

COMPORTAMENTO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PARA A CIDADE DE PELOTAS EM UM PERÍODO DE 10 ANOS

SILVEIRA, Viliam Cardoso¹; GONÇALVES, Juliano Lucas²

¹Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Meteorologia. Bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET/MEC/SESu); ²Universidade Federal de Pelotas, CDTEC - Computação. viliamcardoso@gmail.com, julianolg@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A evapotranspiração (ET) é um processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera pela evaporação de água do solo e transpiração das plantas, dependendo das condições de vegetação, do tamanho da área vegetada e do suprimento de água do solo, podem-se definir alguns tipos de evapotranspiração, tais como a real e a potencial (Pereira; Agelocci; Sentelhas, 2002).

A evapotranspiração potencial (ETP) se refere à quantidade de água que seria utilizada por uma extensa superfície vegetada com gramado, cobrindo totalmente a superfície do solo e sem restrição hídrica (Pereira; Agelocci; Sentelhas, 2002). A evapotranspiração real é definida como sendo a quantidade de água realmente utilizada por uma extensa superfície vegetada com grama, cobrindo totalmente o solo, com ou sem restrição hídrica. Os valores de evapotranspiração potencial podem ser estimados a partir de elementos medidos nas estações agroclimatológicas, existindo vários métodos para tal estimativa.

A evapotranspiração tem sua utilização na determinação do balanço hídrico, onde se determina os períodos de excesso e escassez de água (MARCUSSI et al., 2006).

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

O objetivo desse trabalho é mostrar o comportamento da Evapotranspiração potencial (ETP) para a cidade de Pelotas em um período de 10 anos. Esse comportamento será obtido através dos cálculos da evapotranspiração potencial utilizando-se de três métodos para tal, o método de Priestley-Taylor, o método de Penman-Monteith e o método de Thornthwaite. Foram utilizados dados de umidade relativa (%), temperatura mínima e máxima do ar (°C), radiação solar ($\text{cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e velocidade média do vento a 2 metros de altura (m s^{-1}), de um período de 10 anos (1999 a 2008). Todos os dados necessários para realizar os cálculos foram fornecidos pela Estação Agroclimatológica de Pelotas.

Pelo método de Priestley-Taylor a ETP é calculada com base na equação (1):

$$ETP = \frac{1,26 * W * (R_n - G)}{2,45} \quad (1)$$

Em que:

R_n = radiação líquida total diária ($\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$)

G = fluxo total diário de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), sendo calculado com base na equação (2):

$$G = 0,38 * (T_a - T_{-3d}) \quad (2)$$

Onde:

T_d = temperatura média do ar do dia em questão

T_{-3d} = temperatura média do ar dos três dias anteriores

W = é um fator que depende da temperatura e do coeficiente psicrométrico, sendo calculado com base nas equações (3) e (4).

$$W = 0,407 + (0,0145 * T) \quad (0 \text{ } ^\circ\text{C} < T < 16 \text{ } ^\circ\text{C}) \quad (3)$$

$$W = 0,483 + (0,01 * T) \quad (16,1 \text{ } ^\circ\text{C} < T < 32 \text{ } ^\circ\text{C}) \quad (4)$$

Pelo método de Penman-Monteith (Padrão FAO - 1998) a ETP é calculada com base na equação (5)

$$ETP = \frac{0,408 * S * (R_n - G) + \frac{\gamma * 900 * U_2 * (E_s - E_a)}{T + 273}}{S + \gamma * (1 + 0,34 * U_2)} \quad (5)$$

Em que:

R_n e G são os mesmos descritos acima

$\gamma = 0,063 \text{ kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ é a constante psicrométrica

T = temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$)

$$T = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} \quad (6)$$

U_2 = é a velocidade do vento a 2m de altura (m s^{-1})

E_s = é a pressão de saturação de vapor (kPa)

$$E_s = \frac{(E_s^{T_{max}} + E_s^{T_{min}})}{2} \quad (7)$$

$$E_s^{T_{max}} = 0,6108 * e^{\frac{17,27 * T_{max}}{237,3 + T_{max}}} \quad (8)$$

$$E_s^{T_{min}} = 0,6108 * e^{\frac{17,27 * T_{min}}{237,3 + T_{min}}} \quad (9)$$

E_a = é a pressão parcial do vapor (kPa)

$$E_a = \frac{(UR * E_s)}{100} \quad (10)$$

S = é a declividade da curva de pressão de vapor

$$S = \frac{(4098 * E_s)}{(T + 237,3)^2} \quad (11)$$

Para se calcular a ETP pelo método de Thornthwaite é necessário primeiro calcular a ETp padrão (ETp, mm/mês) pela fórmula empírica

$$ETp = 16 * \left(\frac{10 * T_n}{I} \right)^a \quad (12)$$

$$0 \leq T_n < 26,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

ou

$$ET_p = -415,85 + 32,24 * T_n - 0,43 * T_n^2 \quad (13)$$

$$T_n \geq 26,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Sendo

T_n = Temperatura média do mês n em $^\circ\text{C}$

I = Índice que expressa o nível de calor disponível na região

a = também é um índice térmico regional

O valor de I depende do ritmo anual de temperatura, ou seja, integra-se o efeito térmico de cada mês

$$I = \sum_{n=1}^{12} (0,2 * T_n)^{1,514} \quad (14)$$

O valor de a , é calculado pela seguinte fórmula

$$a = 6,75 * 10^{-7} * I^3 - 7,71 * 10^{-5} * I^2 + 1,7912 * 10^{-2} * I + 0,49239 \quad (15)$$

Este valor seria o obtido para um mês padrão de 30 dias, em que cada dia teria 12 horas de foto período, mas para se obter a ETP do mês correspondente é necessário fazer uma correção em função do número de dias e do fotoperíodo do mês, resultando em

$$ETP = ET_p * \text{Correção} \quad (16)$$

Sendo que a correção é obtida através da fórmula abaixo

$$\text{Correção} = \left(\frac{ND}{30}\right) * \left(\frac{N}{30}\right) \quad (17)$$

ND = número de dias do mês em questão

N = fotoperíodo médio daquele mês

Em geral as tabelas consideram o foto período do dia 15 como representativo do valor médio de N para o mês. O valor médio mensal de Correção utilizado no trabalho foi obtido da Tabela 1.

Tabela 1- Fator de correção da evapotranspiração em função do foto período e do número de dias do mês na latitude de $32 \text{ } ^\circ\text{C}$. Fonte: (Pereira; Angelocci; Sentelhas, 2002)

LatS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
32	1,21	1,03	1,06	0,95	0,91	0,84	0,89	0,95	1,00	1,12	1,15	1,23

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1 que a ETP em Pelotas apresentou a mesma tendência média nos 10 anos analisados onde os maiores valores foram registrados nos meses de verão, enquanto os menores no meses de inverno.

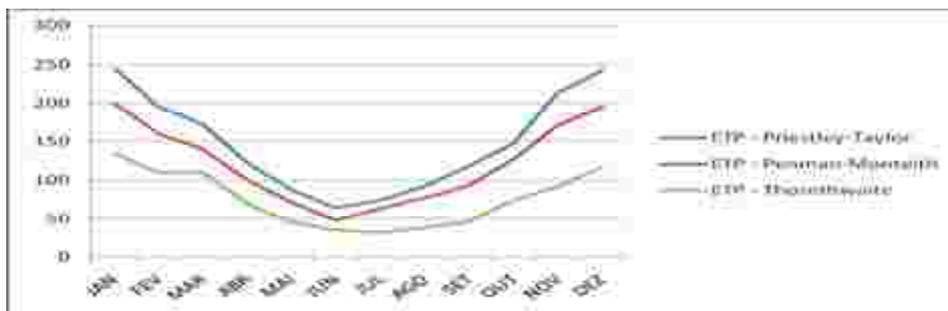


Figura 1 - Média mensal da ETP de Pelotas para o período de 1999 a 2008

Foi possível observar a correlação da evapotranspiração com a temperatura e a precipitação. Através das equações e dos respectivos resultados de R^2 foi possível concluir que a ETP obtida em todos os métodos analisados esteve mais correlacionada com a temperatura do que com a precipitação. Isso pode ser observado com maiores detalhes na Tabela 2.

Como era de se esperar os meses de verão apresentam uma maior evapotranspiração, por que a mesma esta relacionada com a radiação solar que é maior no verão. No inverno a quantidade de radiação solar disponível é menor e conseqüentemente as quantidades de evapotranspiração também o são.

Tabela 2 - Dados da análise de regressão linear obtidos através da relação de ETP com a temperatura e a precipitação mensal

Método empregado	ETP (Temperatura)		ETP (Precipitação)	
	Equação	R^2	Equação	R^2
Priestley-Taylor	$y = 0,054x + 10,67$	0,803	$y = -0,184x + 150,9$	0,299
Penman-Monteith	$y = 0,067x + 10,57$	0,807	$y = -0,231x + 151,5$	0,305
Thornthwaite	$y = 0,106x + 10,75$	0,962	$y = -0,254x + 142,8$	0,180

4. CONCLUSÕES

Pela análise dos três métodos pode-se concluir que a evapotranspiração ficou mais correlacionada com a temperatura do que com a precipitação. Através dos resultados obtidos da evapotranspiração potencial é possível afirmar que os meses de verão apresentaram uma maior evapotranspiração, portanto estão mais sujeitos a períodos secos. Por outro lado, os meses de inverno, apresentaram uma evapotranspiração menor, conseqüentemente estão menos sujeitos a períodos de seca, caracterizando-se como períodos mais úmidos.

Como trabalhos futuro, pretende-se calcular o balanço hídrico para a cidade de Pelotas utilizando os dados da ETP obtidos nesse trabalho.

5 REFERÊNCIAS

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C.. **Agrometeorologia Fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba – RS – Brasil: Editora agropecuária, 2002.

MARCUSSI, F.F.N.; ARANTES, E.J.; WENDLAND, E. Avaliação de métodos de estimativa de evapotranspiração potencial e direta para a região de São Carlos-SP. In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste, 2006, Curitiba - PR. **Anais do I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul- Sudeste**. Porto Alegre - RS: ABRH, 2006. p. 323-338.