

www.cbagro2023.com.br

03 a 06 de Outubro de 2023 | Natal - RN



CBAGRO 2023

**XXII Congresso Brasileiro
de Agrometeorologia**

VI ECLIM | X RLA

ANAIS 2023

A Agrometeorologia e a Agropecuária: Adaptação às Mudanças Climáticas

Promoção



Realização



Patrocínio



Apoio



PLANILHA PARA CÁLCULO DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO E BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL

Edson Carlos Hitoshi Yamamoto ¹; **Alexandrius de Moraes Barbosa** ²

¹Discente. Presidente Prudente, São Paulo.. Universidade do Oeste Paulista ? Unoeste Clima: Centro de Monitoramento e Estudos Climáticos e de Previsão do Tempo; ²Docente. Presidente Prudente, São Paulo.. Universidade do Oeste Paulista ? Unoeste Clima: Centro de Monitoramento e Estudos Climáticos e de Previsão do Tempo

RESUMO

A determinação da evapotranspiração de referência e o balanço hídrico sequencial é de grande importância no planejamento e monitoramento agrometeorológico. No entanto, o uso dessas informações têm sido pouco utilizadas devido à complexidade dos cálculos. Portanto, a elaboração de planilhas eletrônicas para cálculo da evapotranspiração e do balanço hídrico facilita ao acesso dessas informações, contribuindo para a maximização da produção agropecuária com melhor conservação dos recursos naturais. O objetivo do trabalho foi elaborar uma planilha automática para cálculo da evapotranspiração de referência e/ou de cultura e do balanço hídrico sequencial. A planilha foi desenvolvida utilizando-se da ferramenta do Microsoft Excel 365® e foi organizada em três partes: (i) tela principal; (ii) dados de entrada; (iii) resultados e figuras. Foram utilizadas três metodologias para o cálculo da evapotranspiração (Thornthwaite-Modificado; Priestley e Taylor; e Penman-Monteith FAO-56. A planilha para cálculo da evapotranspiração e do balanço hídrico sequencial permitirá o acesso a informações agrometeorológicas de grande importância, contribuindo para um melhor manejo e planejamento agropecuário. Ainda, o usuário terá a possibilidade de escolher o melhor método para cálculo da evapotranspiração de referência e de cultura em função da disponibilidade de dados meteorológicos.

PALAVRAS-CHAVE: Água Disponível; Radiação Solar; Precipitação; Déficit Hídrico;

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração de referência (E_{To}) é a perda de água por evaporação e transpiração de uma área extensa com vegetação de porte baixo que cobre completamente a superfície do solo, em crescimento ativo e sem restrição hídrica (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017). A E_{To} é utilizada em diversos estudos agrometeorológicos, tais como em modelos de produção, zoneamentos agroclimáticos, no manejo e no dimensionamento de sistemas de irrigação, sendo também, um importante parâmetro para elaboração do balanço hídrico (CONCEIÇÃO, 2006).

Através do balanço hídrico climatológico de Thornthwaite e Mather (1955) é possível determinar o regime hídrico de um local sem a necessidade de medidas diretas das condições do solo. Para a sua elaboração deve-se definir o armazenamento máximo no solo (CAD, Capacidade de Água Disponível), a medida de precipitação e a estimativa da evapotranspiração. Com essas informações é possível calcular a deficiência e o excedente hídrico de cada período avaliado (PEREIRA, 2005).

O balanço hídrico climatológico é mais frequentemente utilizado em escala mensal, no entanto, o balanço hídrico também pode ser utilizado para o acompanhamento de água no solo e tempo real, sendo que este tipo de balanço recebe o nome de balanço hídrico sequencial e pode ser elaborado em escala menores (diária, semanal, decendial) (THORNTHWAITE; MATHER, 1955; PEREIRA et al., 2007).

Dessa maneira a determinação da evapotranspiração de referência e do balanço hídrico sequencial é de grande importância no planejamento e monitoramento agrometeorológico, no entanto, essas informações não têm sido utilizadas com frequência em estudos de sistemas agropecuários, e principalmente, no dia a dia das propriedades rurais, em função dos complexos cálculos. Portanto, a elaboração de planilhas eletrônicas para cálculo da evapotranspiração e do balanço hídrico facilita ao

acesso dessas informações, contribuindo para a maximização da produção agropecuária com melhor conservação dos recursos naturais.

OBJETIVOS

O objetivo do trabalho foi elaborar uma planilha automática para cálculo da evapotranspiração de referência e/ou de cultura e do balanço hídrico sequencial.

MATERIAL E MÉTODOS

A "Planilha para Cálculo de Evapotranspiração e Balanço Hídrico Sequencial Versão 2023.01" foi desenvolvida utilizando-se da ferramenta do Microsoft Excel 365®. O usuário poderá utilizar os dados de duas maneiras: Ano Comum (01 de janeiro a 31 de dezembro) ou Ano Safra (01 de julho a 30 de junho do ano subsequente). A planilha foi organizada em três partes: (i) tela principal; (ii) dados de entrada; (iii) resultados.

Tela principal e dados de entrada

Na tela principal, o usuário deverá inserir os seguintes dados: localidade, latitude, capacidade de água disponível do solo (CAD, mm), temperatura média anual histórica do local (°C), altitude (m), parâmetro de Priestley e Taylor e os valores do coeficiente de cultura (Kc) mensal caso o usuário opte por calcular a evapotranspiração de cultura (ETc).

Figura 1: Imagem da tela principal da planilha para cálculo da evapotranspiração e balanço hídrico.

Na tela dados de entrada (Figura 2), o usuário deverá inserir os valores diários conforme o período selecionado (ano comum ou ano safra), dos seguintes parâmetros: temperatura máxima, mínima e média (°C); precipitação (mm); umidade relativa média (%); velocidade do vento (m/s) e radiação solar global (MJ m⁻²).

Data	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Média	Precipitação	Umidade	Velocidade Vento (m/s)	Radiação Solar (MJ/m ² /dia)	Clique Aqui para voltar ao Menu
01/01/2022	32,5	21,2	26,2	0,0	53,2	0,3	23,6	
02/01/2022	32,1	22,9	26,5	19,2	53,5	0,6	20,9	
03/01/2022	33,8	22,6	26,9	0,0	54,1	0,3	22,0	
04/01/2022	32,1	22,8	25,7	4,4	56,6	0,9	15,4	
05/01/2022	33,0	22,2	26,3	3,2	55,6	0,7	17,5	
06/01/2022	32,1	21,6	24,7	22,6	57,0	0,2	16,8	
07/01/2022	29,1	21,6	24,8	0,0	56,7	1,6	16,8	
08/01/2022	30,8	19,6	24,8	0,0	58,0	1,8	21,1	
09/01/2022	30,0	19,2	23,5	0,0	56,9	2,1	18,4	
10/01/2022	31,8	18,4	23,4	2,6	58,3	1,3	25,2	
11/01/2022	30,3	19,2	23,8	0,0	60,1	0,7	24,1	
12/01/2022	28,2	19,3	23,3	5,8	63,3	0,5	14,2	
13/01/2022	29,4	21,7	25,1	0,6	68,8	0,6	15,2	
14/01/2022	34,1	23,2	27,6	17,6	65,3	0,7	23,1	
15/01/2022	34,1	23,6	28,4	0,2	68,8	0,4	19,2	

Figura 2: Imagem da tela de inserção de dados para cálculo da evapotranspiração e balanço hídrico.

Cálculos de evapotranspiração de referência e balanço hídrico

Para o cálculo da evapotranspiração de referência, foram consideradas três metodologias, quem podem ser utilizadas conforme as variáveis meteorológicas disponíveis ao usuário: método de Penman-Monteith FAO-56 (ALLEN et al., 1998), método de Priestley e Taylor (1972) e método de Thornthwaite-Modificado (CAMARGO et al., 1999). As equações utilizadas no estudo foram realizadas conforme Fernandes et al., (2010). Caso o usuário insira os valores do coeficiente de cultura, a planilha irá calcular a evapotranspiração de cultura ($ET_c = ET_o * K_c$).

Para o cálculo do balanço hídrico sequencial foi utilizada a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955) de acordo com Pereira (2005) considerando os três métodos de ET_o mencionados acima.

Resultados e Figuras

Os dados finais foram organizados em decêndios, sendo considerada a média do período para os parâmetros de temperatura, velocidade do vento, umidade relativa e radiação, e a soma do período para a precipitação e evapotranspiração de referência e/ou de cultura.

Na tela resultados, o usuário poderá observar os dados referentes ao cálculo do balanço hídrico conforme as três metodologias de ET_o utilizadas no trabalho. O usuário poderá observar a Figura do balanço hídrico sequencial em decêndios, em que, a área vermelha representa o déficit hídrico (mm) e a área azul o excesso hídrico (mm) Figura X. Ainda, o usuário poderá observar a Figura da ET_o diária (mm), que representa a média do decêndio.

O acesso a planilha pode ser solicitado através do e-mail clima@unoeste.br.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da planilha o usuário poderá ter acesso a informações de evapotranspiração e balanço hídrico sequencial organizados em decêndios (Figura 3). Ainda, já será gerado os valores acumulados do déficit e do excesso de água para o período em estudo. Outra vantagem, é que a planilha permite o usuário escolher o método de cálculo da evapotranspiração (Thornthwaite-Modificado; Priestley e Taylor; e Penman-Monteith FAO-56) em função dos dados meteorológicos disponíveis.

Unoeste Clima – Centro de Monitoramento e Estudos Climáticos e de Previsão do Tempo – Universidade do Oeste Paulista – Presidente Prudente/SP

Planilha para Cálculo de Evapotranspiração e Balanço Hídrico

Metodos: Penman-Monteith | Thornthwaite | Priestley & Taylor
Autores: Dr. Alexandrius de Moraes Barbosa | Esp. Edson Carlos Hitoshi Yamamoto

Unoeste **Unoeste**

Método Penman-Monteith

Local:	Presidente Prudente	DEC	ETP	K _c	P	E _{to}	P-E _{to}	NAC	APM	ALT	E _{tr}	E _{tr} /E _{to}	Def	E _{xc}
Altitude:	400,00	JAN	44,5	1,0	52,0	44,5	7,5	0,0	60,0	0,0	44,5	1,0	0,0	7,5
Precipitação Anual:	1743,90	FEB	38,4	1,0	83,2	38,4	44,8	0,0	60,0	0,0	38,4	1,0	0,0	44,8
Déficit Anual:	-174,51	MAR	43,9	1,0	174,6	43,9	130,7	0,0	60,0	0,0	43,9	1,0	0,0	130,7
Excesso Anual:	616,82	ABR	41,9	1,0	79,8	41,9	37,9	0,0	60,0	0,0	41,9	1,0	0,0	37,9
		MAI	47,0	1,0	25,4	47,0	-21,6	-21,6	41,8	-18,2	43,6	0,9	-3,5	0,0
		JUN	31,5	1,0	99,7	31,5	68,2	0,0	60,0	18,2	31,5	1,0	0,0	50,0
		JUL	35,3	1,0	32,6	35,3	-2,7	-2,7	57,3	-2,7	35,3	1,0	-0,1	0,0
		AGO	34,0	1,0	62,2	34,0	28,2	0,0	60,0	2,7	34,0	1,0	0,0	25,5
		SET	37,3	1,0	58,0	37,3	20,7	0,0	60,0	0,0	37,3	1,0	0,0	20,7
		OUT	35,6	1,0	30,2	35,6	-5,4	-5,4	54,8	-5,2	35,4	1,0	-0,2	0,0
		NOV	32,0	1,0	63,0	32,0	31,0	0,0	60,0	5,2	32,0	1,0	0,0	25,8
		DEZ	31,7	1,0	4,8	31,7	-26,9	-26,9	38,3	-21,7	26,5	0,8	-5,2	0,0
		JAN	27,5	1,0	15,6	27,5	-11,9	-38,8	31,4	-6,9	22,5	0,8	-5,0	0,0
		FEB	21,6	1,0	46,0	21,6	24,4	-4,3	55,8	24,4	21,6	1,0	0,0	0,0
		MAR	24,2	1,0	29,8	24,2	5,6	0,0	60,0	4,2	24,2	1,0	0,0	1,4
		ABR	18,7	1,0	3,2	18,7	-9,5	-9,5	51,2	-8,8	18,0	1,0	-0,7	0,0
		MAI	20,5	1,0	51,6	20,5	31,1	0,0	60,0	8,8	20,5	1,0	0,0	22,3
		JUN	24,2	1,0	0,4	24,2	-23,8	-23,8	40,3	-19,7	20,1	0,8	-4,2	0,0

Figura 3: Imagem dos resultados da evapotranspiração e balanço hídrico sequencial.

Além dos valores, a planilha irá gerar os gráficos de evapotranspiração e do balanço hídrico sequencial para cada tipo de evapotranspiração referencial (Figura 4). A presença dos gráficos, permite uma melhor interpretação de como foram as condições climáticas para a região e para o período em estudo. Importante ressaltar que caso o usuário insira os dados de coeficiente de cultura, a planilha automaticamente irá calcular a evapotranspiração de cultura, bem como, o balanço hídrico sequencial de cultura.

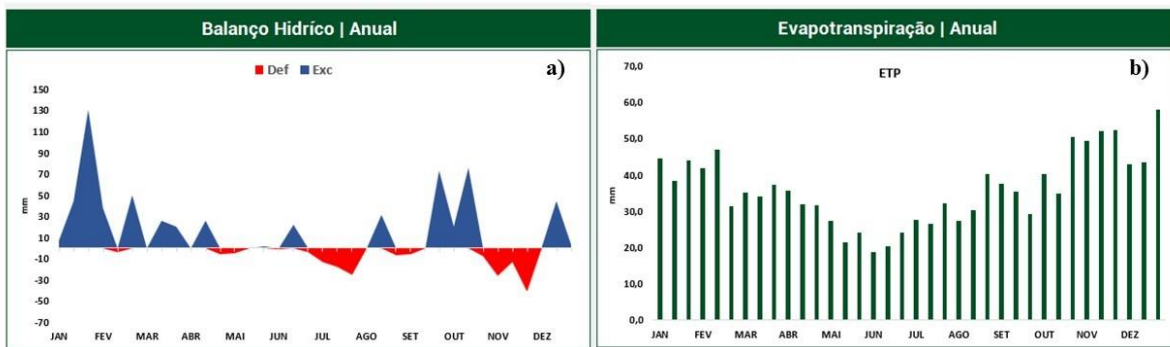


Figura 4: Imagem dos gráficos gerados pela planilha. (a) balanço hídrico sequencial; (b) evapotranspiração.

CONCLUSÃO

A planilha para cálculo da evapotranspiração e do balanço hídrico sequencial permitirá o acesso a informações agrometeorológicas de grande importância, contribuindo para um melhor manejo e planejamento agropecuário. Ainda, o usuário terá a possibilidade de escolher o melhor método para cálculo da evapotranspiração de referência e de cultura em função da disponibilidade de dados meteorológicos.

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).

BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I. **As plantas e o clima: princípios e aplicações**. Guaíba:Agrolivros, 2017, 352p.

CAMARGO, A.P.; MARIN, F.R.; SENTELHAS, P.C.; PICINI, A.G. Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e super-úmidos, com base na amplitude térmica diária. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.7, p. 251-257, 1999.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Roteiro de cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith-FAO**. Circular Técnica 65, Embrapa-RS, 2006.

FERNANDES, D. F.; HEINEMANN, A. B.; DA PAZ, R. L.; AMORIM, A. O. **Evapotranspiração - Uma Revisão sobre os Métodos Empíricos**. Documentos 263, Embrapa-GO, 2010.

PEREIRA, A. R. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. **Bragantia**, Campinas, v.64, p.311-313, 2005.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba/SP, Edição Revista e Ampliada, ESALQ/USP, 2007.

PRIESTLEY, C. H. B.; TAYLOR, R. J. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters. **Monthly Weather Review**, Boston, v. 100, p. 81-92, 1972.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology. 1955.