

AVALIAÇÃO DE MODELOS PARA A ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL MENSAL, EM BASE DIÁRIA, PARA CAMPINAS E RIBEIRÃO PRETO (SP)

Ângelo Paes de Camargo^{1,2} & Paulo Cesar Sentelhas¹

¹ Seção de Climatologia Agrícola, IAC, CP 28, 13001-970, Campinas, SP.

² Bolsista do CNPq

RESUMO

O trabalho é um refinamento de avaliações do desempenho de modelos para estimativa da evapotranspiração potencial (ETp). Com adoção dos critérios de comparação dos valores de ETp totais anuais estimados com os da ETp medidos e com os de precipitação anual e usando o novo índice de confiança (c) foi possível avaliar de forma consistente a validade de 12 equações. Os melhores resultados foram obtidos com as equações de Thornthwaite e semelhantes.

As correlações entre dados de evapotranspiração potencial (ETp) medidos em evapotranspirômetros e estimados por quatro equações foram publicados por CAMARGO (1962). As equações avaliadas foram: Thornthwaite (THORNTHWAITE, 1948); Blaney & Criddle (BLANEY & CRIDDLE, 1950); Blaney & Criddle modificada (CAMARGO, 1962) e Penman-Bavel (BAVEL, 1956). Na ocasião não foi possível usar a equação original de Penman por insuficiência técnica.

Agora, contando com técnica adequada e com auxílio de computador foi possível trabalhar com a equação de Penman, inclusive Penman-Monteith (PERES, 1994), e muitas outras. Foram avaliadas doze equações neste trabalho.

Os parâmetros para avaliação das equações, apresentadas na tabela 1, são as seguintes:

a) Valores (Índices) anuais de ETp estimada pelas diferentes fórmulas comparados com os respectivos valores medidos nos evapotranspirômetros, considerados igual a 100;

b) Valores (Índices) anuais de ETp estimada pelas diferentes fórmulas comparados com dados correspondentes de precipitação total anual, considerados igual a 100;

c) Índice de confiança "c", proposto por CAMARGO (1994).

Os critérios para avaliação dos parâmetros acima foram: no item (a) o desempenho da equação pode ser considerado tanto melhor quanto mais o valor de ETp estimado se aproxima do índice 100, isto é, quanto mais o dado estimado se aproxima do medido; no item (b) o melhor desempenho da equação é indicado pelo índice menor que 100. Como o clima, tanto de Campinas como de Ribeirão Preto, é úmido os valores de ETp, que representa a chuva necessária, deve ser menor que a precipitação. Se for maior, o índice passa a ser superior a 100, indicando clima seco, o que não acontece na realidade; no item (c) o índice de confiança da equação "c" pode variar de 0 a 1, o valor zero indicando confiança nula e 1 confiança perfeita. Este índice corresponde ao produto do conhecido coeficiente de correlação (r) pelo de concordância ou exatidão de Willmott (d) (ROBINSON & HUBBARD, 1990).

A escala proposta para avaliação do valor do índice "c" é a seguinte:

Valor de "c"	Grau de Confiança da equação
>0,90	Excelente
0,75 a 0,90	Muito bom
0,60 a 0,75	Bom
0,45 a 0,60	Razoável
0,30 a 0,45	Fraco
<0,30	Desprezível

Por esses critérios pode-se verificar que para as condições climáticas do Planalto Paulista as melhores equações foram as de Thornthwaite, de Camargo, de Thornthwaite modificado com o índice T e a de Priestley & Taylor, todas com índice de avaliação "c" entre 0,75 e 0,90, muito bom.

As equações de Hargreaves modificada por SENTELHAS & CAMARGO (1995), Blaney & Criddle modificada por CAMARGO (1962), Penman-Monteith e de Penman, com índice "c" entre 0,60 e 0,75, bom, ficaram em plano intermediário. As de Penman e de Blaney & Criddle superestimaram bastante o valor de ETP, especialmente em Campinas.

As três últimas equações tiveram fraco desempenho, tanto pelo baixo valor do índice "c" como pela grande superestimativa da ETP calculada, acima de 55% e 27% respectivamente para Campinas e Ribeirão Preto.

REFERÊNCIAS

BAVEL, C.H.M. A nomogram to estimate maximum evapotranspiration. North Carolina State College. 1956. (Apostila mimeografada).

BLANEY, H.F. & CRIDDLE, W.D. Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. Washington, Soil Conservation Service. 48p. 1950.

CAMARGO, A.P. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. Bragantia, Campinas, 21:163-203, 1962.

CAMARGO, A.P. Relatório de bolsa de pesquisa CNPq. Campinas, 1994. 75p.

PERES, J.G. Avaliação do modelo de Penman-Monteith, padrão FAO, para estimar a evapotranspiração de referência nas condições climáticas do Estado de São Paulo. Piracicaba, 1994. 116p. (Tese de doutoramento - ESALQ/USP).

ROBINSON, J.M. & HUBBARD, K.G. Soil water assessment model for several crops in the High Plains. Agronomy Journal, 82:1141-1148, 1990.

SENTELHAS, P.C. & CAMARGO, A.P. Estimativa da evapotranspiração potencial para o Estado de São Paulo baseada no método de Hargreaves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, IX, 1995. Campina Grande, PB. Resumos..., Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/UFPB, 1995.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. *Geog. Review.* 38:55-94, 1948.

Tabela 1. Valores médios da evapotranspiração potencial (ETp) anual estimada por diferentes equações, sua relação com os valores médios de ETp medidos e de precipitação observada, e índice de confiança "c", para as localidades de Campinas e de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, no período de 1956-60.

Equações	Localidades	ETp _{est} (mm)	Índice/relação*		Índice "c" ^{***} estimado média	
			ETp _{med}	Prec.		
Thornthwaite Índice I (1948)	Campinas	1100	114	79	0.80	0.79
	Rib. Preto	1138	95	76	0.78	
Camargo (1971)	Campinas	1095	114	78	0.81	0.78
	Rib. Preto	1148	96	77	0.75	
Thornthwaite Índ. T -Camargo (1962)	Campinas	1153	120	83	0.76	0.76
	Rib. Preto	1177	98	79	0.75	
Priestley & Taylor (1972)	Campinas	1070	111	77	0.80	0.75
	Rib. Preto	1106	92	74	0.70	
Harg. Sentelhas & Camargo(1995)	Campinas	957	99	69	0.81	0.74
	Rib. Preto	1055	88	70	0.66	
Blaney & Criddle Camargo (1962)	Campinas	844	88	60	0.83	0.73
	Rib. Preto	859	72	57	0.62	
Penman - Monteith (1965)	Campinas	1212	126	87	0.71	0.69
	Rib. Preto	1288	108	86	0.67	
Penman (1948)	Campinas	1378	143	99	0.59	0.65
	Rib. Preto	1382	115	92	0.70	
Blaney & Criddle (1950)	Campinas	1372	142	98	0.56	0.56
	Rib. Preto	1383	116	92	0.56	
Hargreaves (1976)	Campinas	1490	155	107	0.51	0.53
	Rib. Preto	1519	127	101	0.55	
Radiação Solar (1979)	Campinas	1668	173	119	0.42	0.44
	Rib. Preto	1683	141	112	0.45	
Linacre (1977)	Campinas	1564	162	112	0.32	0.33
	Rib. Preto	1639	137	109	0.33	

* Índices considerando a ETp medida e a precipitação anuais igual a 100.

**Índice de confiança, resultante do produto do coeficiente de correlação (r) com o índice de concordância (d) de Willmott.