

ARTIGO TÉCNICO

SOFTWARE PARA CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA DIÁRIA PELO MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH¹

J.C.Q. MARIANO²; F.B.T. HERNANDEZ³; G.O. SANTOS⁴, A.H.C. TEIXEIRA⁵

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo apresentar um *software* que automatiza e simplifica o cálculo da Evapotranspiração de Referência diária pelo método *PENMAN-MONTEITH* de forma a facilitar e padronizar a obtenção direta dos dados para o manejo da irrigação. O cálculo da evapotranspiração exige um alto nível de abstração em suas etapas e um conhecimento técnico mais específico. O *software* pode ser usado como uma ferramenta de auxílio para pesquisa e extensão desenvolverem seus trabalhos. O usuário tem a possibilidade de calcular a evapotranspiração diária individualmente ou em lote.

Palavras-chave: Aplicativo; Manejo da irrigação; Climatologia.

SOFTWARE TO ESTIMATE OF THE DAILY EVAPOTRANSPIRATION PENMAN-MONTEITH

ABSTRACT: This paper aims to present a software that automates and simplifies the calculation of daily reference evapotranspiration by Penman-Monteith method to facilitate and standardize the data obtained directly for irrigation management. The calculation of the evapotranspiration demands a high level of abstraction in their steps and a more specific technical knowledge. The software can be used as a tool to help develop their research and extension work. The user has the possibility to calculate daily evapotranspiration individually or in batches.

Keywords: Application; Irrigation management; Climatology..

INTRODUÇÃO

¹ Trabalho desenvolvido com apoio financeiro da FAPESP (Projeto 09/52467-4, Modelagem da produtividade da água em bacias hidrográficas com mudanças de uso da terra).

² Analista de Sistema, Bolsista FAPESP UNESP Ilha Solteira. Caixa Postal 34, CEP 15.3850-000. e-mail: jeanquaresma@agr.feis.unesp.br

³ Professor Titular, DEFERS, UNESP Ilha Solteira-SP.

⁴ Engenheiro Ambiental e Mestrando em Sistemas de Produção UNESP Ilha Solteira-SP.

⁵ Engenheiro Agrônomo e Pesquisador da Embrapa Semi árido

ARTIGO TÉCNICO

A evapotranspiração é a forma pela qual a água da superfície terrestre passa para a atmosfera no estado de vapor, tendo papel importantíssimo no ciclo hidrológico em termos globais. Esse processo envolve a evaporação da água de superfícies de água livre (rios, lagos, represas, oceano, etc), dos solos e da vegetação úmida (que foi interceptada durante uma chuva) e a transpiração dos vegetais.

Para suprir essa perda de água das plantas para atmosfera é necessário repor esta água ao solo a fim de garantir um bom desenvolvimento das culturas, de forma natural (chuva) ou artificial (irrigação).

Entre os métodos disponíveis para se determinar a evapotranspiração de referência, base para se estimar a evapotranspiração das culturas, a UNESP Ilha Solteira através da Área de Hidráulica e Irrigação utiliza o método Penman-Monteith (ET_o-PM) (ALLEN, 1998), também a equação utilizada no software proposto.

De acordo Santos, Hernandez e Rossetti (2010) a estimativa da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith, permite ao irrigante determinar o quanto e quando irrigar sua cultura, possibilitando assim fazer o uso racional da água. A UNESP Ilha Solteira disponibiliza gratuitamente as variáveis agroclimáticas diárias coletadas na região noroeste paulista de agosto de 1991 através do canal CLIMA que pode ser acessado pela URL <http://clima.feis.unesp.br>, incluindo a estimativa da evapotranspiração de referência.

Assim, este artigo tem como objetivo divulgar e colocar a disposição dos interessados um *software* capaz realizar a estimativa da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith, em valores diários ou em lote, automatizando e otimizando este trabalho.

DESCRIÇÃO DO ASSUNTO

O *software* foi desenvolvido para automatizar o processo da estimativa da evapotranspiração de referência FAO pelo método de Penman-Monteith (Equação 1), com a possibilidade de cálculo individual (Figura 1) ou em lote (Figura 2). Na opção individual, o usuário adiciona os dados manualmente e em lote é possível importar um arquivo já existente ou informar os dados linha a linha em uma espécie de *grid*.

Para efetuar o cálculo da evapotranspiração é necessário informar uma quantidade mínima de fatores de localização e dados climáticos, como: latitude (graus, radianos), altitude (metros), data, temperatura do ar mínima e máxima, umidade relativa do ar mínima e máxima, velocidade do vento, altura do anemômetro, radiação global, radiação líquida, fluxo de calor e pressão atmosférica.

ARTIGO TÉCNICO

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (1)$$

Onde:

ET_o = Evapotranspiração de referência (mm.dia⁻¹) (Allen et al, 1998);

R_n = Radiação líquida (MJ.m².dia⁻¹);

G = Densidade do fluxo de calor do solo (MJ.m².dia⁻¹);

T = Temperatura média do ar (°C);

u_2 = Velocidade média do vento à altura de 2 m (m.s⁻¹);

e_s = Pressão do vapor de saturação (KPa);

e_a = Pressão atual do vapor de água (KPa);

Δ = Declive da curva da pressão do vapor (KPa.°C⁻¹);

γ = Constante psicrométrica (KPa.°C⁻¹).

O *software* foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação C#, também escrito como C# ou C *Sharp* (em português lê-se "cê charp"), é uma linguagem de programação orientada a objetos, desenvolvida pela Microsoft como parte da plataforma .NET. A sua sintaxe orientada a objetos foi baseada no C++ mas inclui muitas influências de outras linguagens de programação, como *Object Pascal* e Java e o requisito mínimo para se instalar o *software* é um computador com Sistema Operacional Windows XP ou superior e NET *Framework* 4.



Figura 1. Processamento individual.

ARTIGO TÉCNICO

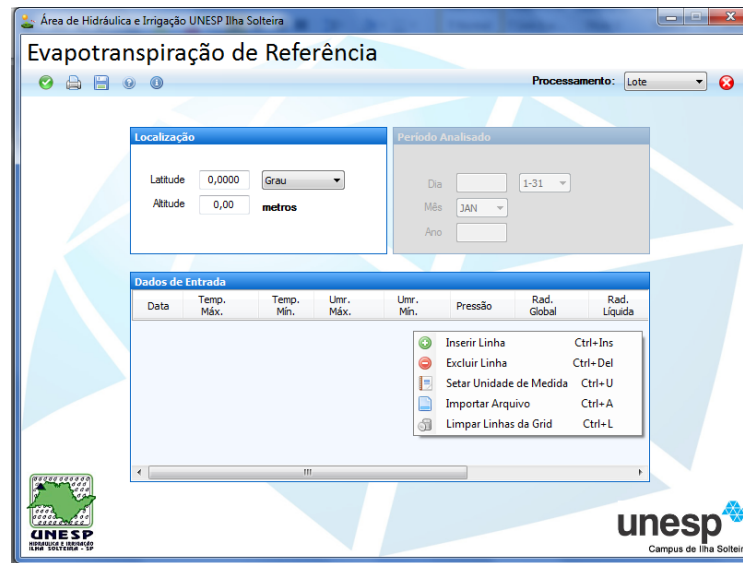


Figura 2. Processamento em lote.

O tipo de processamento pode ser escolhido no canto superior direito onde se tem um *combobox* com as opções “Individual” ou “Lote”. No processamento Individual o usuário tem a opção de escolher a unidade de medida das variáveis agroclimáticas antes de se iniciar o cálculo da evapotranspiração de referência.

Por padrão caso o usuário não escolha nenhuma unidade de medida adota-se: temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), umidade máxima (%), umidade mínima (%), velocidade do vento (m/s), altura do anemômetro (metros), radiação global ($\text{MJ.m}^2.\text{dia}^{-1}$), radiação líquida ($\text{MJ.m}^2.\text{dia}^{-1}$), fluxo de calor e pressão atmosférica (KPa).

Se por um acaso o usuário escolher outro tipo de unidade de medida o sistema automaticamente converte as unidades para as que foram citadas acima antes de efetuar o cálculo da evapotranspiração. Independente do tipo de processamento dos dados é fundamental o usuário informar a data.

O processamento em lote é possível estimar a evapotranspiração em um período superior há um dia. Neste modo temos um sub-menu que é possível realizar as operações citadas abaixo:

- Inserir Linha: Insere uma linha no *grid* para que o usuário possa informar as variáveis agroclimáticas.
- Excluir Linha: Exclui uma determinada linha selecionada no *grid*.

ARTIGO TÉCNICO

- Setar Unidade de Medida: Este item abre ao usuário um formulário para que o mesmo escolha a unidade de medida de cada variável agroclimática representado na Figura 3.
- Importar Arquivo: Opção que permite o usuário escolher um determinado arquivo contendo os dados agroclimáticos.
- Limpar Linhas da *Grid*: Limpa todas as linhas contidas na *grid*.

O formulário 'Unidade de Medida' apresenta os seguintes campos de configuração:

- Temperatura:
- Umidade:
- Velocidade do Vento:
- Radiação Global:
- Radiação Líquida:
- Fluxo Calor:
- Pressão:
- Altura Anemômetro: metros

Figura 3. Formulário Unidade de Medida.

Esta ferramenta tem como alvo principal os pequenos produtores que muitas das vezes sentem-se carentes por falta de conhecimento técnico para efetuar o manejo correto de suas culturas. Com está ferramenta, o produtor poderá simplificar o processo da estimativa da evapotranspiração informando apenas os dados agroclimáticos e o software que fará todos os procedimentos cabíveis auxiliando na tomada de decisão correta de quando e quanto irrigar, racionalizando o uso da água. Para o meio científico padronização de processos, para título de comparação entre outros métodos de evapotranspiração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

ARTIGO TÉCNICO

O *software* proposto é mais uma ferramenta para o manejo da agricultura irrigada, extremamente útil para usuários de locais que disponham de informações climáticas, mas não da evapotranspiração de referência, e que poderá ser obtida de forma simplificada possibilitando o uso adequado da água para irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. V.4, no.3, p.142-149, 2010.

UNESP - **Área de Hidráulica e Irrigação**. Canal Clima. Disponível em: <http://clima.feis.unesp.br>. Acesso em: 29 mar. 2011.