

## BIBLIOGRAFIA

- Szeicz, G., J.L. Monteith e J.M. dos Santos, 1964. Tube solarimeter to measure radiation among plants; J. Appl. Ecol., 1, 169-174.
- Biscol, P.V., R.A. Saffel e P.D. Smith, (1977). An apparatus for calibrating soil heat flux plates. Agricultural Meteorology, 18, 49-54.
- Jimenez, J., E. Rojas e M. Zamora, 1984. Design and construction of precision heat fluxmeters. J. Appl. Phys., 56(11), 3353-3356.
- Philip, J.R., 1961. The theory of heat fluxmeters. Journal of Geophys. Res., 66(2), 571-579.

INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE ESTIMATIVA E DO TIPO DE INSTRUMENTO  
NO VALOR DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA

*Fernando Silveira da Mota*  
(Universidade Federal de Pelotas/CNPq)  
(Caixa Postal 49 - Cep 96001, Pelotas, RS)

Foram comparados os valores, para períodos de 5 dias, médias mensais, da evapotranspiração de referência obtidos com os seguintes métodos e instrumentos em localidades brasileiras representativas dos principais tipos climáticos: tanque classe "A"; fórmula de Penman, utilizando medida de radiação solar global com piranômetro Eppley; fórmula de Penman, utilizando estimativas da radiação solar global a partir de dados de heliôgrafo. Estes valores foram comparados com a evaporação do tanque classe "A". Os resultados mostraram que utilizando piranômetro Eppley a ETo obtida com o método de Penman apresenta valores praticamente iguais à obtida com o método do tanque classe "A", exceto para a localidade de Pelotas na qual os valores de ETo obtidos com o método do tanque classe "A" são, em média, 0,8 vezes maiores do que a ETo obtida com o método de Penman utilizando medidas de radiação solar global com o piranômetro Eppley, considerado como padrão, neste trabalho. O método de Penman utilizando estimativas da radiação solar global obtidas com dados de heliôgrafo superestimaram os valores da evapotranspiração de referência em Pelotas, subestimaram em Brasília e Florianópolis e foram praticamente iguais em Bebedouro e campo Grande. Todas as constantes necessárias para a fórmula de Penman foram determinadas para cada localidade. Concluiu-se que o método do tanque classe "A" corrigido pela tabela da FAO, para obter a evapotranspiração de referência, é o mais econômico e é preciso, podendo ser utilizada a escala de Beaufort e termômetros de máxima e mínima seco e úmido para fazer as correções necessárias conforme os valores da umidade relativa, velocidade do vento e exposição ambiental, na prática da irrigação. Quando se determina o coeficiente de cultura (kc) em experimentação de campo deve-se usar dados do tanque "A" corrigido ou a fórmula de Penman com medidas da radiação solar global com piranômetro. A evaporação do tanque classe "A" sem corrigir pela tabela da FAO, não deve ser usada, porque superestima a ETo em todas as localidades. Um resumo dos dados obtidos encontra-se na Tabela 1.

(de Vries 1952a,b), um sensor para operar no intervalo destes valores deve ser calibrado num meio de condutibilidade com cerca de  $4,4 \times 10^{-3}$  cal  $\text{cm}^{-1} \text{s}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}$ . O nosso sensor possui o valor  $r=0,048$  e uma condutibilidade de  $20 \times 10^{-3}$  cal  $\text{cm}^{-1} \text{s}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Seu erro máximo estará em torno de 1,2%.

O fluxímetro foi construído tendo por base uma lâmina de microscópio com as dimensões de  $60 \times 13 \times 2 \text{mm}$ . Sobre esta lâmina foram envolvidas 100 espiras de fio de constantan n<sup>o</sup> 44 SWG e feita a eletrodeposição de cobre, segundo a metodologia proposta por Wilson e Epps (1920) e utilizado por Szeicz et al (1964).

Esta lâmina, assim terminada, recebeu duas placas de aço inoxidável formando um sanduiche utilizando-se uma cola especial "selasil".

A calibragem das células foi realizada em meio homogêneo de areia lavada de rio, seca e peneirada em peneira de 1mm de malha. A comparação para determinação de seus fatores de calibração foi realizada em laboratório e a pleno sol. A tabela 1 apresenta os resultados finais do processo de calibração.

PARÂMETRO	FLUXÍMETRO	
	RAD.1	RAD.2
R <sup>2</sup>	0,9999	0,9996
Erro Padrão estimativa	0,2430	0,5290
Erro Padrão coeficiente	0,0008	0,0002
Coeficiente	1,1167	1,0572
Número de Observações	144	144
Equação	$Y = -0,3199 + 1,1167X_1$	$Y = -0,5015 + 1,057X_2$

$X_1$  - Leitura do Fluxímetro 1

$X_2$  - Leitura do Fluxímetro 2

As medidas correspondem a  $\text{Wm}^{-2}$

Agradecemos à FINEP e a Fundação Banco do Brasil as facilidades colocadas à nossa disposição para a realização deste estudo. Aos colegas Paulo Rogério Aquino de Arlino, Arnaldo José Garcia e Cirilo Gama da Cunha Junior manifestamos a nossa gratidão pela ajuda na montagem dos circuitos eletrônicos e auxílio na fase de calibração.

TABELA 1. Médias mensais de períodos de 5 dias da evapotranspiração de referência (m m) estimada pelos métodos do tanque classe "A" (A) Penman (1948) utilizando piranômetro Eppley, (PE), Penman (1948) utilizando heliógrafo Campbell-Stokes (PH) e evaporação do tanque classe "A" (EA) em localidades representativas dos grandes tipos climáticos do Brasil, em 1986.

MESES	PELOTAS-RS			CAMPO GRANDE-MS			BRASÍLIA-DF			FLORIANO-PI			BEBEDOIRO-PE							
	A	PE	PH	EA	A	PE	PH	EA	A	PE	PH	EA	A	PE	PH	EA				
Janeiro	6,2	5,7	6,9	8,4	-	-	-	-	3,8	4,6	3,6	5,3	-	-	-	-	4,2	4,1	4,9	5,7
Fevereiro	5,6	4,6	6,0	7,4	3,8	4,3	4,8	5,0	4,0	4,7	3,6	5,5	-	-	-	-	5,7	5,0	5,8	6,4
Março	3,3	3,0	4,5	4,4	4,3	4,7	4,6	5,7	3,8	4,7	3,7	5,3	2,9	4,2	3,4	4,3	4,7	4,6	5,4	6,2
Abril	2,1	2,1	3,4	2,9	3,9	4,4	4,3	5,5	4,1	5,1	5,1	5,8	3,2	4,1	3,4	4,3	4,1	4,2	4,2	5,4
Maió	1,7	1,0	2,0	2,2	4,2	3,8	3,6	6,0	3,6	3,8	3,7	5,1	4,1	4,4	3,4	5,5	3,7	3,9	4,2	4,9
Junho	1,7	0,5	1,2	1,8	3,9	3,2	3,0	5,6	3,4	3,5	3,5	4,9	4,6	4,6	4,1	6,5	3,4	3,6	3,5	4,5
Julho	1,5	0,8	1,5	2,0	3,5	2,9	2,9	4,9	3,5	3,6	3,6	5,0	5,3	4,7	4,2	7,6	4,2	3,8	3,9	5,6
Agosto	1,6	1,2	2,2	2,1	3,8	3,3	3,4	5,3	4,0	3,7	3,5	5,7	5,9	5,4	4,5	8,2	4,2	4,2	4,6	5,9
Setembro	2,5	2,0	2,8	3,4	4,3	4,5	4,3	6,1	4,9	5,3	5,4	6,9	6,6	6,3	5,0	9,4	6,2	5,5	6,0	8,8
Outubro	1,7	1,9	3,2	2,2	4,4	2,9	4,8	4,9	4,4	2,9	3,2	6,0	5,2	5,4	4,9	7,5	6,0	5,6	6,1	8,6
Novembro	4,3	4,1	6,2	5,7	5,1	4,7	5,3	5,7	6,1	4,7	3,8	6,6	6,0	5,8	4,9	8,5	6,3	5,8	6,4	9,0
Dezembro	0,0	4,6	6,4	6,8	-	-	-	-	3,3	4,3	3,1	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	3,1	2,6	3,9	4,1	3,9	4,1	3,7	5,5	4,1	4,2	3,8	5,6	4,9	5,0	3,7	6,9	4,8	4,6	5,0	6,5
PE/A	0,8	-	-	-	1,1	-	-	-	1,0	-	-	-	1,0	-	-	-	1,0	-	-	-
PH/A	1,3	-	-	-	1,0	-	-	-	0,9	-	-	-	0,8	-	-	-	1,0	-	-	-
EA/A	1,3	-	-	-	1,4	-	-	-	1,4	-	-	-	1,4	-	-	-	1,4	-	-	-