



CBAGRO 2019

**XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE
AGROMETEOROLOGIA**

AVALIAÇÃO DE MODELOS PARA A ESTIMATIVA DECENDIAL DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

Marco Antônio Fonseca Conceição¹
marco.conceicao@embrapa.br

¹Pesquisador Embrapa Uva e Vinho/Estação Experimental de Viticultura Tropical, Jales, SP

RESUMO

A evapotranspiração de referência (ET_o) é uma variável utilizada em diferentes estudos climáticos, como, por exemplo, no Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC). O objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes métodos de estimativa decendial da evapotranspiração de referência (ET_o) com base na temperatura do ar, para as condições da região noroeste de São Paulo. Os dados meteorológicos diários foram coletados em uma estação meteorológica automática localizada em Jales, SP. O método de Penman-Monteith (ET_oPM) foi considerado padrão para efeito de comparação. Foram avaliados três modelos baseados na temperatura do ar: o método original de Hargreaves-Samani (ET_oHS); o modelo ajustado por Monteiro et al. (2017) (ET_oM); e o modelo para dados diários ajustado por Conceição (2013) (ET_oC). O modelo ET_oC apresentou o melhor desempenho na estimativa decendial da evapotranspiração de referência, para as condições do noroeste paulista.

PALAVRAS-CHAVE: Hargreaves-Samani, temperatura do ar, balanço hídrico.

EVALUATING TEN-DAYS REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATION MODELS

ABSTRACT

The reference evapotranspiration (ET_o) is a variable used in different climatic studies, such as in the Agricultural Climate Risk Zoning (ZARC). The objective of this work was to evaluate different methods of ten-day reference evapotranspiration (ET_o) estimation based on air temperature, for the northwest region of São Paulo state conditions. The daily meteorological data were collected in an automatic weather station located in Jales, SP. The Penman-Monteith method (ET_oPM) was considered standard for comparison. Three models based on air temperature were evaluated: the original Hargreaves-Samani method (ET_oHS); the model adjusted by Monteiro et al. (2017) (ET_oM); and the model for daily data adjusted by Conceição (2013) (ET_oC). The ET_oC model presented the best performance for reference evapotranspiration decendial estimation, in the northwest conditions of São Paulo state.

KEY-WORDS: Hargreaves-Samani, air temperature, water balance.



CBAGRO 2019

XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE
AGROMETEOROLOGIA

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração de referência (ET_o) é uma variável frequentemente utilizada em estudos climáticos. Esse é o caso, por exemplo, do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), onde ela é empregada na determinação do balanço hídrico decendial no solo.

Vários métodos podem ser utilizados para a estimativa da ET_o, sendo que o de Penman-Monteith (ET_oPM) é considerado, atualmente, como o método padrão (Paredes & Pereira, 2019). Nem sempre, entretanto, estão disponíveis todas as variáveis necessárias para a utilização desse método. Isso porque, além da precipitação pluvial, a maior parte das bases de dados apresentam séries históricas com apenas valores de temperaturas do ar.

Sendo assim, métodos de estimativa de ET_o com base na temperatura são geralmente empregados nesses estudos, como, por exemplo, o método de Hargreaves-Samani. Esse método, contudo, apresenta uma base empírica, necessitando muitas, de calibração de acordo com o local em que vai ser adotado (Conceição, 2013; Feng et al., 2017; Monteiro et al., 2017; Zanetti et al., 2019).

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes métodos de estimativa decendial de ET_o com base na temperatura do ar, para as condições da região noroeste de São Paulo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados meteorológicos diários foram coletados na estação automática da Embrapa Uva e Vinho, em Jales, SP (20°10'S, 50°35'W, 455m), referentes aos anos de 2012 a 2018. Para a coleta das variáveis meteorológicas, foi empregado um sistema automático de aquisição de dados com registros efetuados a cada quinze minutos e totalizados diariamente. Com base nos dados diários, foram obtidos valores decendiais no mesmo período.

Para calcular a ET_o pelo método de Penman-Monteith (ET_oPM), considerado padrão para efeito de comparação, foi utilizada a expressão apresentada por Conceição (2013). Foram avaliados três modelos baseados na temperatura do ar: o método original de Hargreaves-Samani (ET_oHS), descrito por Conceição (2013); o modelo de Hargreaves-Samani ajustado por Monteiro et al. (2017) para as condições brasileiras (ET_oM); e o modelo de Hargreaves-Samani ajustado por Conceição (2013), para valores diários de ET_o nas condições do noroeste paulista (ET_oC), considerando a série histórica de 2004 a 2011.

As avaliações do desempenho dos valores de ET_oHS, ET_oM e ET_oC, em relação aos valores de ET_oPM, foram obtidas considerando-se os valores dos coeficientes de determinação (R^2), dos coeficientes angulares do modelo linear de regressão com a reta sendo forçada a passar pela origem, e do índice de desempenho (c), que resulta na multiplicação dos coeficientes de correlação (r) pelo índices de exatidão (d). O desempenho foi classificado como ótimo para valores de c maiores que 0,85; como muito bom para valores entre 0,76 e 0,85; como bom para valores entre 0,66 e 0,75; como regular para



valores entre 0,51 e 0,65; como ruim para valores entre 0,41 e 0,50; e como péssimo para valores inferiores a 0,40.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os modelos apresentaram coeficientes de determinação próximos a 0,90, representando uma baixa dispersão dos dados (Figura 1). No entanto, de acordo com os coeficientes angulares das retas de regressão linear (Figura 1), os modelos EToHS e EToM superestimaram os valores de EToPM em 36% e 39%, respectivamente, enquanto que o modelo EToC apresentou uma superestimativa de apenas 10%.

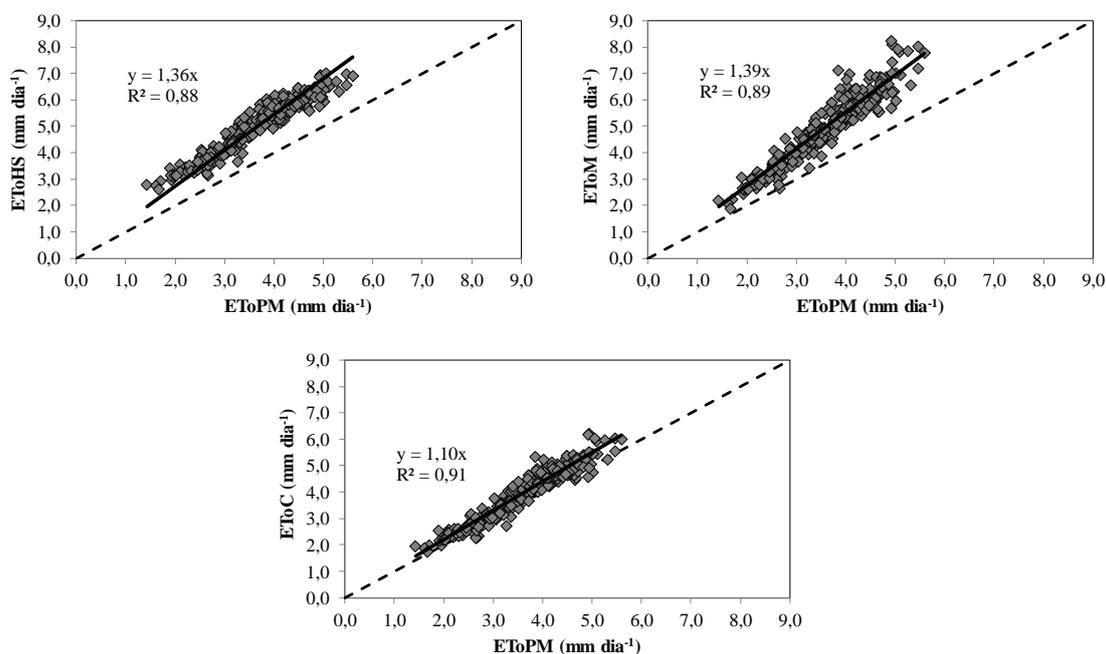


Figura 1: Valores decendiais de evapotranspiração de referência calculados pelos métodos de Penman-Monteith (EToPM), de Hargreaves-Samani (EToHS) e ajustados por Monteiro et al. (2017) (EToM) e Conceição (2013) (EToC). Jales, SP, 2012-2018.

Os índices de desempenho (c) de EToHS e EToM foram iguais a 0,65, o que os classifica como modelos de desempenho regular, em relação a EToPM (Tabela 1). Já o modelo EToM apresentou um índice de desempenho igual a 0,90, que é classificado como ótimo. Como já havia sido observado em relação aos valores de R^2 (Figura 1), os valores dos coeficientes de regressão (r) dos três modelos avaliados são semelhantes (Tabela 1). A maior diferença é apresentada no índice de exatidão (d), em que o modelo EToC apresenta um valor consideravelmente superior aos obtidos pelos modelos EToH e EToM.

Os resultados demonstram que o modelo original de Hargreaves-Samani e o modelo de Monteiro et al. (2017) apresentam desempenhos insatisfatórios nas condições do noroeste paulista. Observa-se, dessa maneira, que o uso desses modelos pode gerar erros



consideráveis e comprometer a eficácia dos estudos climáticos. Quando se trata do ZARC, em especial, a adoção desses modelos poderia excluir certas regiões do zoneamento, tornando-as de alto risco em função de uma demanda hídrica superestimada.

Por essa razão, se faz necessária a calibração do modelo original de Hargreaves-Samani às condições climáticas regionais, como foi realizado por diversos autores (Conceição, 2013; Feng et al., 2017; Ferreira et al., 2018). No entanto, para o ZARC e outros estudos semelhantes, não seria viável a calibração desse modelo em todas as regiões de abrangência.

Tabela 1. Coeficiente de correlação (r), índice de exatidão (d) e índice de desempenho (c) para os modelos de estimativa da evapotranspiração de referência de Hargreaves-Samani (EToHS), ajustado por Monteiro et al. (2017) e ajustado por Conceição (2013), em relação ao modelo padrão de Penman-Monteith para as condições do noroeste paulista.

Modelo	r	d	c	Classificação
EToHS	0,96	0,67	0,65	Regular
EToM	0,95	0,69	0,65	Regular
EToC	0,95	0,94	0,90	Ótimo

Uma solução intermediária seria realizar os ajustes em função de variáveis climáticas de maior alcance. Zanetti et al. (2019), por exemplo, calibraram os valores de ETo, no estado do Espírito Santo, em função de diferentes tipos de clima, da presença de estação seca e chuvosa, da classe de amplitude térmica e do tipo climático combinado com a classe de amplitude térmica. Os autores observaram que os melhores resultados foram obtidos pelo ajuste por clima e classe de amplitude térmica, especialmente em dias com maiores valores de ETo.

CONCLUSÃO

O modelo EToC apresentou o melhor desempenho na estimativa decendial da evapotranspiração de referência, para as condições do noroeste paulista, quando comparado ao modelo EToPM.

REFERÊNCIAS

CONCEIÇÃO, M.A.F. Ajuste do modelo de Hargreaves para estimativa da evapotranspiração de referência no noroeste paulista. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.5, p.306-316, 2013.

FENG, Y.; JIA, Y.; CUI, N.; ZHAO, L.; LI, C.; GONG, D. Calibration of Hargreaves model for reference evapotranspiration estimation in Sichuan basin of southwest China. **Agricultural Water Management**, v.215, p.86-102, 2019.



CBAGRO 2019

XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE
AGROMETEOROLOGIA

FERREIRA, L.B.; CUNHA, F.F. da; DUARTE, A.B.; SEDIYAMA, G.C.; CECON, P.R. Calibration methods for the Hargreaves-Samani equation. **Ciência e Agrotecnologia**, v.42, n.1, p.104-114, 2018.

MONTEIRO, J.E.B.A.; CUADRA, S.V.; OLIVEIRA, A.F. de; NAKAI, A.M.; MACIEL, R.J.S. Estimativa da evapotranspiração diária baseada apenas em temperatura. **Agrometeoros**, v.25, n.1, p.239-248, 2017.

PAREDES, P.; PEREIRA, L.S. Computing FAO56 reference grass evapotranspiration PM-ET_o from temperature with focus on solar radiation. **Agricultural Water Management**, v.215, p.86-102, 2019.

ZANETTI, S.S.; DOHLER, R.E.; CECÍLIO, R.A.; PEZZOPANE, J.E.M.; XAVIER, A.C. Proposal for the use of daily thermal amplitude for the calibration of the Hargreaves-Samani equation. **Journal of Hydrology**, v.571, p.193-201, 2019.