

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA A REGIÃO DE BAGÉ-RS

FELIPE TONETTO¹, MIRTA T. PETRY², JULIANO D. MARTINS³, BRUNA DE
VILLA⁴, JAINARA F. NETTO⁵, ELTON F. LIMA⁶

¹ Eng^o. Agrônomo, Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Rurais, UFSM, (55) 99603-1575, e-mail: tonetoagronoia@gmail.com

² Eng^a. Agrônoma, Prof^a Doutora, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria -RS

³ Eng^o. Agrônomo, Prof^o Doutor, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria -RS

⁴ Eng^a Agrícola, Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria -RS

⁵ Eng^a Agrícola, Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria -RS

⁶ Eng^o. Agrônomo, Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria -RS

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

RESUMO: A evapotranspiração de referência (ET_o) é um parâmetro chave do ciclo hidrológico e do balanço hídrico do solo, podendo ser estimado por uma variedade de aproximações. O objetivo desse estudo foi avaliar a precisão dos modelos de Benevides-Lopez, Priestley-Taylor, Tanner-Pelton, Makkink, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani, Camargo, Turc e Linacre na estimativa da ET_o diária, quando comparados ao método de Penman-Monteith (FAO-PM). Foram usados dados da estação meteorológica convencional localizada em Bagé, RS, referentes ao período de 1990 a 2007. A relação entre a ET_o estimada pelos diferentes métodos com o da FAO-PM foi avaliada através de diferentes indicadores estatísticos: coeficiente de determinação (R^2), o coeficiente de correlação de Pearson (r), o índice de Camargo e Sentelhas (c) e o erro médio absoluto (MAE). Os modelos de Priestley-Taylor, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani e Turc apresentaram as melhores estimativas, com $R^2 \geq 0.92$, $c \geq 0.88$ e $MAE \leq 0.63$, enquanto Linacre, Tanner-Pelton e Camargo tiveram desempenhos inferiores. Os métodos de Jensen-Haise, Hargreaves-Samani e Turc são alternativas viáveis ao FAO-PM, por requerer apenas dados de temperatura do ar e radiação solar.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, comparação, Penman-Monteith

EVALUATION OF DIFFERENT METHODS OF ESTIMATION OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION FOR THE REGION OF BAGÉ-RS

ABSTRACT: Reference evapotranspiration (ET_o) is a key parameter of the hydrological cycle and soil water balance, and can be estimated by a variety of approaches. The objective of this study was to evaluate the accuracy of the Benevides-Lopez, Priestley-Taylor, Tanner-Pelton, Makkink, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani, Camargo, Turc and Linacre models in estimating the daily ET_o , when compared to the Penman method -Monteith (FAO-PM). Data from the conventional meteorological station located in Bagé, RS, from 1990 to 2007 were used. The relationship between the ET_o estimated by the different methods with that of the FAO-PM was assessed using different statistical indicators: coefficient of determination (R^2), Pearson's correlation coefficient (r), the Camargo and Sentelhas index (c) and the absolute mean error (MAE). The Priestley-Taylor, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani and Turc models presented the best estimates, with $R^2 \geq 0.92$, $c \geq 0.88$ and $MAE \leq 0.63$, while Linacre, Tanner-

Pelton and Camargo had lower performances. The Jensen-Haise, Hargreaves-Samani and Turc methods are viable alternatives to the FAO-PM, as they only require data on air temperature and solar radiation.

KEYWORDS: irrigation, comparison, Penman-Monteith.

INTRODUÇÃO: A evapotranspiração de referência (ET_0) é um parâmetro importante para estudar o ciclo hidrológico, sendo o componente principal do balanço hídrico do solo e o manejo da irrigação. Nesse contexto, a determinação acurada da ET_0 é fundamental na determinação de quando irrigar, na análise de secas, estudos ambientais e alterações climáticas. Além disso, essa variável é importante para atender à demanda hídrica das culturas, fornecendo subsídio para o dimensionamento de sistemas de bombeamento, canalização e distribuição de água na irrigação (CAPORUSSO e ROLIM, 2015). Como alternativa simples podem ser utilizadas outras metodologias para determinar a evapotranspiração de referência (ET_0), em alternativa ao procedimento sugerido pela FAO (ALLEN et al, 1998). A ET_0 pode ser determinada de forma direta, via lisimetria, ou estimada por diferentes métodos, os quais são escolhidos de acordo com a disponibilidade dos dados, acurácia e precisão de seu modelo (PANDEY et al., 2016). A performance dos diferentes métodos pode variar de acordo com as condições ambientais, uma vez que, a maioria desses tem base empírica, fazendo com que o FAO-PM seja largamente recomendado para a estimativa da ET_0 , por agregar bases físicas mais robustas. Entretanto, a ausência de alguns dos muitos dados meteorológicos requeridos pelo FAO-PM estimula o uso de modelos mais simples para a estimativa da ET_0 . Por conseguinte, o objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho dos modelos de Benevides-Lopes, Priestley-Taylor, Tanner-Pelton, Makkink, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani, Camargo, Turc e Linacre na estimativa da ET_0 , em comparação ao FAO-PM, para a região de Bagé-RS.

MATERIAL E MÉTODOS: Dados históricos do período entre 1990-2007 foram coletados junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes a estação meteorológica convencional de Bagé-RS, localizada nas coordenadas geográficas de $-31,33^\circ$ S e $-54,1^\circ$ O, na altitude de 242 m. As variáveis utilizadas nas estimativas da ET_0 foram: radiação solar, temperatura máxima (T_{max} , $^\circ$ C) e mínima (T_{min} , $^\circ$ C), temperatura média compensada do ar ($^\circ$ C), umidade relativa do ar (%), velocidade média do vento a 2 m de altura (U_2 m s^{-1}) e insolação (h). Os métodos avaliados foram o Benevides-Lopez, Priestley-Taylor, Tanner-Pelton, Makkink, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani, Camargo, Turc e Linacre. A regressão linear simples foi usada para comparar a ET_0 estimada pelos diferentes modelos em relação ao FAO-PM, forçando o intercepto da regressão à origem. Com esse mesmo intuito foram utilizados o coeficiente de correlação de Pearson (r), o índice de Camargo e Sentelhas (c) e o erro médio absoluto (MAE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Pelos valores de R^2 (FIGURA 1) conclui-se Priestley-Taylor, Makkink, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani e Turc tiveram valores superiores a 0,80, o que indica que a regressão linear simples explicou bem a correlação entre as estimativas avaliadas. A análise conjunta de um método deve ser feita com o coeficiente de correlação (r), que indica a precisão do método, e o índice c , que indica o desempenho do método, através do produto entre os índices r e d (CAMARGO e SENTELHAS, 1997). Para o período em avaliação, os métodos de Priestley-Taylor, Makkink, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani e Turc foram classificados como Quase Perfeita (TABELA 1), o que significa grande aproximação aos resultados estimados pelo método padrão. Enquanto que Benevides-Lopes, Linacre, Tanner-Pelton e Camargo foram classificados como Muito alta pelo coeficiente r

(COHEN, 1988). Pelo índice *c* de Priestley-Taylor, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani e Turc foram classificados como Ótimo, demonstrando a alta correlação com o padrão, enquanto Benevides-Lopes, Tanner-Pelton, Makkink tiveram desempenho Muito bom e Camargo e Linacre foi classificado como Bom. Estes últimos estimaram com baixa precisão a ET_o em relação ao padrão, adequando-se mais para estimativas mensais da ET_o (YODER et al., 2005). BRIXNER et al., 2014 também observaram os piores desempenhos em estimar a ET_o para Camargo e Linacre na região da Campanha do RS. O MAE apontou que os métodos Priestley-Taylor, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani e Turc tiveram valores menores ou iguais a 0,63, de modo que, quanto mais próximo de zero, melhores são os dados estimados, menor será o erro das estimativas do modelo testado em relação ao FAO-PM. O método de Priestley-Taylor apresenta como vantagem necessitar poucas variáveis (saldo de radiação, fluxo de calor no solo e temperatura do ar) em relação a outros métodos, desprezando a influência do déficit de pressão de vapor na evapotranspiração de referência (SILVA, et al., 2015).

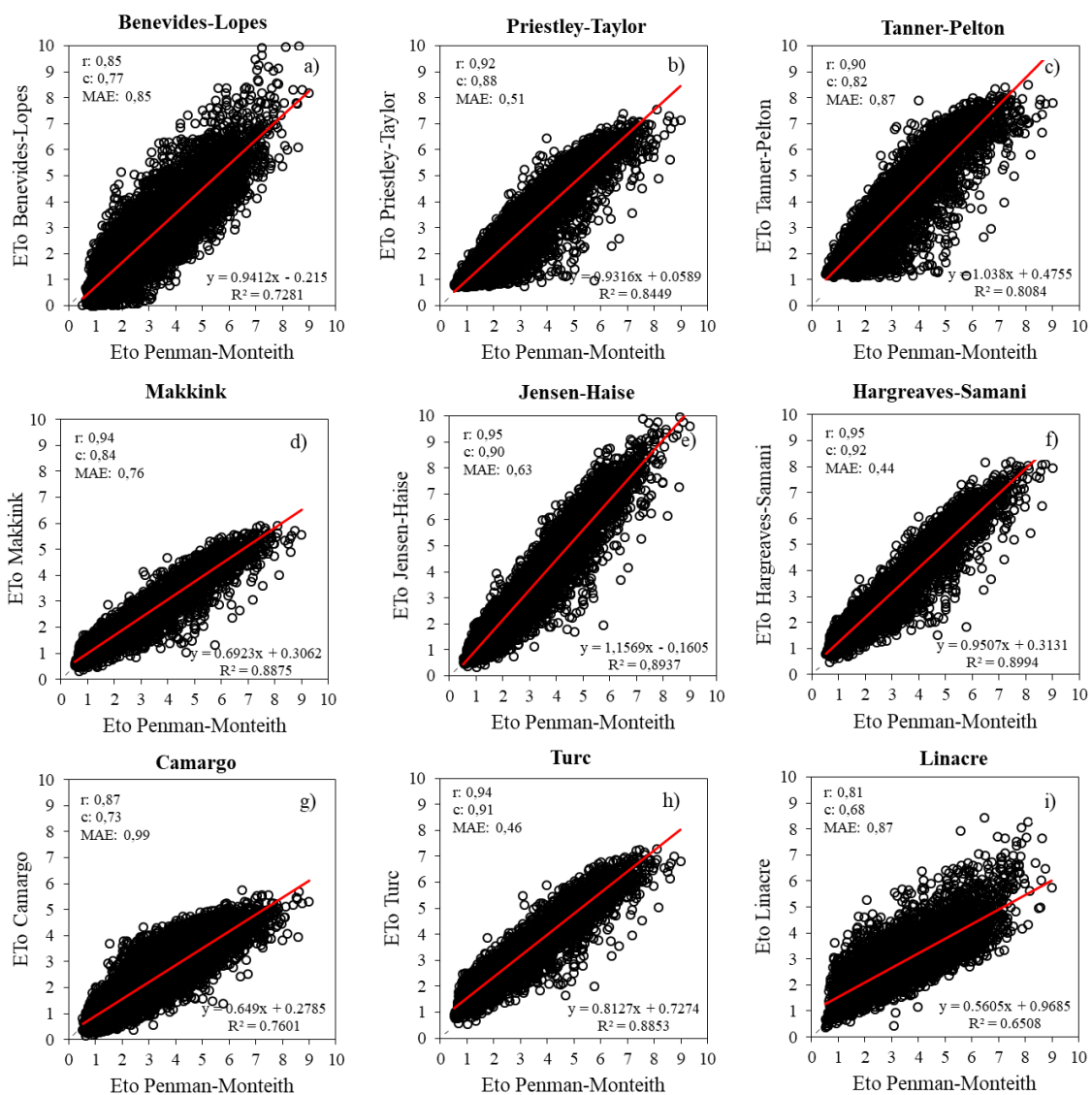


FIGURA 1. Relação entre a evapotranspiração de referência (ET_o) estimada pelo método Penman-Monteith (PM- ET_o) e os diferentes métodos de estimativa de ET_o . O coeficiente de correlação (*r*), índice de Camargo e Sentelhas (*c*) e índices de erro (MAE) na região de Bagé, RS.

TABELA 1. Valores médio da evapotranspiração de referência (ET_0) para diferentes métodos de estimativa, coeficiente de correlação de Pearson (r) e de concordância (c), para o período entre 1990 e 2007, para Bagé, RS.

Métodos	ET_0	Desempenho c	Desempenho r
BL	2,91	Muito bom	Muito alta
PT	3,15	Ótimo	Quase perfeita
TP	3,92	Muito bom	Muito alta
MK	2,60	Muito bom	Quase perfeita
JH	3,68	Ótimo	Quase perfeita
HS	3,47	Ótimo	Quase perfeita
CM	2,43	Bom	Muito alta
TC	3,43	Ótimo	Quase perfeita
LN	2,83	Bom	Muito alta

BL: Benevides-Lopes, PT: Priestley-Taylor, TP: Tanner-Pelton, MK: Makkink, JH: Jensen-Haise, HS: Hargreaves-Samani, CM: Camargo, TC: Turc, LN: Linacre.

CONCLUSÕES: Para a região de Bage, RS, os modelos de Jensen-Haise, Hargreaves-Samani e Turc podem ser uma alternativa viável ao FAO-PM.

REFERÊNCIAS:

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO (FAO Irrigation and Drainage, 56), p.308, 1998.

BRIXNER, G. F.; SCHÖFFEL, E. R.; TONIETTO, J. determinação da evapotranspiração por diferentes métodos e sua aplicação no índice de seca na campanha gaúcha, BR. **Revista Brasil Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 4, p. 780-793, 2014.

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

CAPORUSSO, N. B.; ROLIM, G. de S. Reference evapotranspiration models using different time scales in the Jaboticabal region of São Paulo, Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy** (Impresso), v.37, p.1-9, 2015.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. New Jersey: Lawrence Erlbaum, p.569. 1988.

PANDEY, P. K.; DABRAL, P. P.; PANDEY, V. Evaluation of reference evapotranspiration methods for the northeastern region of India. **International Soil and Water Conservation Research**, v.4, p.52-63, 2016.

SILVA, V. P. R.; GARCÊS, S. L. A.; DA SILVA, B. B.; DE ALBUQUERQUE, M. F. ALMEIDA, R. S. R. Métodos de estimativa da evapotranspiração da cultura da cana-de-açúcar em condições de sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.5, p.411-417, 2015.

YODER, R. E.; ODHIAMBO, L. O.; WRIGHT, W. C. Evaluation of methods for estimating daily reference crop evapotranspiration at a site in the humid southeast United States. **Applied Engineering in Agriculture**, v.21, n.2, p.197-202, 2005.