

ESTUDO ESTATÍSTICO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA FAO56-PENMAN-MONTEITH PARA CAMPOS DOS GOYTACAZES

LÁZARO COSTA FERNANDES¹, CÉLIA MARIA PAIVA²

¹ Mestre em ciências atmosféricas, Prof. de Engenharia Ambiental, Centro Educacional Celso Lisboa, , Rio de Janeiro -RJ, tsaddi@ig.com.br.

² Doutora em ciências atmosféricas, Prof. adjunto, Depto. de Meteorologia, IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro -RJ, célia@acd.ufrj.br.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO: A equação de FAO56-Penman-Montheith (Allen et. al, 1998), foi utilizada para o estudo estatístico do comportamento da evapotranspiração para uma série de 12 anos de dados na região de Campos dos Goytacazes. É notado que a média mensal de evapotranspiração diária varia entre 2,50 mm/dia e 5,47 mm/dia. O desvio-padrão médio mensal teve faixa de valores entre 0,53 mm/dia e 1,67 mm/dia. Nas distribuições trimestrais, as maiores freqüências ocorrem em direção aos maiores valores nos meses de primavera e verão. Nos meses de outono e inverno a distribuição de freqüência assemelha-se a distribuição normal.

ABSTRACT: The FAO56-Penman-Montheith equation (Allen et. al, 1998) has been utilized to statistic study about twelve years evapotranspiration series behavior in Campos dos Goytacazes region. It can be shown that mounthly daily evapotranspiration average varies between 2,50 mm/day and 5,47 mm/day. The standart deviation have value occurrence between 0,53 mm/day and 1,67 mm/day. In quarterly distribution, the greatest frequencies occur at the biggers values direction in spring and summer months. At fall and winter months, a frequencies distribution is more like a normal distribution.

Palavras-chave: Evapotranspiração e FAO56-Penman-Montheith.

INTRODUÇÃO

No balanço de energia do solo, a evapotranspiração está associada ao fluxo de calor latente. Tal fluxo quantifica a energia necessária para vaporizar a água da superfície e, assim, transformá-la em vapor atmosférico.

Além de evitar o aumento acentuado da temperatura local, já que este fluxo de calor evita o aumento do fluxo de calor sensível, e conseqüentemente da temperatura. Também é importante para a fisiologia dos vegetais. Assim, as praticas agrícolas necessitam do conhecimento de evapotranspiração para um melhor desempenho de sua prática.

Dessa forma, a aplicação de água em excesso no solo provoca desperdício de água. Por outro lado, pouca água acarreta estresse hídrico e a morte do vegetal. Assim, é necessário ter um método de quantificação de evapotranspiração com o máximo de precisão para se evitar problemas danosos ao ecossistema.

Determinar esse parâmetro é uma tarefa complexa, pois, seus processos físicos são difíceis de determinar. A equação FAO56-Penman-Monteith (1998) é, atualmente, aquela que melhor caracteriza os processos físicos envolvidos.

O presente trabalho pretende fazer uma avaliação estatística do comportamento da evapotranspiração calculada por essa equação em escala mensal e trimestral (sazonal) de forma e ajudar na tomada de decisão em relação a essa variável de grande complexidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir, será apresentada a equação de FAO56-Penman-Montheith (Allen *et al.*, 1998):

$$ET_o = \frac{0,408.s.(R_n - G) + 900.\gamma.U.(e_s - e)}{W^* + T_k.W^*} \quad (1)$$

$$W^* = s + (1 + 0,34U).\gamma \quad (1a)$$

$$s = \frac{\lambda.e_s}{\varepsilon.R.T_k^2} \quad (1b)$$

$$\gamma = \frac{c_p.P}{\varepsilon.\lambda} \quad (1c)$$

Onde R é a constante do ar seco dada por 0,287 (kPa.m³/kg.K); c_p é o calor específico do ar que vale 1,01 (kJ/kg.K); ε vale 0,622; P, a pressão do ar; T_k, e a temperatura em kelvin; U, velocidade do vento; R_n, radiação líquida; G, fluxo de calor para o solo; e_s, pressão de vapor saturado; e, pressão de vapor real. Será suposto G = 0 (Burman e Pochop, 1990 e Jensen *et al.*, 1994). Os valores das constantes e a formula de γ foram extraídos de Pereira *et al.* (1997). A formulação de s foi encontrada em Oliveira *et al.* (2001).

Foram utilizados dados meteorológicos do posto Leonel Miranda em Campos dos Goytacazes entre os anos de 1978 a 1986 e de 1999 a 2001, perfazendo 12 anos. Primeiramente, foram calculadas as médias e o desvio-padrão de todos os meses. Após, foi determinado o coeficiente de variação para se ter melhor conhecimento da dispersão dos dados. O segundo passo foi a análise trimestral dos dados, divididos no trimestre Dezembro-Janeiro-Fevereiro (DJF), representante do verão; Março-Abril-Maio (MAM), a estação outono; Junho-Julho-Agosto (JJA), meses de inverno e Setembro-Outubro-Novembro (SON) que integram a primavera. Para o gráfico de frequências relativas, os valores de evapotranspiração em cada trimestre foram divididos em dez classes.

RESULTADOS E DISCURSSÃO

Os valores médios mensais de evapotranspiração de referência estiveram entre 5,47 mm/dia em fevereiro e 2,50 mm/dia em julho. Note-se que a média de fevereiro é praticamente o dobro da média de julho. O desvio padrão esteve entre 1,67 mm/dia em janeiro e 0,53 mm/dia em julho. Os coeficientes de variação foram relativamente altos, entre 38,10% em setembro e 21,24% em julho. O trimestre SON apresentou os maiores valores de coeficiente de variação com valores superiores a 34%. De outra forma, o trimestre MAM apresentou coeficientes de variação inferiores a 30%.

A tabela 1 resume os valores das médias (em mm/dia), desvios padrões (em mm/dia), coeficientes de variação e números de elementos (N) para cada mês.

Tabela 1: Médias, desvios padrões, coeficientes de variação e números de elementos (N) para cada mês.

	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	COEF. VARIÇÃO	N
Janeiro	5,14	1,67	32,46%	339
Fevereiro	5,47	1,44	26,26%	307
Março	4,57	1,08	23,73%	367
Abril	3,73	1,11	29,85%	341
Mai	2,89	0,75	26,12%	314
Junho	2,50	0,53	21,24%	323
Julho	2,62	0,74	28,09%	365
Agosto	3,18	1,02	32,08%	356
Setembro	3,60	1,37	38,10%	343
Outubro	4,35	1,59	36,47%	353
Novembro	4,73	1,65	34,81%	319
Dezembro	4,91	1,61	32,73%	327

Na distribuição trimestral, o trimestre DJF tende a apresentar as maiores freqüências relativas ente 6,13 e 6,93 mm/dia, que equivale a 22,10% dos casos. Do total 90% dos valores observados estão entre 3,73 e 7,73 mm/dia. No trimestre MAM, 24,76% dos casos são registrados entre 2,67 e 3,47 mm/dia. Do total, 90% dos casos estão entre 2,67 e 5,87 mm/dia. No trimestre de inverno (JJA), 26,27% dos valores observados estão entre 2,06 e 2,61 mm/dia, sendo que 90% da amostra se encontram entre 2,06 e 4,26 mm/dia. Finalmente, no período SON, os valores entre 4,25 e 5,03 mm/dia representam 19,70% da amostra. Valores entre 1,91 e 6,59 mm/dia equivalem a 90% do espaço amostral. A figura 1 ilustra a distribuição de freqüência relativa dos quatro trimestres.

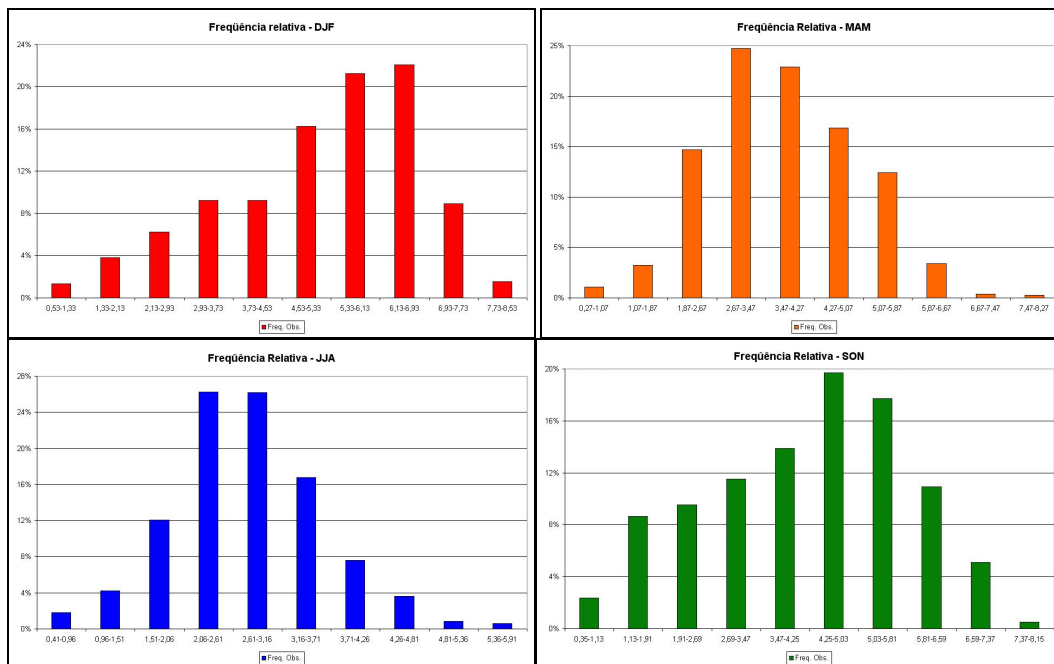


Figura 1: Distribuição de freqüência relativa dos quatro trimestres.

Como ilustrado acima, os trimestre de primavera (SON) e verão (DJF) tendem a ter as maiores freqüências deslocadas para os maiores valores. Os trimestres de inverno (JJA) e outono (MAM) apresentam freqüências maiores nas classes mais centrais. Condizente com o coeficiente de variação apresentado na tabela 1, o trimestre SON é aquele de maior dispersão. A classe com maior freqüência nesse trimestre apresenta porcentagem inferior a 20%. O

trimestre JJA concentra mais de 50% do espaço amostral nas duas centrais. Este trimestre tem sua dispersão significativamente afetada pelos valores de evapotranspiração do mês de agosto.

CONCLUSÕES

Foi feito um estudo estatístico com 12 anos de dados para a distribuição de valores de evapotranspiração de referência. Os valores médios mensais estiveram entre 2,50 mm/dia (julho) e 5,47 mm/dia (fevereiro). As amostras foram razoavelmente dispersivas com coeficiente de dispersão entre 21,24% (julho) e 38,10% (setembro). Os trimestres DJF e SON tendem a apresentar maiores frequências para classe com maiores valores, enquanto os trimestres MAM e JJA têm suas classes centrais com maiores valores de frequência relativa. O trimestre SON apresenta maior dispersão em sua amostra, ao contrário, o trimestre JJA tende a concentrar os elementos amostrais nas classes centrais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURMAN R., POCHOP L.O. (1994). *Evaporation, evapotranspiration and climatic data*. ELSEVIER Amsterdam. P 277.

JENSEN M.E.; BURMAN R.D., ALLEN R.G. (1990). *Evapotranspiration and irrigation water requirements*. ASCE New York. p 332.

PEREIRA A.R.; VILLA NOVA N.A., SEDIYAMA G.C. (1997). *Evapo(transpi)ração*. FEALQ Piracicaba – RS. P 183.

ALLEN R.G.; PEREIRA L. S., SMITH M. (1998). “*FAO FAO56-Penman-Monteith equation*”, in *Crop Evapotranspiration (FAO-56)*.FAO Rome, pp. 17 – 28.

OLIVEIRA L.L.; VIANELLO R.L., FERREIRA N.J. (2001). “*Introdução à hidrostática e à termodinâmica da atmosfera*”, in *Meteorologia Fundamental*. EDIFAPES Erechim-RS, pp. 55–135.