

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM CRUZ ALTA-RS

TAISE C. BUSKE¹, ADROALDO D. ROBAINA², MARCIA X. PEITER³, LEONITA B. GIRARDI⁴,
TONISMAR DOS S. PEREIRA⁵

¹ Eng.^a Agrônoma, Doutoranda Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFSM, Santa Maria-RS, Fone: (55) 3220-9386, taisecbuske@gmail.com

² Eng.^o Agrônomo, Prof. Titular, Depto. de Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria-RS

³ Eng.^a Agrônoma, Prof. Titular, Depto. de Engenharia Rural, UFSM, Santa Maria-RS

⁴ Eng.^a Agrônoma, Doutoranda PPGA, UFSM, Santa Maria-RS

⁵ Eng.^o Agrônomo, Doutorando PPGA, UFSM, Santa Maria-RS

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A evapotranspiração é um componente do ciclo hidrológico de grande importância, e sua medida permite definir a quantidade de água a ser aplicada nos cultivos. A partir dos dados meteorológicos obtidos nas estações automáticas, muitos métodos podem ser utilizados para se estimar a evapotranspiração de referência. Portanto, o objetivo deste trabalho foi comparar os valores de evapotranspiração de referência resultantes da utilização do método de Penman-Monteith através do *software* ETo Calculator (dito padrão) com os obtidos com o programa PROCAL_ETo. E posteriormente com os métodos de Turc, Tanner e Pelton e, Jensen-Haise. Os dados meteorológicos foram obtidos do INMET, da estação de Cruz Alta-RS, para o período de janeiro a dezembro de 2013. A partir dos resultados observou-se que o programa PROCAL_ETo apresentou melhores valores de "r²" e RQME. Os métodos de Turc, Tanner e Pelton e, Jensen-Haise também apresentaram "r²" elevado, mas RQME superior a um. Neste estudo os dados manejados foram de um período curto, porém, cabe salientar que para o estudo de séries históricas o *software* ETo Calculator é mais apropriado, já o programa PROCAL_ETo torna-se cansativo, devido a necessidade de entrada de dados manualmente.

PALAVRAS-CHAVE: evapotranspiração de referência, métodos de estimativa, irrigação.

EVALUATION OF METHODS FOR ESTIMATING REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION IN CRUZ ALTA-RS

ABSTRACT: Evapotranspiration is a component of the hydrological cycle of great importance, and its measure can define the amount of water being applied to crops. From the meteorological data from automatic stations, many methods can be used to estimate reference evapotranspiration. Therefore, the aim of this work was to compare the values of reference evapotranspiration from the use of Penman-Monteith method through the ETo Calculator software (known as standard) with those obtained with the PROCAL_ETo program. And then with the methods of Turc, Tanner and Pelton, and Jensen-Haise. The meteorological data were obtained from INMET, Cruz Alta-RS station, for the period January to December 2013. From the results it was observed that the PROCAL_ETo program showed better values "r²" and RMSE. The methods Turc, Tanner and Pelton, and Jensen-Haise also showed "r²" high, but RMSE above one. In this study the managed data were from a short period, however, it is noted that for the study of the historical series ETo Calculator software is more appropriate, since the PROCAL_ETo program becomes tiresome, because the need to enter data manually.

KEYWORDS: reference evapotranspiration, estimation methods, irrigation.

INTRODUÇÃO: A evapotranspiração é um componente do ciclo hidrológico de grande importância, e sua medida permite definir a quantidade de água a ser aplicada nos cultivos. É significativo, portanto, a obtenção de dados climáticos regionais confiáveis visando às estimativas mais precisas da evapotranspiração e ao melhor aproveitamento das precipitações naturais no dimensionamento de sistemas de irrigação (SEDIYAMA, 1996). Sendo que, a partir dos dados obtidos nas estações automáticas, muitos métodos podem ser utilizados para se estimar o consumo de água pelas culturas. Atualmente, o termo evapotranspiração de referência (ET_o) tem a seguinte definição: é uma cultura hipotética, semelhante à grama, cujo modelo físico-matemático que a expressa é o de Penman-Monteith (considerado padrão), com parâmetros estabelecidos pela FAO (Allen et al., 1998). Embora tenha ótimo desempenho, o requerimento de um conjunto amplo de dados impõe obstáculos à sua difusão, uma forma de viabilizar a estimativa da evapotranspiração de referência pela metodologia de Penman-Monteith é usando recursos computacionais. Sendo assim, é importante que sejam realizados estudos locais visando a comparação de métodos de estimativa de ET_o, que possam ser utilizados em substituição ao método padrão, sem contudo afetar a precisão dessa estimativa. O objetivo deste trabalho foi comparar os valores de evapotranspiração de referência resultantes da utilização do método de Penman-Monteith através do *software* ET_o Calculator (dito padrão) com os obtidos com o programa PROCAL_ET_o. E posteriormente com os métodos de Turc, Tanner e Pelton e, Jensen-Haise.

MATERIAL E MÉTODOS: Para a realização das estimativas de evapotranspiração, utilizaram-se os dados meteorológicos obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia - INMET - estação Cruz Alta-RS, situado a 28°63'S de latitude, 53°6'W de longitude e a uma altitude de 472,5m, com clima subtropical. Os dados meteorológicos diários utilizados para a estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), correspondentes ao período de janeiro a dezembro de 2013, foram temperatura máxima do ar (T_{max}, °C); temperatura mínima do ar (T_{min}, °C); umidade relativa do ar (UR, %); velocidade média do vento a 2m de altura (U₂, m s⁻¹) e insolação (n, h d⁻¹). Estes dados foram inseridos no *software* ET_o Calculator Version 3.1 (FAO, 2009) para obtenção da evapotranspiração de referência, por meio da equação de Penman-Monteith (PM), e também para obter os valores de radiação solar no topo da atmosfera e o saldo de radiação. Outra metodologia testada foi a utilização do programa PROCAL_ET_o (SOUSA, 2012). Na sequência foram calculados a evapotranspiração pelos métodos de Turc, Tanner e Pelton e, Jensen-Haise. Após a obtenção dos dados da ET_o para os diferentes métodos, estes foram comparados tomando como referência o método de PM obtido pelo *software* ET_o Calculator. Foram construídos gráficos no *software* SigmaPlot 11.0 apresentando o coeficiente de determinação (r²). A estatística utilizada para avaliar o desempenho dos modelos foi a raiz do quadrado médio do erro (RQME) calculada por Janssen & Heuberger (1995) apud Maldaner et. al. (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A variação dos valores diários de ET_o estimados para o período de janeiro a dezembro de 2013 estão representados graficamente na Figura 1. A estimativa da ET_o tende a ser mais baixa durante os meses de inverno, tendo em vista que nessa época a umidade relativa do ar é mais elevada e a temperatura e a radiação solar são mais amenas. O menor valor da ET_o estimada pelo método PM ocorreu em junho (0,59 mm.dia⁻¹) no dia juliano 171 e o pico máximo no mês de dezembro (6,98 mm.dia⁻¹), dia juliano 358.

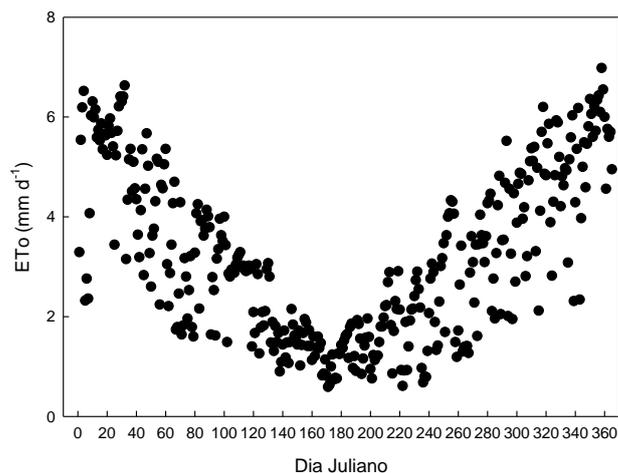


Figura 1 – Dados diários de estimativa da evapotranspiração de referência durante o período de janeiro a dezembro de 2013, para Cruz Alta-RS.

Na Figura 2 encontra-se graficamente representado o comportamento das estimativas da ETo entre os diversos métodos avaliados e o método padrão através do *software* ETo Calculator. O método que mais se aproximou da estimativa feita pelo *software* ETo Calculator foi quando utilizado o programa PROCAL_ETo, o qual também faz sua rotina de cálculos pela metodologia de PM, apresentando “r²” de 0,9313 e RQME de 0,5231, sendo assim o programa PROCAL_ETo indicado para a estimativa da ETo como alternativa para o cálculo por meio do método padrão. Sousa (2012) comparando as duas metodologias encontrou valores, quando não iguais, divergindo no máximo em 0,01 mm, semelhante aos resultados obtidos neste estudo. Referente ao ETo Calculator, este por se tratar de um *software* apresenta uma série de vantagens na sua utilização, visto que é possível importar os dados meteorológicos e com poucos procedimentos se obtêm a evapotranspiração. Porém, para o intervalo entre os dias julianos 126 e 156 não há dados de temperatura mínima, o que impossibilita o *software* de calcular a ETo, enquanto que o programa PROCAL_ETo consegue estimar a evapotranspiração nesta situação. O programa PROCAL_ETo se torna cansativo quando trabalha-se com série de dados, mas tem uma interface amigável, o que facilita a utilização por produtores e estudantes. Os métodos de Turc, Tanner e Pelton e, Jensen-Haise também apresentaram resultados satisfatórios, sendo encontrado “r²” de 0,8880, 0,9256 e 0,8667, e RQME de 1,0724, 1,8033 e 1,6270, respectivamente. Cunha et al. (2013) diz que, dentre os métodos estudados, Turc e Jensen-Haise apresentaram melhores resultados de estimativa da ETo para Chapadão do Sul-MS, e que o método de Tanner e Pelton não deve ser utilizado para a referida localidade, contrário ao obtido neste estudo. Fanaya Júnior et al. (2012) encontraram em sua pesquisa que os métodos de Turc e Jensen-Haise apresentaram desempenho “bom” para estimativas diárias em Aquidauana-MS. Conceição & Mandelli (2005) observaram por meio da avaliação de adequabilidade de métodos que empregam temperatura do ar e radiação solar como variáveis de entrada, comparando-os aos valores diários estimados pelo método padrão – FAO, para a região de Bento Gonçalves-RS, que os melhores resultados foram obtidos com os métodos que empregam a radiação global incidente como variável.

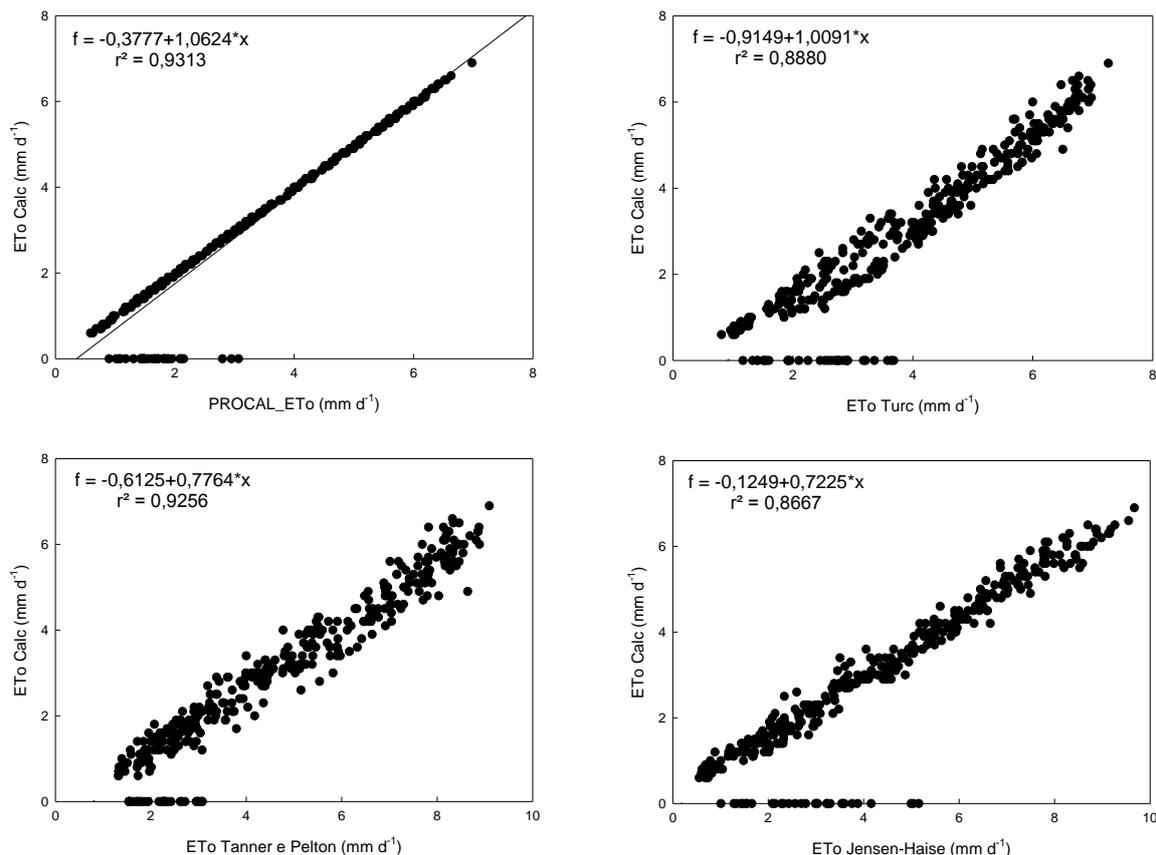


Figura 2- Comparação da evapotranspiração de referência obtida pelo *software* ETo Calculator (padrão) com o programa PROCAL_ETo, pelo método de Turc, por Tanner e Pelton e, por Jensen-Haise, respectivamente.

CONCLUSÕES: O programa PROCAL_ETo é indicado como alternativa para a estimativa da ETo em comparação ao método padrão. Os métodos de Turc, Tanner e Pelton e, Jensen-Haise também apresentaram resultados satisfatórios. Neste estudo os dados manejados foram de um período curto, porém, cabe salientar que para o estudo de séries históricas o *software* ETo Calculator é mais apropriado, já o programa PROCAL_ETo torna-se cansativo, devido a necessidade de entrada de dados manualmente.

REFERÊNCIAS:

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- CUNHA, F. F. da; MAGALHÃES, F. F.; CASTRO, M. A. de. Métodos para estimativa da evapotranspiração de referência para Chapadão do Sul – MS. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa - MG, v.21, n.2, março/abril 2013.
- FANAYA JÚNIOR, E. D.; LOPES, A. da S.; OLIVEIRA, G. Q. de; JUNG L. H. Métodos empíricos para estimativa da evapotranspiração de referência para Aquidauana, MS. **Irriga**, Botucatu, v.17, n.4, p.418-434, outubro - dezembro, 2012.
- FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **ETo Calculator**. Manual (38p) e software Version 3.1. 2009. Land and Water Digital Media Series Nº 36.
- MALDANER, I.C. et al. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1356-1361, ago. 2009.
- SEDIYAMA, G.C. Estimativa de evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.4, n.1, p.1-14, 1996.
- SOUSA, J. S. C. de. PROCAL_ETo: programa computacional para cálculo da ETo pelo método de Penman-Monteith. **Irriga**, Botucatu, Edição Especial, p.380-395, 2012.