



SOFTWARE PARA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

Igor Leonardo Nascimento Santos¹, Raimundo Rodrigues Gomes Filho², Clayton Moura de
Carvalho³, Manoel Valnir Júnior⁴, Leonaria Luna Silva de Carvalho⁵

RESUMO: O software EToCalc foi idealizado para facilitar a utilização dos dados das estações automáticas na obtenção da evapotranspiração de referência (ET_o). Além de calcular a ET_o pelo método de Penman-Monteith, considerado padrão, o software também calcula pelos métodos de Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani, Camargo, Linacre, Makkink, Jensen-Haise, Radiação Solar e Priestley & Taylor, determinando coeficiente de correlação e desempenho, facilitando a escolha de um método simplificado para locais onde não é possível obter todas as variáveis do método de Penman-Monteith. O software EToCalc se mostrou eficaz e não demonstrou erros para planilhas com até 365 dias de dados por vez. Para validação do software foi utilizado um banco de dados de um ano da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia localizada na cidade de Itabaianinha e seus resultados foram comparados com os softwares SMAI (Sistema para Manejo da Agricultura Irrigada) e ETo Calculator. O software EToCalc subestimou os resultados no intervalo testado em relação aos valores obtidos pelos softwares SMAI e ETo Calculator.

PALAVRAS-CHAVE: Penman-Monteith; SMAI; ETo Calculator.

SOFTWARE FOR DETERMINATION OF REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION

ABSTRACT: EToCalc software was designed to facilitate the use of automatic station data to obtain reference evapotranspiration (ET_o). In addition to calculating the ET_o by the Penman-Monteith method, the software also calculates by the methods of Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani, Camargo, Linacre, Makkink, Jensen-Haise, Solar Radiation and Priestley & Taylor, determining coefficient of correlation and performance, facilitating the choice of a simplified method for locations where it is not possible to obtain all the variables of the Penman-Monteith method. EToCalc software proved effective and did not demonstrate errors for spreadsheets with up to 365 days of data at a time. To validate the software, a one-year database was used of the automatic station of the National Meteorological Institute located in the city of Itabaianinha and its results were compared with the SMAI (Irrigated Agriculture Management System) and ETo Calculator software. The EToCalc software underestimated the results in the interval tested in relation to the values obtained by the SMAI and ETo Calculator software.

KEYWORDS: Penman-Monteith; SMAI; ETo Calculator.

¹ Engenheiro Agrícola, Mestrando em Recursos Hídricos, UFS, Sergipe. Igorsantos1993@gmail.com;

² Doutor em Engenharia Agrícola, Professor do DEAGRI, UFS, Sergipe. rrgomesfilho@hotmail.com;

³ Doutor em Engenharia Agrícola, professor do IFBA, Xique Xique, Bahia. cmcarvalho78@gmail.com;

⁴ Doutor em Engenharia Agrícola, Professor do IFCE – Campus Sobral, Ceará. e-mail: valnir@ifce.edu.br;

⁵ Mestre em Engenharia Agrícola, DENA/UFS, Ceará. leonarialuna@hotmail.com.



INTRODUÇÃO

O manejo da irrigação consiste em monitorar e quantificar, periodicamente, o consumo de água pelas plantas, levando em conta todo o balanço hídrico de seu sistema, ou seja, conhecer mais detalhadamente toda a entrada e saída de água do mesmo. Sua adoção poderá trazer benefícios como economia de água e energia, como também melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

A principal forma de saída da água no sistema isolado é a evapotranspiração, que é a quantificação da perda de água de uma superfície sob qualquer condição de umidade e cobertura com qualquer tipo de vegetação (Liang et al., 2009). Evapotranspiração de referência (ET_o) é um dos principais fatores a ser considerados no manejo da irrigação, pois esse fator estima bem a necessidade hídrica de uma cultura.

Atualmente a ET_o é normalmente calculada através de equações que utilizam dados climáticos obtidos por estações meteorológicas, tais equações surgiram devido a dificuldade de medir a evapotranspiração diretamente (Back, 2007). A FAO (*Food and Agriculture Organization*) propôs a metodologia de Penman-Monteith (Allen et al., 1998), essa utiliza um grande número de variáveis, se tornando assim a mais precisa e utilizada como referência. No entanto existem várias outras equações mais simples e com um número menor de variáveis climáticas que ainda são utilizadas devido à dificuldade da obtenção de todas as variáveis, com alguns testes pode-se determinar a melhor metodologia simplificada para uma região, possibilitando assim o uso de estações meteorológicas mais baratas.

Com isso, o objetivo foi criar um *software* com capacidade de calcular por diversos métodos a ET_o para fins práticos e acadêmicos, utilizando os dados de estações meteorológicas automáticas.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

O software foi desenvolvido no IDE do Delphi, um compilador de linguagem C++, a programação foi feita visando à utilização dos dados climáticos de estações meteorológicas automáticas, assim os cálculos levam em consideração as variáveis de temperatura, umidade do ar, ponto de orvalho, pressão, velocidade do vento e radiação solar.

Com essas variedades de variáveis é possível calcular a evapotranspiração a partir de diversos métodos, então foram escolhidas as metodologias de Penman-Monteith FAO-56, Blaney-Criddle, Hargreaves-Samani, Camargo, Linacre, Makkink, Jensen-Haise, Radiação Solar, Priestley & Taylor, descritas por Borges & Mendonça (2007), Fernandes et al. (2010),

Fanaya Júnior et al (2012) e Wanderley (2011).

Foram implementados ao software para efeito de comparação estatística dos métodos de estimativa de ETo com o método padrão de Penman Monteith, o coeficiente de correlação (r), o índice de concordância (d) desenvolvido por Willmott (1985) e índice “c” de desempenho.

O software foi criado para usar como principal entrada os dados provindos diretamente do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados obtidos devem ser transferidos para uma planilha, a mesma deve ser preenchida a partir da célula A1, como pode ser observado na Figura 1. A planilha deve ser salva em local da escolha do usuário.

Figura 1. Disposição dos dados na planilha



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pt
2		UTC	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.
3	07/12/2016	0	26.6	26.8	26.6	76	76	75	22.0
4	07/12/2016	1	26.5	26.6	26.5	76	76	75	21.9
5	07/12/2016	2	26.5	26.6	26.4	75	76	75	21.8
6	07/12/2016	3	26.5	26.5	26.4	75	75	75	21.8

Para escolher a planilha com os dados é utilizado o botão “Importar”, os dados serão dispostos na tabela e o local de origem dos dados no campo a cima. Em seguida o usuário deverá preencher a altura do anemômetro, a altitude do local e latitude, dados encontrados no site da INMET.

Posteriormente, clica no botão “Calcular”, o software separará os dados em matrizes e vetores por dias, que são determinados pela primeira coluna, que nos dados da INMET são horas, com isso serão calculadas as médias, mínimas e máximas e então os dados serão aplicados nas equações metodológicas implementadas, uma planilha será gerada expondo os resultados, como pode ser observada na Figura 2.

Figura 2. Exemplo de Planilha com resultados

A1 Dias										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Dias	PenmanM	BlannetCr	Hargreave	Camargo	Linacre	Makkink	JensenHa	RadiacaoS	PriestleyT
2	12/07/2016	4,45	2,361	3,6	4,982	4,111	4,294	7,268	3,114	5,609
3	12/08/2016	4,409	2,354	3,578	5,005	4,188	4,242	7,164	3,048	5,557
4	12/09/2016	4,573	2,377	3,01	5,007	4,228	4,431	7,458	3,268	5,765
5	12/10/2016	4,551	2,388	3,261	5,026	4,299	4,412	7,425	3,258	5,736
6	12/11/2016	4,496	2,358	3,562	5,03	4,134	4,327	7,313	3,139	5,668
7	12/12/2016	4,452	2,331	3,345	5,032	4,121	4,274	7,215	3,058	5,612
8	Total	26,93139	14,16882	20,3558	30,08168	25,0809	25,9807	43,84222	18,88568	33,94713
9	r	0	0,747137	0,812848	0,268345	0,656657	0,990909	0,986958	0,966712	1
10	d	0	0,046428	0,07224	0,16315	0,261143	0,479319	0,036839	0,075294	0,086721
11	c	0	0,034688	0,05872	0,043781	0,171482	0,474962	0,036359	0,072788	0,086721

Na planilha estarão dispostos os resultados das metodologias disponíveis em sequência de colunas, abaixo do nome das metodologias estarão dispostos os resultados das mesmas em linhas com a data de referência na primeira coluna e na última linha estará a soma das ETo's calculadas nesse período.

Para comprovar a eficiência do *software* foi feito um teste de comparação com dois *softwares* que já são utilizados no mercado, o SMAI (Feitosa et al., 2014), *software* brasileiro desenvolvido pela área de hidráulica e irrigação na UNESP Ilha Solteira e o ETo Calculator (Raes & Munoz, 2009) desenvolvido pela FAO. O teste consistiu em calcular a evapotranspiração nos três *softwares*, os dados foram obtidos no site do INMET na estação meteorológica automática de Itabaianinha no período de 16 de março de 2017 a 14 de março de 2018. Os resultados foram organizados em uma planilha e então comparados, foi realizada a soma de todos os resultados, onde foi alcançado o valor de 1684,3 mm no EToCalc, 1745,1 mm no ETo Calculator (FAO) e 1776,2 mm no SMAI, o que se resulta numa diferença de aproximadamente 3,5% a menos se comparado com o ETo Calculator e aproximada 5,2 % se comparado a SMAI.

Foram plotados dois gráficos que comparavam os resultados do EToCalc aos dos outros dois softwares e calculado o coeficiente de determinação (R^2) (Figura 3).

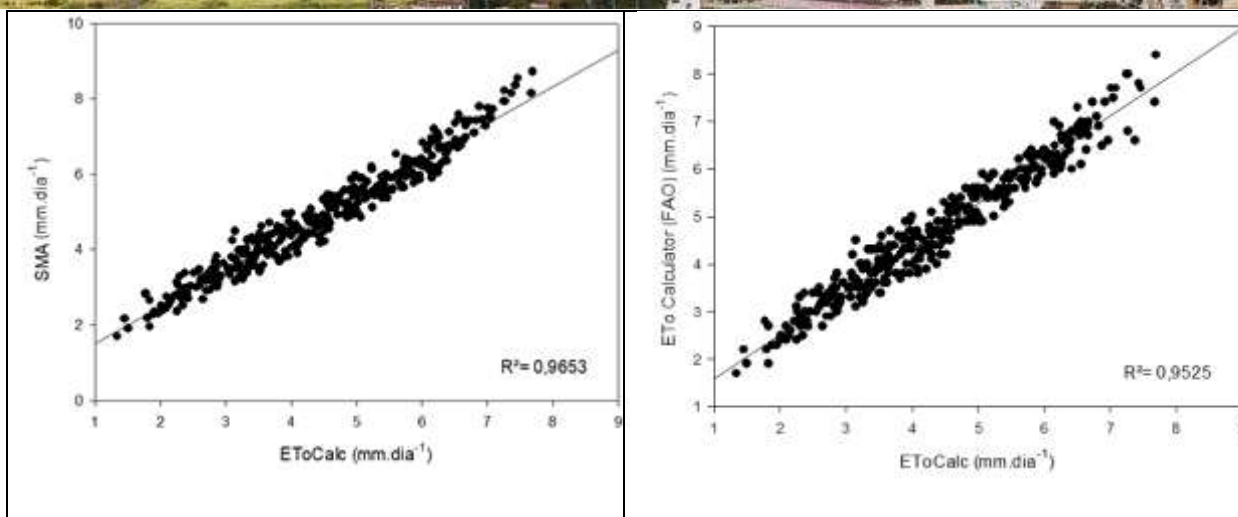


Figura 3. Comparação dos resultados do software ETToCalc com SMAI e ETo Calculator (FAO).

Em relação a Figura 4, foi possível notar a alta correlação entre os softwares, o coeficiente de correlação (R^2) obtido na comparação entre o ETToCalc e o SMAI foi de 0,9653 e entre o ETToCalc e o ETo Calculator foi de 0,9525.

CONCLUSÕES

O software ETToCalc se mostrou eficaz e não demonstrou erros para planilhas com até 365 dias de dados por vez, portanto pode ser utilizado para calcular a evapotranspiração para fins acadêmicos e práticos.

O *software* ETToCalc teve uma eficiência muito boa comparado aos softwares já utilizados no meio acadêmico, porém ele subestimou os resultados de evapotranspiração de referência quando comparados com os softwares ETo Calculator e SMAI.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G. PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 301p. (Irrigation and drainage paper, 56).

BACK, A. J. Desempenho de métodos empíricos baseados na temperatura do ar para a estimativa da evapotranspiração de referência em Urussanga, SC. **Irriga**, v. 13, n.4, p. 449-466, 2008.

BORGES, A. C. de; MENDIONDO, E. M. Comparação entre equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência na Bacia do Rio Jacupiranga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 293-300, 2007.



FANAYA JÚNIOR, E. D.; LOPES, A. S.; OLIVEIRA, G. Q.; JUNG, L. H. Métodos empíricos para estimativa da evapotranspiração de referência para Aquidauana, MS. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 418-434, 2012.

FEITOSA, D. G.; MARIANO, J. C. Q.; HERNANDEZ, F. B. T.; SANTOS, G. O.; TEIXEIRA, A. H. C. Software SMAI 2.0 para estimativa da evapotranspiração de referência diária e horária. In: CONIRD - Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 24, 2014, Brasília. **Anais do XXI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**. Brasília-DF: ABID, p.1-6, 2014. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/Conird_2011/MARIANO.pdf>. Acesso em: 29 de março de 2017.

FERNANDES, D. S. F. HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L. da; AMORIM, A. O. **Evapotranspiração: uma revisão sobre os métodos empíricos**. Embrapa Arroz e Feijão, Documentos 263, 44p. 2010.

LIANG, L.; Li, L.; Liu, Q. Temporal variation of reference evapotranspiration during 1961–2005 in the Taoer River basin of Northeast China. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.150, n.2, p.298-306. 2009.

RAES, D; MUNOZ, G. The ETo Calculator. **Reference Manual Version**, v. 3, 2009.

WANDERLEY, H. S. Comparação de diferentes métodos de estimativa diária da evapotranspiração de referência para a região de Uberaba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 337-343, 2011.

WILLMOTT, C. J. On the validation of models. **Physical Geography**, v.2, p.184-194, 1985.