



PARAMETRIZAÇÃO MENSAL DA EQUAÇÃO DE HARGREAVES-SAMANI PARA O MUNICÍPIO DE SOBRAL/CE

Eugenio Paceli de Miranda¹, Gilbenes Bezerra Rosal², Tatiana Belo de Sousa Custodio²

RESUMO: A determinação da Evapotranspiração de Referência (ET_o) é um dos procedimentos mais usado para estimar o consumo de água por uma cultura. Entre os diversos métodos, o método de Hargreaves-Samani é um dos mais simples, pois requer apenas dados diários de Temperatura máxima e Temperatura mínima do ar. O objetivo desse trabalho foi ajustar mensalmente os coeficientes α e β , originalmente $\alpha = 0,0023$ e $\beta = 0,5$, da Equação de Hargreaves-Samani para o município de Sobral e verificar o desempenho da equação parametrizada através do Índice de Concordância de Camargo e Sentelha (c), do Erro Padrão Estatístico (EPE) e do Erro Absoluto Médio (EAM). Os resultados mostraram que os valores dos coeficientes α e β variaram para todos os meses e ficaram bem diferentes dos valores originais. A parametrização também melhorou o desempenho do método.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração de referência, manejo de irrigação, Penman-Monteith.

MONTHLY PARAMETERIZATION OF THE HARGREAVES-SAMANI EQUATION FOR THE MUNICIPALITY OF SOBRAL / CE

ABSTRAC: The determination of Reference Evapotranspiration (ET_o) is one of the most used procedures to estimate water consumption by a crop. Among the several methods, the Hargreaves-Samani method is one of the simplest, since it only requires daily data of maximum temperature and minimum air temperature. The objective of this work was to adjust monthly the coefficients α and β , originally $\alpha = 0.0023$ and $\beta = 0.5$, from the Hargreaves-Samani equation to the city of Sobral and to verify the performance of the parameterized equation through the Concordance Index Camargo and Sentelha (c), the Statistical Standard Error (EPE) and the Mean Absolute Error (EAM). The results showed that the values of the coefficients α and β varied for all months and were very different from the original values. Parameterization also improved the performance of the method.

KEYWORDS: Reference evapotranspiration, irrigation management, Penman-Monteith.

INTRODUÇÃO

O manejo da irrigação pode ser feita através da medição direta da umidade do solo utilizando parâmetros físicos do solo e da cultura. Para isso utilizam-se de equipamentos, sondas ou sensores, sendo necessário calibrá-los para o solo e para profundidade em que se deseja fazer o manejo da irrigação (Oliveira, 2016). Outro procedimento é através da estimativa da quantidade de água consumida pela cultura e perdida pelo processo de

¹ Prof. Doutor IFCE, Iguatu - Ceará, Email: eu.paceli@yahoo.com.br

² Graduando em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, IFCE- Campus Iguatu-CE



evaporação da água através da superfície do solo, que é denominada de evapotranspiração da cultura (Rosal et al., 2017).

A evapotranspiração de referência foi definida por Thornthwaite em 1948 como a perda de água de uma extensa superfície vegetada, de porte rasteiro, em fase de desenvolvimento ativo e sem limitação hídrica (Francisco et al., 2017). É importante também para determinação do balanço hídrico, estudos de riscos climáticos e modelagem ambiental (Bezerra et al. 2014).

Carvalho & Delgado (2016) relataram que existem desde métodos mais simples, que requerem apenas dados de temperaturas, até métodos mais complexos, que requerem vários dados meteorológicos, como por exemplo, o método de Penman-Monteith, considerado como o método padrão pela FAO.

Allen et al (1998) indicam o método de Hargreaves- Samani como opção para estimação de evapotranspiração de referência quando se dispõe apenas de dados de temperaturas do ar.

O objetivo do presente trabalho foi parametrizar mensalmente a equação de Hargreaves-Samani para o município de Sobral/Ceará.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Sobral (Figura 1) está localizado na região norte do estado do Ceará, entre as coordenadas geográficas: latitude (sul): 3° 41' 10" e longitude (Wgr): 40° 20' 59", com uma área de aproximadamente 2.122,98 Km². Possui clima semiárido, com períodos chuvosos concentrados de janeiro a maio, com temperaturas variando de 21°C a 39°C e médias entre 26°C e 28°C.

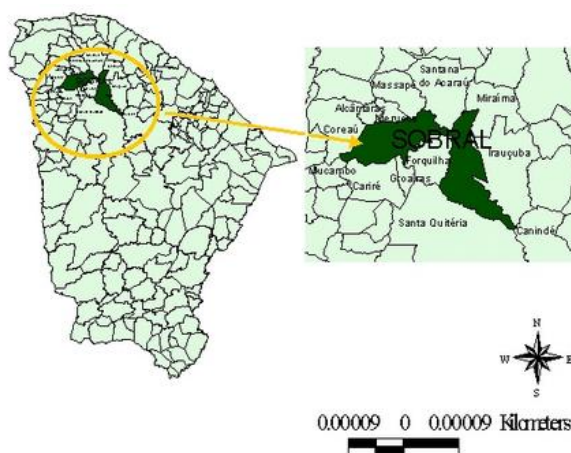


Figura 1. Município de Sobral e sua localização no estado do Ceará.

Fonte: Modificado de Mariano (2007).



Os dados meteorológicos foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018). Fez-se a parametrização mensal da Evapotranspiração de Referência do método de Hargreaves-Samani (Equação 1) para as coeficientes α e β , originalmente 0,0023 e 0,5, respectivamente, para o município de Sobral.

$$T_{med} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \quad (1)$$

$$ET_{oHS} = \alpha \cdot Ra \cdot (T_{max} - T_{min})^{\beta} \cdot (T_{med} + 17,8) \cdot 0,0408 \quad (2)$$

em que: ET_{oHS} – evapotranspiração de referência pelo método de Hargreaves-Samani (mm dia^{-1}); Ra – radiação solar extraterrestre ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$); T_{max} – temperatura máxima do ar ($^{\circ}\text{C}$); T_{min} – temperatura mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$); T_{med} – temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$); α e β – coeficientes a serem parametrizados. Foi feita a avaliação de desempenho da equação antes e após a parametrização utilizando como método padrão o método da evapotranspiração de referência de Penman-Monteith FAO (Allen et al., 1998). (Equação 2).

$$ET_{oPM} = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T_{med} + 273} \cdot v_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot v_2)} \quad (3)$$

em que: ET_{oPM} – evapotranspiração de referência Penman-Monteith (mm dia^{-1}); Δ – declividade da curva de pressão de vapor ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$); R_n – radiação líquida ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$); G – densidade do fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$); γ – constante psicrometria ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$); T_{med} – temperatura média diária do ar ($^{\circ}\text{C}$); v_2 – velocidade do vento média diária a 2 m de altura (m s^{-1}); e_a – pressão parcial de vapor (kPa); e_s – pressão de saturação de vapor (kPa).

Para verificar o desempenho da Equação de Hargreaves-Samani parametrizada foram utilizados os índices de concordância de Camargo e Sentelha, o Erro Padrão de Estimativa (EPE) e o Erro Absoluto Médio (EAM), Equações 3, 4 e 5, respectivamente.

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

$$EPE = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{n-1} \right]^{0,5} \quad (5)$$

$$EAM = \frac{\sum_{i=1}^n |P_i - O_i|}{n} \quad (6)$$

em que: c – índice de concordância de Camargo e Sentelha (adimensional); d – índice de Willmott (adimensional); r – coeficiente de determinação (adimensional); EPE – erro padrão de estimativa (mm dia^{-1}); O_i – estimativa do método padrão (mm dia^{-1}); P_i – estimativa do método avaliado (mm dia^{-1}) e n – número de observações.

As determinações do índice de Willmott (d) e do coeficiente de determinação (r) foram feitas pelas da Equações 6 e 7, respectivamente.

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right] \quad (7)$$



e que: d - índice de Willmott (adimensional); P_i - i-ssímo valor do método a ser ajustado; O_i - i-ssímo valor do método padrão; $\bar{O}$ - valor médio do método padrão.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (|P_i - \bar{P}|)(|O_i - \bar{O}|)}{\sqrt{[(P_i - \bar{P})^2][(O_i - \bar{O})^2]}} \quad (8)$$

A classificação do desempenho do índice de concordância de Camargo e Sentelha (c) foi feita de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Critérios de classificação do índice de desempenho de Camargo e Sentelha (c).

Índice de desempenho (c)	Classificação
$>0,85$	Ótimo
$0,76 - 0,85$	Muito Bom
$0,66 - 0,75$	Bom
$0,61 - 0,65$	Mediano
$0,51 - 0,60$	Sofrível
$0,41 - 0,50$	Mal
$\leq 0,40$	Péssimo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos coeficientes de concordância de Camargo & Sentelha (c), Erro Padrão de Estimativa (EPE) e Erro Absoluto Médio (EAM) antes e após a parametrização são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Índices de concordância de Camargo e Sentelha (c), Erro Padrão de Estimativa (EPE) e Erro Absoluto Médio (EAM), para a equação original de Hargreaves-Samani e parametrizada.

Parâmetros	Antes da parametrização	Depois da parametrização
C	0,71	0,88
EPE	0,908	0,66
EAM	0,73	0,47

Observa-se que a parametrização melhorou o desempenho do método Hargreaves-Samani para os dois parâmetros avaliados. Resultados similares foram encontrados por ROSAL et al. (2017) para Iguatu-CE e Custódio et al. (2017) para Barbalha-CE, que também fizeram a parametrização mensalmente. Na Tabela 3 são apresentados os valores dos coeficientes “ α ” e “ β ” após a parametrização.



Tabela 3. Coeficientes após a parametrização para a equação de Hargreaves-Samani.

Meses	Coeficientes parametrizados	
	α	β
Janeiro	0,00196	0,568
Fevereiro	0,00065	1,000
Março	0,00142	0,68408
Abril	0,00077	0,87597
Maio	0,00152	0,58365
Junho	0,00259	0,40258
Julho	0,00157	0,64163
Agosto	0,01002	0
Setembro	0,00998	0
Outubro	0,01031	0
Novembro	0,00338	0,38942
Dezembro	0,00185	0,6275

CONCLUSÃO

A parametrização da equação de Hargreaves-Samani melhorou o desempenho desta equação na determinação da evapotranspiração de referência. Os parâmetros “ α ” e “ β ” da equação variaram mensalmente.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper 56. Roma, 1998.

BEZERRA, J.M.; MOURA, G.B.A.; SILVA, E.F.F.; LOPES, P.M.O.; SILVA, B.B. Estimativa da evapotranspiração de referência diária para Mossoró (RN, Brasil). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 211-220, 2014.

CARVALHO, R.L.S.; DELGADO, A.R.S. Estimativas da evapotranspiração de referência do município de Ariquemes (RO) utilizando os métodos Penman-Monteith-FAO e Hargreaves-Samani. **Rev. Bras. Agric. Irr.**, v. 10, n. 6, Fortaleza, p. 1038-1048, 2016.

CUSTODIO, T. B. S.; MIRANDA, E. P.; FURTADO, R. M.; ROSAL, G. B. Evapotranspiração De Referência Pelo Método De Hargreaves-Samani Ajustada Mensalmente Para O Município De Barbalha/Ce. **Congresso Nacional de Gestão e Sustentabilidade**. PB, 2017.

FRANCISCO, P. R.M.; MEDEIROS, R. M.; MATOS, R.M.; SANTOS, D.; SABOYAL.M.F. Evapotranspiração De Referência Mensal E Anual Pelo Método De Thornthwaite Para O Estado Da Paraíba. **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 13, v. 20, 2017.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET): Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática. 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em 07.03.2018.



V WINOTEC
O Semiárido Brasileiro
— Realidades e Perspectivas —

2018

Sobral - Ceará
23 a 25 de Maio

MARIANO, D.S. Levantamento dos recursos naturais do município de Sobral a partir do relevo: uma análise integrada de paisagem. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAIGQAJ/anap-2007>. Acesso em 07.03.2018.

OLIVEIRA, E.P. **Métodos para análise de concordância: estudo de simulação e aplicação a dados de evapotranspiração**. 2016, 177 p. Tese de Doutorado em Ciências. Área de concentração: Estatística e Experimentação Agronômica. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.

ROSAL, G. B.; MIRANDA, E. P.; FURTADO, R. M.; CUSTÓDIO, T. B. S.; SANTOS, C. S. Ajuste Mensal Da Equação De Hargreaves-Samani Para O Município De Iguatu/Ce. **Congresso Nacional de Gestão e Sustentabilidade**. PB, 2017.