

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA CAMPOS SALES (CE): MODELOS COMBINADOS E EMPÍRICOS .

Evapotranspiration of reference for Campos Sales (Ceará): combined  
and empirical methods.

Thayslan Renato Anchieta de Carvalho  
Universidade Federal do Ceará  
[thayslan@alu.ufc.br](mailto:thayslan@alu.ufc.br)

José Bandeira Brasil  
Universidade Federal do Ceará  
[josebbrasil@gmail.com](mailto:josebbrasil@gmail.com)

Juarez Cassiano Lima Junior  
Universidade Federal do Ceará  
[limajr.soil@gmail.com](mailto:limajr.soil@gmail.com)

Kleber Gomes Macêdo  
Universidade Federal do Ceará  
[kleber117@hotmail.com](mailto:kleber117@hotmail.com)

**RESUMO:** A evapotranspiração está relacionada ao efeito da demanda hídrica atmosférica sob as exigências das plantas. Em regiões semiáridas evapotranspiração assume particular importância no gerenciamento da agricultura irrigada. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho dos modelos Hargreaves e Samani, Camargo, Radiação FAO e Makkink em relação ao modelo padrão Penman-Monteith FAO 56 para a cidade de Campos Sales (CE). Foram utilizados dados climáticos diários de umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento ( $U_2$ ), temperatura máxima (Tmax), média (Tmed) e mínima (Tmin) do ar e insolação (Ins) referente ao período entre 1962 e 2016 (47 anos). Os dados utilizados foram provenientes de uma estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na área de estudo. A eficiência dos modelos foi analisada utilizando os índices estatísticos Índice de Wilmonnt (Id), coeficiente de Nash-Sutcliffe (E) e Raiz Quadrada do Erro Médio (RMSE). O modelo que apresentou melhor estimativa foi FAO 24-Radiação, com índices estatísticos mais elevados. O modelo de Makkink, em comparação aos outros modelos utilizados, tendeu a subestimar a evapotranspiração na região em todos os períodos observados.

**Palavras-chave:** Agrometeorologia; semiárido; demanda hídrica atmosférica.

**ABSTRACT:** The evapotranspiration is related to effect of atmospheric water demand on the demands of the plants. In semiarid regions, evapotranspiration is particularly important in the management of irrigated agriculture. This work aimed to evaluate the performance of the models Hargreaves and Samani, Camargo, FAO Radiation and Makkink in relation to the standard Penman-Monteith method FAO 56 for the city Campos Sales (CE). We used climatic data of air humidity (RH), wind speed ( $U_2$ ), maximum temperature (Tmax), mean (Tmed) and minimum (Tmin) of air and insolation (Ins) for the period between 1962 and 2016 (47 years). The daily data were obtained from a conventional meteorological station of the National Institute of Meteorology, located in the study area. The models efficiency was analyzed using the statistical indexes Wilmonnt Index (Id), coefficient of Nash-Sutcliffe (E) and Mean Error Mean Square (RMSE). The method that presented the best estimates was the FAO 24-Radiation, with the highest statistical indices. The Makkink model in comparison to the other models tended to underestimate the evapotranspiration in the region in all observed periods.

**Keywords:** Agrometeorology; semiarid; atmospheric water demand.

## INTRODUÇÃO

Estimar com precisão a evapotranspiração é essencial para o planejamento agrícola, principalmente em regiões semiáridas que são caracterizadas pela irregularidade pluviométrica, altas temperaturas e menor disponibilidade hídrica, assumindo assim, particular importância no gerenciamento da agricultura irrigada (MACÊDO et al., 2017).

A evapotranspiração está relacionada ao efeito da demanda hídrica atmosférica sobre as exigências das plantas, podendo a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) ser estimada a partir dos elementos do clima. Por isso, uma determinação precisa da ET<sub>o</sub> é de fundamental importância para um bom manejo da irrigação (ALENCAR et al., 2011). Muitas das equações empregadas na estimativa da ET<sub>o</sub> são empíricas, o que as limita a serem usadas para locais e climas similares àqueles em que foi efetuada sua determinação.

Dentre os vários modelos existentes na literatura para estimativa da ET<sub>o</sub>, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) recomenda como padrão a equação de Penman-Monteith, publicada em seu boletim número 56 (ALLEN et al., 1998). Embora seja considerado o modelo com melhor desempenho na estimativa da ET<sub>o</sub>, apresenta restrições quanto aos dados de entrada, pois nem sempre são medidos em estações agrometeorológicas (PALARETTI et al., 2014). Este modelo exige vários parâmetros de entrada como temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento (SILVA et al., 2015).

Diante das restrições de estimativas utilizando o modelo padrão PM e da importância da ET<sub>o</sub> no manejo da agricultura irrigada e monitoramento dos aspectos hidrológicos de uma região, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho dos modelos: Hargreaves e Samani, FAO 24-Radiação, Camargo e Makkink em relação ao modelo padrão de estimativa de ET<sub>o</sub>, Penman-Monteith FAO 56, para a cidade de Campos Sales-CE.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido com dados meteorológicos do município de Campos Sales-CE, na qual situa-se entre as coordenadas (7° 04' S; 40° 23' W; 566,32 m) (Figura 1). A área de estudo, segundo Koppen, possui clima semiárido quente (BSw'h'), com temperatura média anual de 24 a 26 °C, com período chuvoso de fevereiro a abril e precipitação pluviométrica anual de 670 mm.

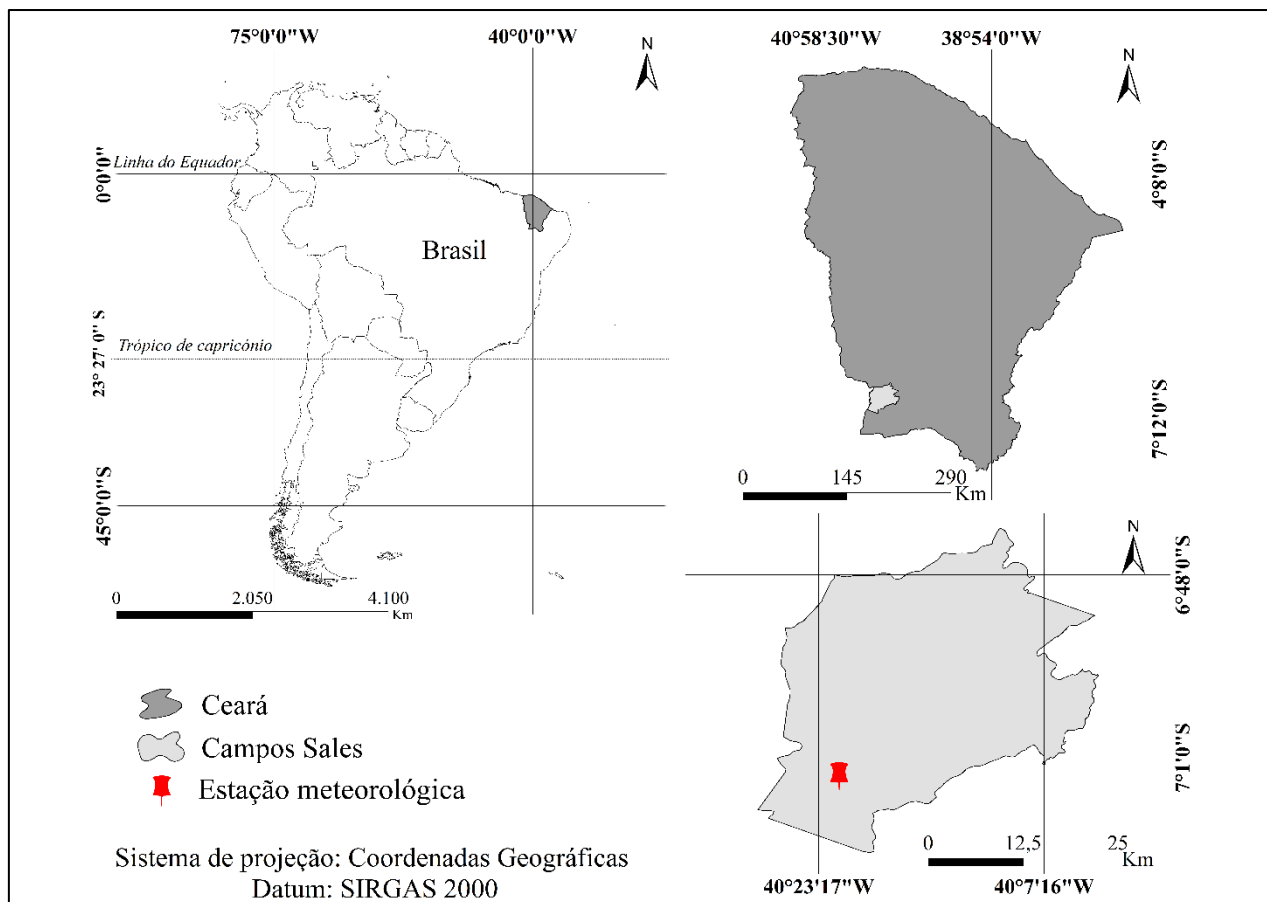


Figura 1. Localização da área de estudo

Foram utilizados dados climáticos diários de umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento ( $U_2$ ), temperatura máxima (Tmax), média (Tmed) e mínima (Tmin) do ar e insolação (Ins) do período entre 1962 e 2016 (47 anos) para estimativa diária da Evapotranspiração média de referência (ETo), a partir desses dados calculou-se ETo média para cada mês. As estimativas ETo foram obtidas pelos modelos de Penman-Monteith parametrizado pela FAO, Hargreaves e Samani, Camargo, Radiação FAO e Makkink. Os dados utilizados foram provenientes de uma estação meteorológica convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada em Campos Sales-CE.

### Modelode Penman-Monteith FAO 56 (PM)

A FAO recomenda-se que os modelos empíricos devem ser calibrados e/ou validados através da equação de Penman-Monteith como referência (ALLEN et al., 1998). Esta equação tornou-se padrão aceito para calcular a ETo (PEREIRA et al., 2015).

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_m + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34.u_2)} \quad (1)$$

em que:  $ET_o$  - evapotranspiração de referência,  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $R_n$  - radiação líquida total do gramado,  $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ;  $G$  - densidade do fluxo de calor no solo,  $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ;  $T_{med}$  - temperatura média diária do ar,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $u_2$  - velocidade do vento média diária a 2 m de altura,  $\text{m s}^{-1}$ ;  $e_s$  - pressão de saturação de vapor,  $\text{kPa}$ ;  $e_a$  - pressão parcial de vapor,  $\text{kPa}$ ;  $e_s - e_a$  - déficit de saturação de vapor,  $\text{kPa}$ ;  $\Delta$  - declividade da curva de pressão de vapor no ponto de  $T_m$ ,  $\text{kPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;  $\gamma$  - coeficiente psicrométrico,  $\text{kPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

### Modelo Hargreaves e Samani (HS)

Hargreaves e Samani (1985) utilizam os valores de Temperatura máxima, mínima e média do ar e da Radiação extraterrestre para estimativa da  $ET_o$  (Equação 2):

$$ET_o = 0,0023(T_{max} - T_{min})^{0,5} (T_{med} + 17,8) R_a \cdot 0,408 \quad (2)$$

em que:  $T_{max}$  é a temperatura máxima do ar,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{min}$  é a temperatura mínima do ar,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_{med}$  é a temperatura média do ar,  $^{\circ}\text{C}$  (para o período);  $R_a$  é a radiação solar no topo da atmosfera,  $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ;  $n/N$  é a razão da insolação média mensal.

### Modelo FAO 24-Radiação (RD)

O modelo FAO-24 Radiação é descrito por Doorenbos; Pruitt (1977), demandando observações de insolação, nebulosidade ou radiação, além da temperatura do ar (Equação 3). Pode ser empregado na ausência de dados de umidade relativa e velocidade do vento requerendo, contudo, o conhecimento de níveis gerais desses elementos para o local.

$$ET_o = a + b(W \cdot R_s) \quad (3)$$

em que:  $a$  é o coeficiente linear da reta,  $\text{mm d}^{-1}$ ;  $b$  é o coeficiente angular da reta, adimensional;  $W$  é o índice de ponderação dependente da temperatura e altitude, adimensional;  $R_s$  é a radiação solar de ondas curtas recebida pela superfície terrestre em um plano horizontal, expressa em equivalente de evaporação,  $\text{mm d}^{-1}$ .

Os parâmetros do modelo RD estão apresentados na (Equação 4, Equação 5, Equação 6).

$$W = \frac{\Delta}{\Delta \cdot \gamma} \quad (4)$$

$$R_s = (0,25 + 0,5 \cdot n/N) \cdot R_a \quad (5)$$

$$b = a_0 + a_1 UR_{min} + a_2 \frac{n}{N} + a_3 u_2 + a_4 UR_{min} \left(\frac{n}{N}\right) + a_5 UR_{min} u_2 \quad (6)$$

em que:  $UR_{\min}$  é a umidade relativa mínima média do período,  $n/N$  é a razão da insolação média do período, e os coeficientes da equação possuem os valores:  $a_0 = 0,81917$ ,  $a_1 = -0,0040922$ ,  $a_2 = 1,0705$ ,  $a_3 = 0,065649$ ,  $a_4 = -0,0059684$  e  $a_5 = -0,0005967$ .

### Modelo Camargo 1971 (CM)

O modelo CM utiliza dados de radiação solar no topo da atmosfera e um fator K como podemos observar na (Equação 7).

$$ET_o = K.Ra.T_{med} \quad (7)$$

em que o K é um fator de ajuste que varia em função da temperatura média anual.

Tabela 1 – Variação de K em função da temperatura média anual

Temperatura média anual (°C)	Valor de K
< 23,5	0,01
23,6 - 24,5	0,0105
24,6 - 25,5	0,011
25,6 - 26,5	0,0115
26,6 - 27,5	0,012
> 27,6	0,013

Fonte: Camargo e Camargo (2000)

### Modelo Makkink (MK)

$$ET_o = 0,61.W.K.Ra \quad (7)$$

$$W = 0,483 + 0,01.T_{med} \quad (8)$$

em que: W é um fator de ponderação. O fator W varia em função da temperatura do bulbo úmido, mas na falta deste dado pode-se utilizar a temperatura do ar média.

### Avaliação dos modelos

Para avaliar o desempenho dos modelos HS, RD, CM e MK em relação ao modelo padrão (PM) foram utilizados os seguintes critérios: coeficiente de Nash e Sutcliffe (1970) – E (Equação 9), este coeficiente pode variar de  $-\infty$  até 1, sendo 1 ajuste perfeito. O desempenho de um modelo é considerado adequado e bom se o valor de E superar 0,75 e considerado aceitável se o valor de E estiver entre 0,36-0,75; coeficiente de determinação ( $R^2$ ), que indica o grau de correlação entre as variáveis; índice de concordância (Id), proposto por Willmott (1981), que indica o grau de precisão da equação de regressão (Equação 10), podendo assumir valores que

variam de zero (nenhuma concordância) a um (concordância perfeita); além da raiz quadrada do erro quadrado médio (RMSE) (Equação 11).

$$E = 1 \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - X_i)^2}{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad (9)$$

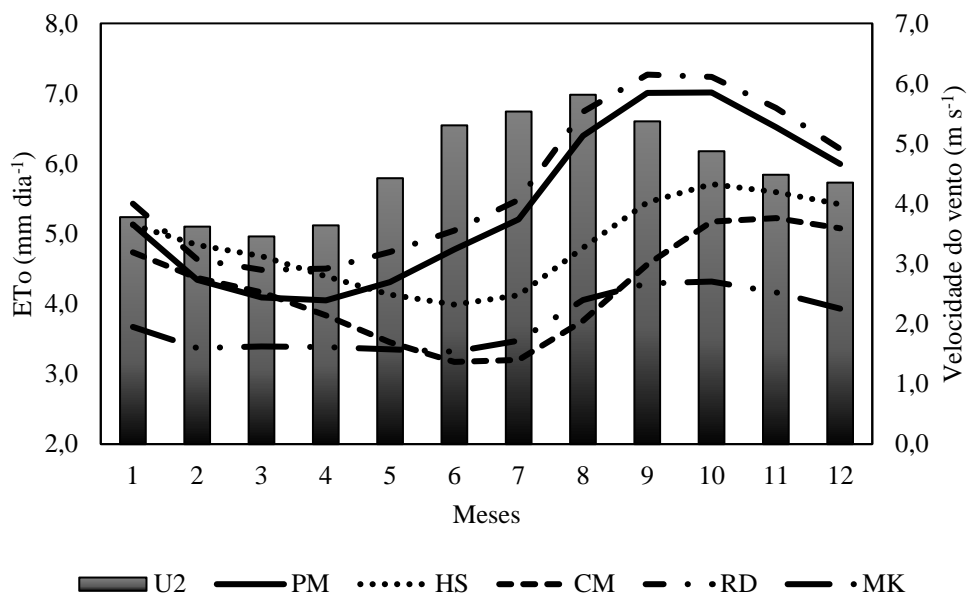
$$Id = 1 \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i - O| + |O_i - O|)^2} \quad (10)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - X_i)^2}{n}} \quad (11)$$

em que:  $O_i$  são os valores estimados pelo modelo padrão;  $P_i$  são os valores estimados pelos modelos propostos;  $\bar{X}$  é a média dos valores estimados em ambos os modelos;  $Y_i$  são os valores médios obtidos pelos modelos propostos;  $X_i$  são os valores médios obtidos pelo modelo padrão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as equações avaliadas neste estudo, observa-se que o modelo RD foi o que apresentou estimativas próximas ao modelo padrão (PM) (Figura 2), com estimativas semelhantes durante todos os períodos do ano, mesmo o modelo RD superestimando a ETo. Resultados semelhantes foram verificados por Tagliaferre et al. (2010), os autores concluíram que o modelo RD apresentou melhores desempenhos para as estimativas de ETo em todos os períodos investigados no estado da Bahia. Estes autores também observaram que o modelo de HS não foi satisfatório para a estimativa da evapotranspiração. Além disso, os maiores valores de ETo em Campos Sales ocorrem durante os meses de julho a janeiro, enquanto que no período de fevereiro a junho ocorrem os menores valores mensais de ETo.



U<sub>2</sub> – velocidade do vento, PM – Penman Monteith, HS – Hargreaves e Samani, CM – Camargo, RD – Radiação, MK – Makkink, UR – Umidade relativa

Figura 2 – Variação das estimativas de evapotranspiração de referência ao longo do ano com os diferentes modelos avaliados e relação com U<sub>2</sub> para a cidade de Campos Sales - CE.

Ainda na figura 2, os modelos de CM e HS apresentam estimativas próximas as do modelo PM no início do ano até o mês de maio, fim da quadra chuvosa. É perceptível que mesmo com a entrada das mesmas variáveis (T<sub>med</sub> e R<sub>a</sub>) o modelo CM se apresenta melhor que HS nesse período, principalmente entre fevereiro e abril, podemos observar uma sobreposição das curvas de ETo estimada por CM e o modelo padrão (PM). Sobretudo, após o fim do período chuvoso, os modelos CM e HS subestimam PM, sendo que o modelo CM se apresenta maior diferença em relação ao modelo PM, apresentando estimativas inferiores que HS, por exemplo, no mês de agosto o modelo padrão apresenta estimativa de aproximadamente 6,5 mm dia<sup>-1</sup> enquanto que HS apresenta 5,0 mm dia<sup>-1</sup> e CM 4,0 mm dia<sup>-1</sup>.

Como já observado em diferentes regiões do mundo, os modelos de PM e HS apresentam diferenças na estimativa da ETo. Corroborando com os resultados obtidos neste trabalho, em épocas e/ou regiões com clima frio e úmido o modelo de HS superestima os valores de ETo quando comparados ao modelo de PM (TRAJKOVIC, 2007; ARRAES et al., 2016), já em locais de clima quente e/ou com umidade relativa do ar baixa (características da área estudada neste trabalho) o modelo de HS apresenta comportamento inverso, subestimando PM (VALIPOUR, 2014).

Pode-se sugerir a hipótese de que o comportamento da subestimativa pelo modelo CM se dá pela não inclusão da UR e U<sub>2</sub> como variáveis de entrada, fazendo com que o efeito do fluxo advectivo do ar (fator importante da evapotranspiração) não cause variação nas estimativas dos modelos citados, de forma semelhante ao que ocorre pelo modelo HS.

O modelo MK foi menos sensível aos dados meteorológicos para a cidade de Campos Sales (menor variação) e ainda foi o que apresentou respostas com menor significância, sempre subestimando os resultados obtido pelo modelo PM, não obtendo estimativas próximas a do modelo padrão em nenhuma época do ano (Figura 3).

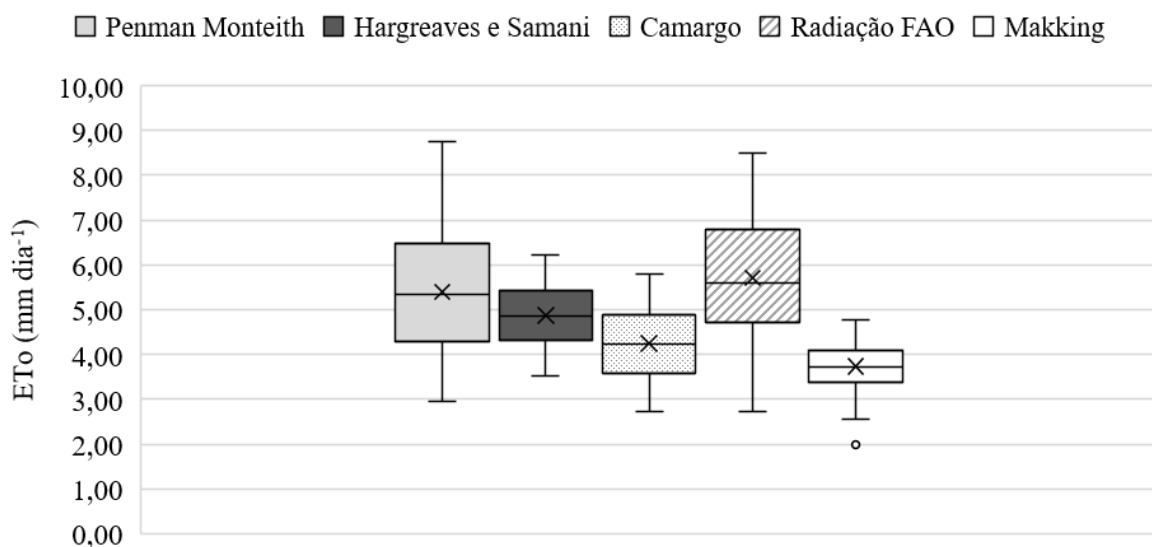
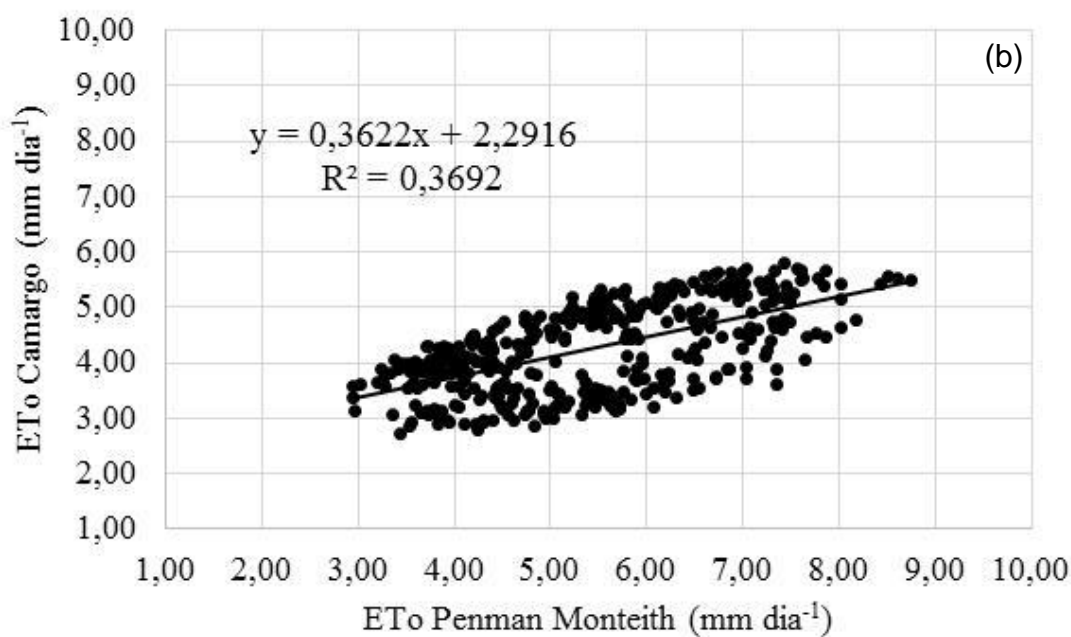
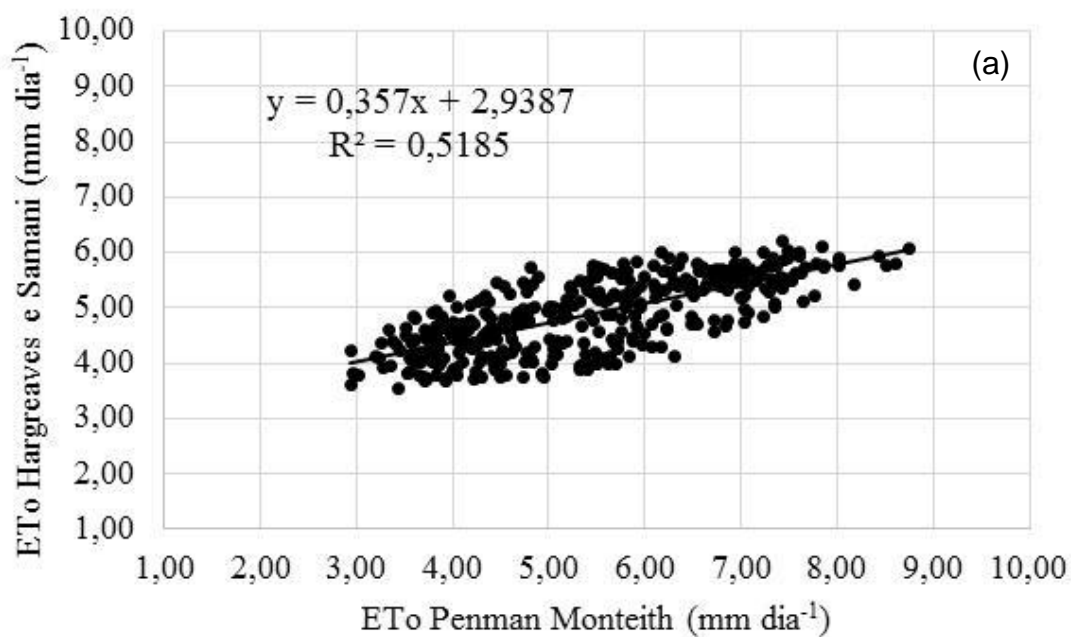


Figura 3 – Variação das estimativas da evapotranspiração em referência ao modelo PM

O modelo RD (Figura 4c) apresentou o maior coeficiente de determinação ( $R^2=0,96$ ), sendo a que mais se aproximou do modelo padrão, levando em conta que todos os seus dados de entrada requeridos estejam disponíveis. Tais resultados estão de acordo com os trabalhos desenvolvidos por Reis et al. (2007) e Bragança (2007) no estado do Espírito Santo, confirmando então que o modelo apresenta boa adequabilidade mesmo em diferentes domínios climáticos.





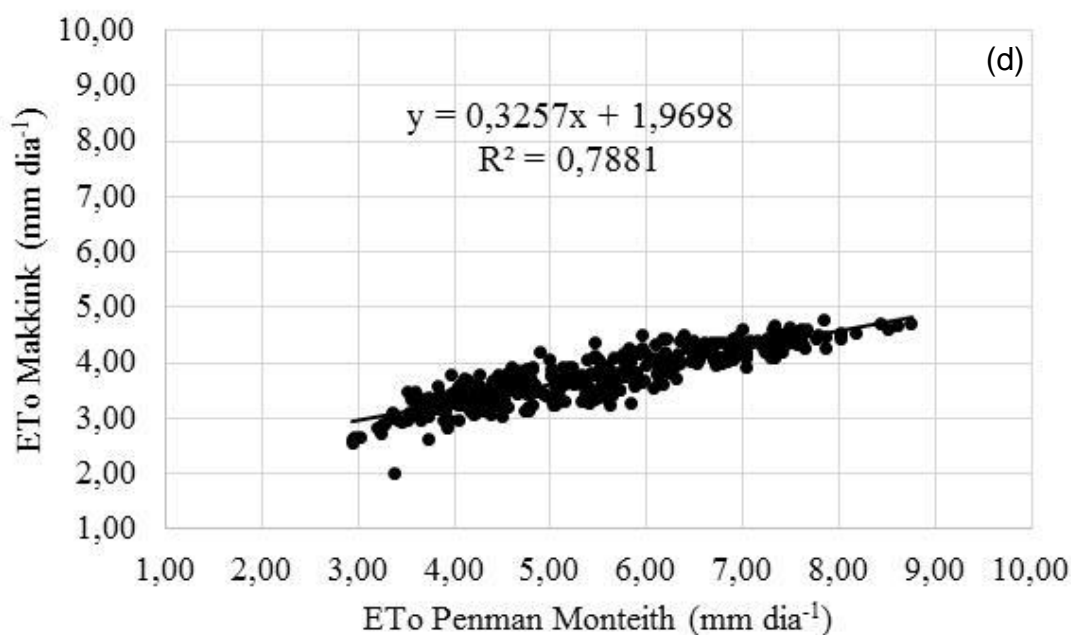
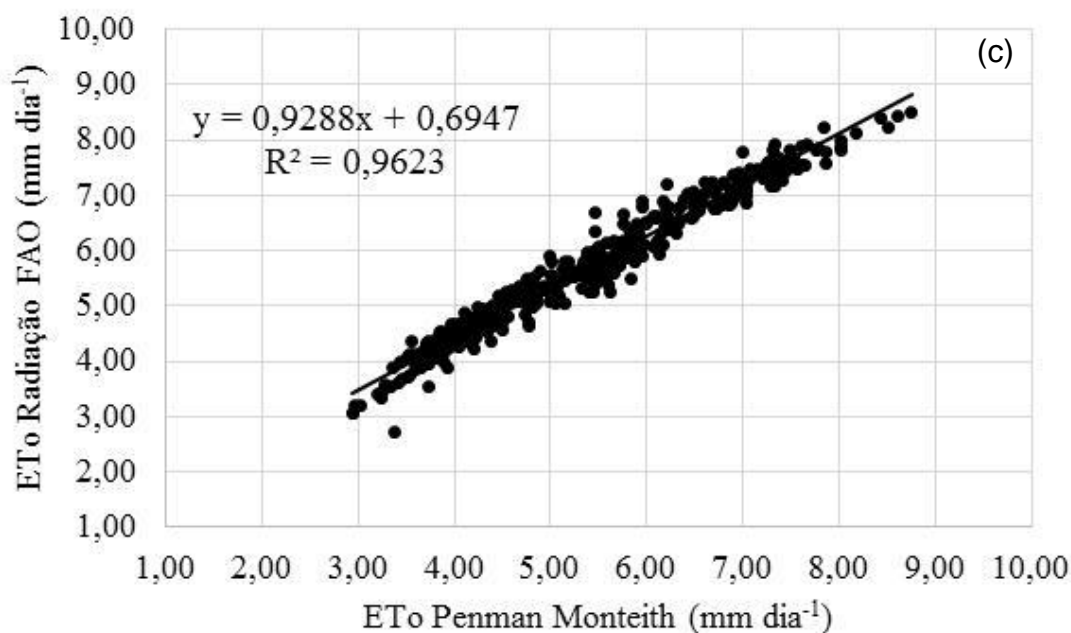


Figura 4 – Comparação das estimativas da evapotranspiração de referência dos modelos Hargreaves e Samani (a), Camargo (b), Radiação (c) e Makkink (d) com o modelo padrão Penman Monteith para a cidade de Campos Sales - CE.

Mesmo com o modelo de MK apresentando os valores mais distantes de PM (Figura 2), ainda assim na regressão linear (Figura 4d) este modelo apresentou o segundo

maior  $R^2$  (0,78). Esse resultado evidencia que somente o coeficiente de determinação não é suficiente para avaliação de equações empíricas de ETo.

Entre os índices estatísticos (Tabela 2), o modelo RD apresentou o maior Id e E, 0,97 e 0,90 respectivamente, obtendo também menor RMSE, com erro de apenas 0,40 mm dia<sup>-1</sup>. Sendo assim, a RD se mostra como melhor forma alternativa de se estimar a ETo para Campos Sales.

Tabela 2 – Avaliação do desempenho das estimativas de ETo, Índice de Wilmontt (Id), coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe (E) e Raiz Quadrada do Erro Médio (RMSE)

Coeficiente	Hargreaves e Samani	Camargo	Radiação FAO	Makkink
Id	0,7	0,61	0,97	0,57
E	0,3	-0,41	0,9	-1,12
RMSE (mm dia <sup>-1</sup> )	1,09	1,55	0,4	1,9

Em condições semelhantes para a cidade de Campo Sales, Araújo et al. (2010) estudaram o desempenho de modelos de estimativa de ETo e registraram um Id de 0.96 para o modelo RD. Isso indica que esse modelo apresenta correspondência para o cálculo da ETo para essa região. Os autores também registraram para o modelo RD um  $R^2$  de 0,93, assemelhando-se ao observado nesse estudo.

O modelo de Makkink apresentou os menores resultados estatísticos, com menor Id, maior RMSE e coeficiente de Nash e Sutcliffe inferior a zero (-1,12). O modelo de HS não apresentou bons resultados, com subestimativas a partir do segundo semestre, seu Id foi de 0,70 com RMSE acima de 1,0 mm dia<sup>-1</sup> em função da mesma não ter sido calibrada. Para a cidade de Campos Sales, Lima Junior et al. (2016) após ajuste dos parâmetros da equação HS obtiveram valor de Id de 0.89 e RMSE de 0,80 mm dia<sup>-1</sup>, com E de 0,64.

O período em que os valores mais diferiram na comparação do modelo HS com o modelo padrão (PM) foram no período seco (com maiores temperaturas, menor umidade relativa do ar e maior velocidade do vento), dando atenção especial para a  $U_2$ . De acordo com Lima Junior et al. 2016 em estudo conduzido na mesma região, os autores verificaram que a  $U_2$  média do vento chega a 4,4 m s<sup>-1</sup>. Essa constatação pode ser um indicativo de que a  $U_2$  contribuiu para a subestimativa da ETo pelo modelo de HS. Segundo Temesgen; Allen; Jensen (1999) o modelo HS pode subestimar a ETo e regiões secas, isso pode ocorrer em locais com  $U_2$  acima de 4 m s<sup>-1</sup> (TEMESGEN; ALLEN; JENSEN, 1999).

Em relação ao modelo CM, suas estimativas próximas do modelo PM nos primeiros meses do ano e seu comportamento semelhante à equação de HS mostram sua potencialidade e necessidade de ajustes locais para determinado período do ano. Tal fato assegura que os baixos coeficientes de Nash e Sutcliffe (-0,41) e RMSE de 1,55 mm dia<sup>-1</sup> ocorreram em função dos resultados obtidos no período mais seco do ano, a partir do mês de maio.

É importante notar que o mesmo fator que fez a equação RD obter bons resultados pode tornar seu uso limitado, em função da quantidade considerável de dados de entrada (UR<sub>mín</sub>, Ins e Ra). A obtenção desses dados nem sempre é possível, em razão do baixo número de estações meteorológicas devidamente equipadas (FERNANDES et al., 2012), ou apresentam grandes falhas e/ou imprecisões nas medições.

## CONCLUSÕES

Em função dos melhores índices estatísticos, o modelo FAO 24-Radiação apresentou melhores estimativas da ETo. Já o modelo de Makkink apresentou respostas com menor significância para a cidade de Campos Sales, subestimando a ETo durante todos os períodos do ano.

Os modelos Hargreaves e Samani e Camargo apresentaram baixos índices de concordância e eficiência, mostrando estimativas próximas ao modelo padrão somente nos primeiros meses do ano.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, L. P.; SEDIYAMA, G. C.; WANDERLEY, H. S.; ALMEIDA, T. S.; DELGADO, R. C. Avaliação de Métodos de Estimativa da Evapotranspiração de Referência para Três Localidades no Norte de Minas Gerais. *Engenharia na Agricultura* (Impresso), v. 19, p. 437-449, 2011.

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

ARAÚJO, E. M.; OLIVEIRA, J. B. DE; ARAÚJO, E. M.; LEDO, E. R. F.; SILVA, M. G. DA. Desempenho de métodos de estimativa de ETo correlacionados com a equação padrão Penman Monteith FAO56, em cidades do estado do Ceará. *Acta Tecnológica*, v. 5, n. 2, p. 84–101, 2010.

ARRAES, F. D. D. LIMA JUNIOR, J. C. OLIVEIRA, J. B. MACÊDO, K. G. SOUSA, Y. C. OLIVEIRA, W. C. Parametrização da equação de Hargreaves-Samani para o estado do Pernambuco – Brasil. *Revista brasileira de agricultura irrigada: Fortaleza* 10.1 (2016): 410-419.

BRAGANÇA, R. *Estudo comparativo da estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades no Estado do Espírito Santo*. 2007. 69p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Fitotecnia) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. *Bragantia*, v.59, p.125-137, 2000.

DOORENBOS, J, AND W. O. PRUITT. *Guldel Ines for predicting Crop Water Requirements*. FAO Irrigation and Drainage paper 24, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 144 p, 1977.

FERNANDES, J. L.; OLIVEIRA, J. B; SOUSA, A. L. M.; SILVA, G. S.; IZIDIO, N. S. C. Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência em Campos Sales-CE. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, v. 6, p. 1-20, 2012.

HARGREAVES, G. H., SAMANI, Z. A. *Reference crop evapotranspiration from temperature*. Transaction of ASAE, v.1, n.2, p.96-99, 1985.

LIMA JUNIOR, J. C. DE; ARRAES, F. D. D.; OLIVEIRA, J. B. DE; NASCIMENTO, F. A. L. DO; MACÊDO, K. G. DE. Defining parameters for the Hargreaves-Samani equation for estimating reference evapotranspiration in the State of Ceará, Brazil. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 3, p. 447-454, 2016.

MACÊDO, K. G.; ARRAES, F. D. D.; LIMA JUNIOR, J. C.; OLIVEIRA, W. C.; ARAÚJO, Y. R. Ajuste dos parâmetros do modelo de hargreaves e samani para estimativa da evapotranspiração de referência em escala diária para Maceió – AL. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*. vol. 11, n. 3, p.1484-1491, 2017.

NASH, J.E., SUTCLIFFE, J.V. River flowforecastingthrough conceptual models – Part I: A discussionofprinciples. *Journal of Hydrology*, v. 10, n. 3, p. 282-290, 1970.

PALARETTI, L. F.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C. Análise da sensibilidade dos componentes da equação de Hargreaves-Samani para a região de Bebedouro-SP. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.29(2): 299-306, 2014.

PEREIRA, L. S.; ALLEN R. G.; SMITHC M.; RAESD D. Crop evapotranspiration estimation with FAO56: Past and future. *Agricultural Water Management*, v. 147, p. 4-20, 2015.

REIS, E. F.; BRAGANÇA, R.; GARCIA, G. O.; PEZZOPANE, M.; TAGLIAFERRE, C. Estudo comparativo da estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades do Estado do Espírito Santo no período seco. *Idesia*, v.25, n.3, p.75-84, 2007.

SILVA, M. G.; OLIVEIRA, I. S.; CARMO, F. F.; LEDO, E. R. F.; SILVA FILHO, J. A. . Estimativa da evapotranspiração de referência pela equação de Hargreaves-Samani no estado do Ceará, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 9, p. 132-141, 2015.

TAGLIAFERRE, C.; SILVA, R.; ROCHA, F.; SANTOS, L. Estudo comparativo de diferentes metodologias para determinação da evapotranspiração de referência em Eunápolis - BA. *Revista Caatinga*, v.23, n.1. p.103-111, 2010.

TEMESGEN, B.; ALLEN, R.; JENSEN, D. Adjusting temperature parameters to reflect well-water conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 125, n. 1, p. 26-33, 1999.

TRAJKOVIC, S. Hargreaves versus PenmanMonteith under humid conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 133, n. 1, p. 38-42, 2007.

VALIPOUR, M. Use of average data of 181 synoptic stations for estimation of reference crop evapotranspiration by temperature-based methods. *Water Resour Manage*, v. 28, n. 12, p. 4237–4255, 2014.

WILLMOTT, C. J. On the validation of models. *Physical Geography*, v. 2, p. 184-194, 1981.

*Submetido em: 16/10/2017*  
*Aceito para publicação em: 28/03/2018*