

PLANILHA ELETRÔNICA PARA O CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO PELO MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH

DANILO A. B. SILVA¹, WILIAN DA S. RICCE², PAULO H. CARAMORI³

¹Cientista da Computação, Especialista, Agroconsult Ltda., Londrina – PR, daniloaugusto@gmail.com. ²Eng. Agrônomo, Doutorando, Pesquisador, Agroconsult Ltda., Londrina – PR. ³ Eng. Agrônomo, PhD., Pesquisador, Agrometeorologia, IAPAR, Londrina – PR.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de julho de 2011 – SESC, Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de uma planilha eletrônica que realiza o cálculo de evapotranspiração pelo método de Penman-Montheit. O cálculo envolve diversas etapas e o seu desenvolvimento através de uma planilha facilita aos usuários sua utilização, visualização das fórmulas e possibilidade de criação de outros gráficos e cálculos derivados dos dados disponibilizados pela planilha. A planilha também agrupa os dados de entrada diários para o formato decendial e mensal, que são muito utilizados para análises. Os resultados exibidos na planilha são os valores tabulados e gráficos pré-definidos das principais variáveis de entrada e do cálculo de evapotranspiração.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração, Penman-Montheit.

SPREADSHEET FOR THE CALCULATION OF EVAPOTRANSPIRATION BY PENMAN-MONTEITH

ABSTRACT: The objective was to develop a spreadsheet that performs the calculation of evapotranspiration by Penman-Montheit. The calculation involves several steps and its development through a spreadsheet makes it easy for users to use, display of formulas and the possibility of creating other graphics and calculations derived from data provided by the spreadsheet. The spreadsheet also groups the input data daily for ten days and monthly format, which are widely used for analysis. The results displayed in the spreadsheet are the values tabulated and graphs of the main pre-defined input variables and calculation of evapotranspiration.

KEYWORDS: Evapotranspiration, Penman-Montheit.

INTRODUÇÃO: O balanço hídrico refere-se à estimativa de água armazenada no solo, disponível para as culturas agrícolas. Este cálculo necessita de variáveis meteorológicas, fitotécnicas e de solo. Embora o cálculo seja razoavelmente simples, a complexidade encontra-se na estimativa da evapotranspiração de referência (ET₀) – principal parâmetro de entrada. A ET₀ refere-se à soma dos índices de evaporação e transpiração, não sendo possível determiná-las separadamente.

Durante a história da agrometeorologia, inúmeras estimativas de evapotranspiração foram criadas. Considerada uma das mais completas, a estimativa de Penman-Monteith necessita das informações de radiação solar, radiação no topo da atmosfera (dado astronômico), temperatura mínima e máxima, pressão, umidade relativa, velocidade do vento, latitude e altitude da estação meteorológica.

MATERIAL E MÉTODOS: Para o cálculo de evapotranspiração foi utilizada a planilha eletrônica Microsoft Excel 2007. Nela foram utilizados os recursos de tabela dinâmica, fórmulas, gráficos e funções pré-definidas.

Para testar os resultados apresentados foram inseridos dados meteorológicos da estação meteorológica de Londrina-PR no ano de 2010.

A seguir é apresentada equação para a estimativa de evapotranspiração diária segundo o modelo de Penman-Monteith parametrizada pela FAO (ALLEN et al., 1998):

$$etp = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{(T + 273)} U_2 (es - ea)}{(\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2))}$$

Onde,

Δ = declividade da curva de pressão de vapor de água à temperatura do ar (kPa/°C),

Rn = radiação líquida na superfície (MJ/m²d),

G = balanço de fluxo de calor no solo – considerado nulo,

γ = constante psicométrica (kPa/°C),

T = temperatura média do ar (°C),

U₂ = velocidade do vento a 2m de altura (m/s),

es = tensão de saturação de vapor (kPa),

ea = tensão parcial de vapor (kPa).

Para um melhor entendimento e visualização da fórmula acima descrita, é apresentado a seguir um esquema que relaciona as informações necessárias à definição das variáveis envolvidas na equação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Preenchendo os dados da estação e dos dados meteorológicos diários é realizado o cálculo de evapotranspiração diário que então é agrupado para gerar os gráficos decendiais e mensais. Para ajudar na análise também são gerados automaticamente gráficos de temperatura, radiação solar, precipitação, velocidade do vento e umidade relativa.

Data	Dia Juliano	Bissexto	Declinação Solar	Distância Relativa Terra-Sol	Angulo horário do pôr do sol	Radiação Solar no topo da atmosfera	Duração do dia	Radiação Solar calculada (se não existir)	Calor latente de vaporização	Constante Psicométrica	Declividade da curva de pressão de saturação de vapor	Pressão de Saturação de Vapor
01/01/2010	001	0	-0,4016487	1,032995	1,386839	23,94177225	10,59467	21,88859	2,44436	0,006288975	0,17900614	2,9839175
02/01/2010	002	0	-0,4002333	1,03298	1,387571	23,98856215	10,60026	14,67473	2,44672	0,006290897	0,16983649	2,8094376
03/01/2010	003	0	-0,3986993	1,032956	1,388362	24,03903747	10,60631	23,27861	2,442472	0,00631384	0,18663921	3,1302352
04/01/2010	004	0	-0,3970472	1,032922	1,389214	24,09317294	10,61281	19,57748	2,441056	0,006319504	0,19254237	3,2440422
05/01/2010	005	0	-0,3952774	1,032878	1,390124	24,15094134	10,61977	11,41322	2,444596	0,006296363	0,17807079	2,9660542
06/01/2010	006	0	-0,3933904	1,032824	1,391093	24,21231345	10,62717	19,30952	2,443652	0,006285466	0,1818371	3,0380717
07/01/2010	007	0	-0,3913869	1,032761	1,39212	24,27725807	10,63502	15,98939	2,443416	0,006290072	0,18278909	3,0563127
08/01/2010	008	0	-0,3892674	1,032688	1,393205	24,34574203	10,6433	16,2071	2,444832	0,006297087	0,17713956	2,9482843
09/01/2010	009	0	-0,3870326	1,032605	1,394346	24,41773021	10,65202	9,185839	2,446956	0,006294949	0,16894174	2,7924898
10/01/2010	010	0	-0,3846831	1,032512	1,395543	24,49318553	10,66117	11,7984	2,447192	0,006292345	0,16805096	2,7756312

Figura 2. Parte da planilha responsável por realizar o cálculo da ET0

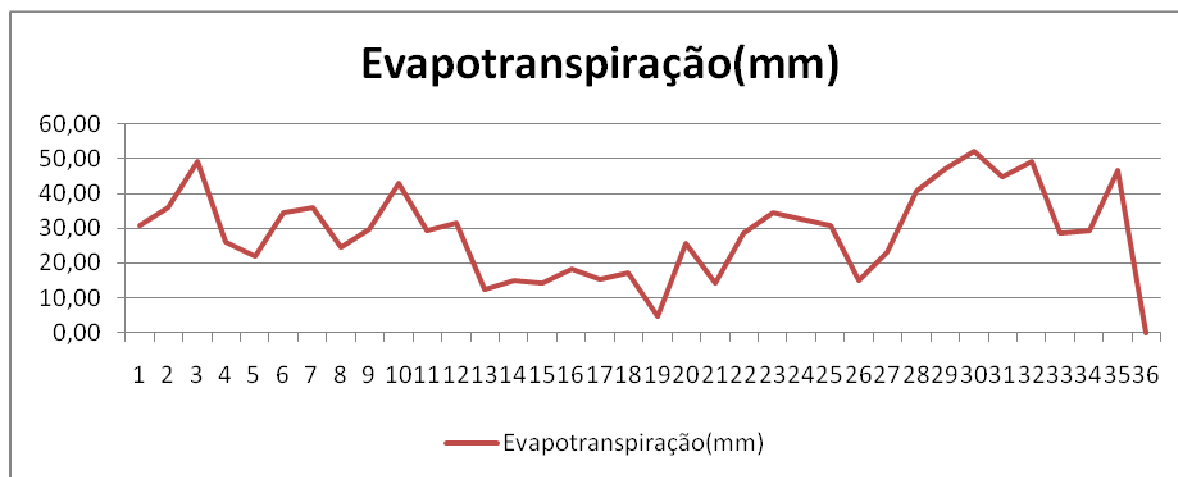


Figura 3. Exemplo de gráfico decendial gerado automaticamente

A planilha desenvolvida está disponível gratuitamente para download no site www.sgaiapar.com.br

CONCLUSÕES:

As planilhas eletrônicas são uma importante ferramenta para trabalhar com grandes quantidades de dados, sendo possível através de tabelas dinâmicas agrupar os dados em diferentes intervalos de tempo e facilmente criar gráficos. O cálculo de evapotranspiração através de uma planilha permite a pesquisadores, técnicos, estudantes um potente recurso e de fácil manipulação e acesso para estudos e análises.

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