

ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA: DESEMPENHO DE MÉTODOS BASEADOS EM DADOS DE ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS E CONVENCIONAIS

CLARISSA M. SILVA¹; MIRTA T. PETRY²; JULIANO D. MARTINS³, BRUNA DE VILLA⁴; FELIPE TONETTO⁵; ELTON F. LIMA⁶.

¹ Eng. Agrícola, Pós-graduanda em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS, Fone: (51) 99903-5725, e-mail: clarissamoraes37@outlook.com.

² Eng. Agrônoma, Prof. Doutora, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS

³ Eng. Agrônomo, Prof. Doutor, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS

⁴ Eng. Agrícola, Pós-graduanda em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS

⁵ Eng. Agrônomo, Pós-graduando em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS

⁶ Eng. Agrônomo, Pós-graduando 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_0) pode ser medida ou estimada por meio de dados meteorológicos, sendo que, a acurácia das estimativas depende da qualidade dos dados e do método utilizado. Assim, esse trabalho objetivou analisar a melhora na estimativa da ET_0 a partir de diferentes métodos, utilizando dados meteorológicos de estação meteorológica convencional (EMC) e automática (EMA). Os dados meteorológicos foram adquiridos do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (BDMEP), para o período entre 2007 e 2018, para ambas as estações, localizadas em Passo Fundo, RS. A ET_0 foi estimada pelos modelos de Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Tanner e Pelton, Makkink, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani, Camargo, Benevides-Lopes, Turc, Linacre, Budyko e McCloud. Os resultados foram correlacionados usando a ET_0 da EMA como padrão, por meio de ferramentas estatísticas. Os resultados indicam que, dentre as metodologias avaliadas, Camargo, Budyko e McCloud apresentaram uma tendência de similaridade na estimativa da ET_0 , para ambas as estações meteorológicas analisadas (EMC e EMA).

PALAVRAS-CHAVE: estações meteorológicas; ET_0 ; métodos.

ESTIMATING REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION: PERFORMANCE EVALUATION OF METHODS BASED ON AUTOMATIC AND CONVENTIONAL STATION DATA

ABSTRACT: Reference evapotranspiration (ET_0) can be measured or estimated using meteorological data and the accuracy of the estimates depends on the quality of the data and the method used. Thus, this work aimed to analyze the improvement in the ET_0 estimate, based on different methods, using meteorological data from Conventional (EMC) and Automatic (EMA) Meteorological Stations. The meteorological data were collected from the database of the National Institute of Meteorology (BDMEP), for the period between 2007 and 2018, for both stations, in which area placed in Passo Fundo, RS. ET_0 was estimated by the Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Tanner e Pelton, Makkink, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani, Camargo, Benevides-Lopes, Turc, Linacre, Budyko and McCloud models. The results were correlated using the ET_0 EMA as standard, and were compared using statistical

tools. Results showed that, among the evaluated methodologies, Camargo, Budyko and McCloud tend to of similarity in the ET_o estimate, for both analyzed meteorological stations (EMC and EMA).

KEYWORDS: meteorological stations; ET_o ; methods.

INTRODUÇÃO: A evapotranspiração de referência (ET_o) é de extrema importância no contexto da agricultura irrigada, pois auxilia no planejamento e manejo da irrigação, beneficiando a economia e a sustentabilidade nas áreas agrícolas, além de melhorar o aproveitamento das precipitações pluviais e otimizar o dimensionamento de sistema de irrigação, se necessário (CARVALHO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2011). Atualmente, existem vários métodos de estimativa da ET_o (SILVA, 2015), sendo o método de Penman Monteith (PM- ET_o) recomendado pela FAO-56, em virtude da sua melhor adequação para diferentes climas e locais. Porém, este método ainda apresenta limitações de uso, por requerer um grande número de variáveis meteorológicas que, muitas vezes, não estão disponíveis ou não são confiáveis. Entretanto, com o avanço no uso da tecnologia automatizada, o acesso aos mais diversos dados meteorológicos diários vem se tornando cada vez mais rápido e fácil (LIMA et al., 2020). Nesse contexto, o uso das estações meteorológicas convencionais (EMC) vem diminuindo, em detrimento das estações automáticas (EMA) (RIBEIRO et al., 2017). No entanto, embora a qualidade dos dados das EMA's represente melhor as condições meteorológicas diárias, muitos locais de importância agrícola carecem de estações ou, os dados são recentes, fato que dificulta estudos históricos para calibrar e parametrizar as variáveis meteorológicas nesses locais. Além disso, anomalias em dados de EMC são comuns, pela ausência de calibração dos equipamentos, erros nas observações ou apontamento dos mesmos. Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a melhora na estimativa da ET_o , calculada a partir de diferentes métodos, utilizando dados meteorológicos de estação meteorológica convencional (EMC) e automática (EMA).

MATERIAL E MÉTODOS: Os dados meteorológicos foram adquiridos do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (BDMEP), considerando um período de 11 anos (2007 a 2018), para uma Estação Meteorológica Convencional (EMC) e Automática (EMA), ambas localizadas em Passo Fundo, RS, entre as coordenadas geográficas 28,21° S e 52,40° W, com altitude de 684 m. A ET_o diária foi estimada pelos métodos de Penman-Monteith, Priestley-Taylor, Tanner e Pelton, Makkink, Jensen-Haise, Hargreaves-Samani, Camargo, Benevides-Lopes, Turc, Linacre, Budyko e McCloud. Os resultados foram correlacionados tomando a ET_o calculada com os dados da EMA como padrão (ET_o_{EMA}), e foram comparados por meio do coeficiente de determinação (R^2), erro médio absoluto (MAE), índice de desempenho ou confiança (c) (CAMARGO e SENTELHAS, 1997) e índice de concordância (d) (WILMOTT, 1982).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1 estão apresentados os resultados da correlação entre a ET_o obtida com dados meteorológicos da EMC (ET_o_{EMC}) e da EMA (ET_o_{EMA}), juntamente com os indicadores estatísticos para cada método de estimativa. Conforme apresentado na Figura 1, dentre as metodologias avaliadas, Camargo apresentou o melhor desempenho, com valor de $R^2 = 1,00$, $MAE = 0,06 \text{ mm dia}^{-1}$ e índices c e d , classificados, respectivamente, como excelente e ótimo. Cunha et al. (2013) indicam que, por ser um

método derivado do de Thornthwaite, Camargo é eficaz para regiões de clima tropical e equatorial úmidos, corroborando com o resultado encontrado neste estudo.

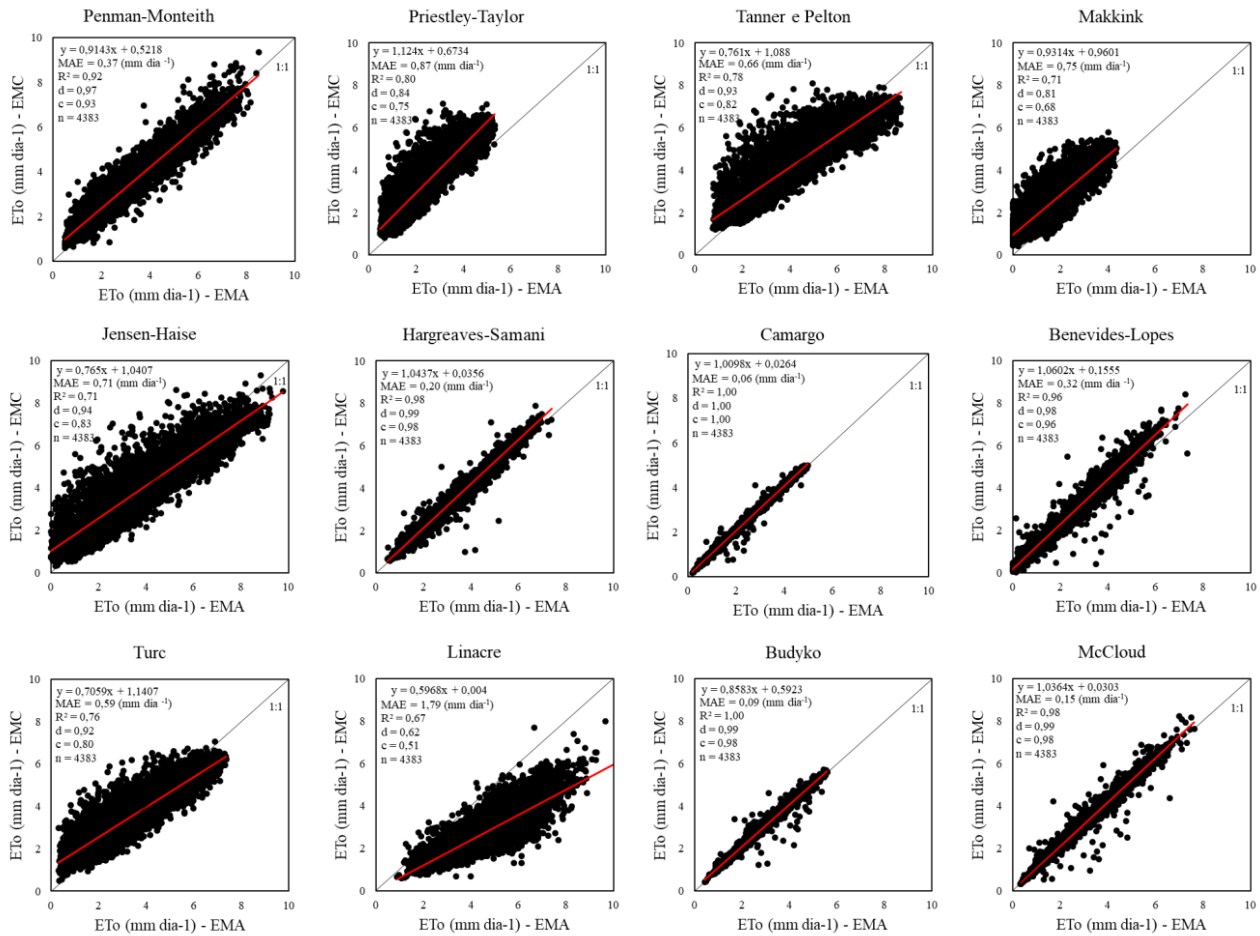


FIGURA 1. Relação entre a ET_0 EMA e ET_0 EMC, erro médio absoluto (MAE), coeficiente de determinação (R^2), índice de desempenho (d), índice de concordância (c) e número de observações (n) dos resultados da ET_0 obtida pelos diferentes métodos de estimativa, para a região do Planalto Superior do RS, no período de janeiro de 2007 a dezembro de 2018.

Observa-se na Figura 1 que, em relação aos melhores resultados, a metodologia foi seguida por Budyko e McCloud. Os métodos apresentaram valores de $c = 0,98$ (ótimo) e $d = 0,99$ (excelente), destoando o valor do $R^2 = 0,98$ e $1,00$, respectivamente, e MAE, sendo Budyko $0,09 \text{ mm dia}^{-1}$ e McCloud $0,15 \text{ mm dia}^{-1}$. O bom desempenho entre as estimativas da ET_0 EMA e ET_0 EMC pode ser explicada porque, em ambos os métodos, a variável de entrada nas equações é a temperatura média do ar que, segundo Lima et al., (2020), difere pouco entre as EMC e EMA. A classificação dos índices c e d de Penman Monteith, Benevides-Lopes e Hargreaves-Samani foram ótimos e excelentes ($R^2 = 0,92$; $0,96$ e $0,98$, respectivamente). O MAE, para esses três métodos, resultou em valores médios, dentre os resultados obtidos nas metodologias analisadas, sendo os valores relativos de $0,37$; $0,32$ e $0,20 \text{ mm dia}^{-1}$. Os métodos Tanner e Pelton (MAE = $0,66 \text{ mm dia}^{-1}$), Turc (MAE = $0,59 \text{ mm dia}^{-1}$) e Jansen-Haise (MAE = $0,71 \text{ mm dia}^{-1}$) obtiveram desempenho caracterizado como “Muito Bom”, em relação aos índices c e d , enquanto para o indicador R^2 , seus resultados são considerados baixos/insuficientes/inconstantes ($0,66$; $0,76$ e $0,71$, respectivamente). Os valores de c e d encontrados para Priestley-Taylor (MAE = $0,87 \text{ mm dia}^{-1}$ e $R^2 = 0,80$), permitiram classificá-lo como “Bom”, em ambos os coeficientes, enquanto Makkink (MAE = $0,75 \text{ mm dia}^{-1}$ e $R^2 =$

0,75) foi classificado como “Bom” para o coeficiente c e “Moderadamente Bom” para o coeficiente d . As médias de $ET_{o\text{EMC}}$ e $ET_{o\text{EMA}}$ para a metodologia de Linacre foram de 3,00 e 5,03 mm dia^{-1} , respectivamente, enquanto que, para Camargo, que resultou no melhor desempenho deste estudo, apresentou valores muito próximos, de 2,52 mm dia^{-1} para $ET_{o\text{EMA}}$ e 2,58 para $ET_{o\text{EMC}}$. Dessa forma, Linacre foi o método de pior desempenho ($MAE = 1,79 \text{ mm dia}^{-1}$; $R^2 = 0,67$) com classificação do índice c como “Sofrível” e d como “Ruim”, apresentando a maior tendência a subestimar os resultados da $ET_{o\text{EMC}}$, quando comparado aos demais métodos. De modo geral, os dados oriundos das EMA’s são os mais confiáveis para a estimativa da ET_o , sobretudo devido maior robustez nas medições diárias da radiação solar e velocidade do vento.

CONCLUSÕES: Dentre as metodologias avaliadas, Camargo, Budyko e McCloud apresentaram uma tendência de similaridade na estimativa da ET_o , para ambas estações meteorológicas analisadas (EMC e EMA).

REFERÊNCIAS:

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

CARVALHO, L. G. DE; RIO, G. F.; MIRANDA, W. L.; CASTRO NETO, P. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 4, p. 456-465, 2011.

CUNHA, F. F.; MAGALHÃES, F. F.; CASTRO, M. A. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul – MS. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa – MG, v.21, n.2, março/abril 2013.

LIMA, E. F.; MORAES, R. G. S.; FONSECA, B. L. A. S.; SILVA, C. M. Comparação de dados meteorológicos obtidos por estação convencional e automática e estimativa da evapotranspiração de referência em Imperatriz/MA. **Journal of Environmental Analysis and Progress** V. 05 N. 02 (2020) 214-220. 2020.

OLIVEIRA, G.Q.; LOPES, A.S.; JUNG, L.H.; NAGEL, P. L.; BERTOLI, D.M. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência baseadas na temperatura do ar, em Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.5, n. 3, p.224-234, 2011.

RIBEIRO, A. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SILVA, E. M.; SIMEÃO, M.; BASTOS, E. A. Comparação entre dados meteorológicos obtidos por estações convencionais e automáticas no estado do Piauí, Brasil. **Irriga**, 22, 2, 220-235. 2017.

SILVA, V. P. R.; GARCÊZ, S. L. A.; SILVA, B. B.; 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**, 19, (5), 411-417. 2015.

WILLMOTT, C.J. **Some comments on evaluation of model performance**, Bulletin of American Meteorological Society, v.63, p.1309- 1313, 1982.