estimada pelo método-padrão de Penman-Monteith (Figura 1).

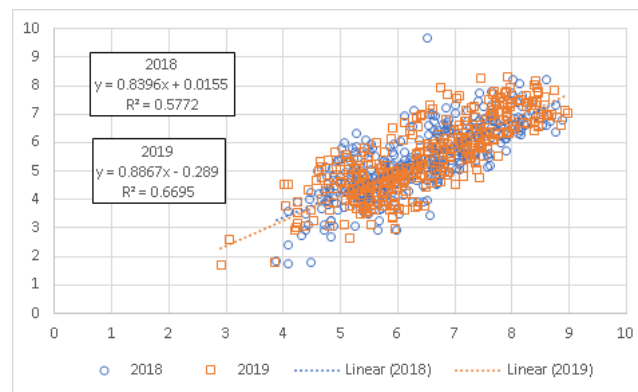


FIGURA 1: Comparação entre ET_{oHS} (eixo x) e PM-FAO56 (eixo y), Barbalha 2018 e 2019.

Observando-se a figura 1, as estimativas entre os dois modelos se comportaram de maneira similar entre os dois anos, mostrando comportamento semelhante independente do ano. O valor do coeficiente de determinação é mediano. No ano de 2018 se observou um valor fora da curva, que ocorreu próximo ao equinócio, no mês de março. De maneira geral, observando o gráfico a ET_{oHS} superestima os valores de PM-FAO56. A Raiz do Erro Médio Quadrático (REMQ) para ano de 2018 foi de 1.267 mm/dia, para 2019 foi de 1.272 mm/dia e de 1.27 mm/dia considerando todo o período. Esse valor de erro é considerável. O valor do Pbias para ano de 2018 foi de 18.76%, e o de 2019 de 18.73%. O índice de Pbias apresentando valores positivos, para todas comparações, o que indica que a utilização dos modelo ET_{oHS} tende a superestimar os valores obtidos com o modelo PM-FAO56. Na figura 2, é mostrado os valores dos dois anos em conjunto. Nesta, a superestimativa da ET_{oHS}, continua. Em

Ariquemes (RO), na comparação dos dois modelos em questão também foi observada uma superestimativa do método EToHS (CARVALHO; DELGADO, 2016).

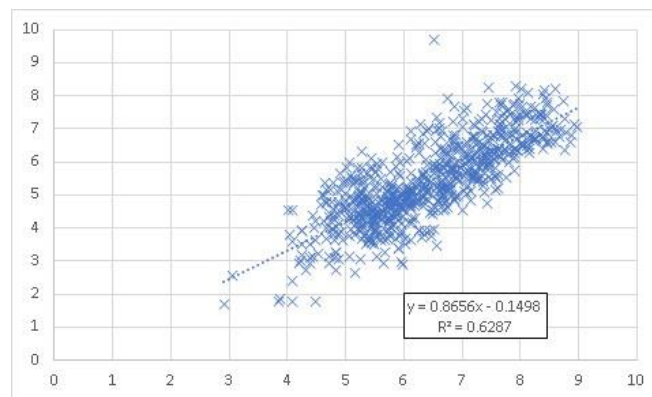


Figura 2. Comparação entre EToHS (eixo x) e PM-FAO56 (eixo y), Barbalha de 2018 a 2019.

CONCLUSÕES: Pela análise de regressão, e análise do percentual de viés (Pbias), há uma tendência de superestimativa dos valores evapotranspiração estimados por Hargreaves-Samani (EToHS), em relação ao modelo mais consagrado Penman-Monteith na versão do Manual da FAO (PM-FAO56). A raiz do erro médio quadrado mostra que esse erro fica em torno de 1,27 mm/dia, para dados de Barbalha/Ceará considerando um período de 2 anos (2018/2019).

REFERÊNCIAS: SILVA, J.G.F. da; RAMOS, H.E.A.; IGREJA, G.C.; FREITAS, R.A.; DA ROCHA, G.A. Estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Marilândia – ES. In: Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola, 9.; Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 39., 2010, Vitória - ES. **Anais[...]** Vitória: SBEA, 2010. CD Rom.

ALLEN, R.G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines of computing crop water requirements. FAO. **Irrigation and Drainage Paper**, 56, Roma, p.300, 1998.

LIMA, M.T.V., MEIRELES, A.C.M., OLIVEIRA, C.W., Nascimento, M.T.B., 2017. Koppen-Geiger and Thornthwaite climatic classification for the metropolitan region of the Cariri, Ceará. **Revista GEAMA** 3, 136–143.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO, **Irrigation and Drainage Paper**, 24, Roma. p.144, 1977.

HARGREAVES, G. H., SAMANI, Z. A. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied engineering in agriculture**, vol(2), 96-99.

Paredes, P., Pereira, L.S., 2019. Computing FAO56 reference grass evapotranspiration PM-ETo from temperature with focus on solar radiation. **Agricultural Water Management** 215, 86–102. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.12.014>

Carvalho, R.L. da S., Delgado, A.R.S., 2016. Estimativas da evapotranspiração de referência do município de ariquemes (RO) utilizando os métodos penman-monteith-FAO e Hargreaves-Ssamani. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** 10, 1038–1048. <https://doi.org/10.7127/rbai.v10n600497>