

INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA EVAPOTRANSPIRAÇÃO MEDIDA

Marco Antônio LUNARDI ¹, Dalva M. CURY LUNARDI ², Dinival MARTINS ³

RESUMO

Tendo em vista a inexistência de parâmetros mais precisos para se estudar a ocorrência de condições advectivas numa área experimental, destinada a medida da evapotranspiração de referência, procedeu-se a análise de alguns elementos de clima, procedentes de uma estação meteorológica convencional e da evapotranspiração de referência, medida com lisímetros de nível freático e estimada pelo método de Penman Monteith, no período de um ano, na região de Botucatu-SP. Os resultados permitiram constatar que as dimensões de bordadura adotados (50m) foram insuficientes para evitar o efeito advectivo.

INTRODUÇÃO

Sabendo-se que a medida de evapotranspiração pode ocorrer sob condições em que a área de bordadura tem dimensão suficiente, sendo o processo função de transferências verticais de energia ou quando uma extensa área ao redor do experimento acrescenta à transferência vertical, energia advectiva, chamada de efeito oásis, muitos experimentos são conduzidos para se estabelecer o tamanho ideal de bordadura em diferentes condições climáticas.

Thornthwaite & Mather (1955) consideraram 400 metros suficiente em climas áridos e semi-áridos. Slatyer & MacIlroy (1961) observaram que a área ao redor dos lisímetros deveria ser dez vezes maior que a ocupada por eles.

Aboukhaled et al. (1982) admitem que para climas úmidos e sub-úmidos a evapotranspiração poderia ser determinada com bordaduras menores.

Fougerouge (1966) encontrou resultados aceitáveis com uma bordadura de 5 metros para as condições da Guiana Francesa.

Nota-se, pela literatura, que o tamanho da bordadura em torno dos experimentos é muito variável, sendo função do clima, tipo de cultura e altura das plantas.

¹ Estudante do Curso de Pós Graduação em Agronomia, FCA/UNESP, Botucatu. Bolsista da FAPESP.

² Dr., Professor Assistente. Departamento de Ciências Ambientais, FCA/UNESP. Caixa Postal, 237 CEP 18630-970, Botucatu, SP.

³ Dr., Professor Assistente. Departamento de Ciências Ambientais, FCA/UNESP. Caixa Postal, 237 CEP 18630-970, Botucatu, SP.

No presente trabalho procedeu-se a avaliação das condições climáticas existentes numa área experimental, utilizada para determinação da evapotranspiração de referência (ET_o), na região de Botucatu, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na área experimental do Departamento de Ciências Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, SP, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 22° 51' S, longitude de 48° 26' W e altitude de 786 m.

O clima do município é classificado, pelo sistema Köppen, como Cfa, ou seja, temperado chuvoso, constantemente úmido e com verões quentes.

A precipitação anual é de 1479 mm e a temperatura média anual em torno de 19,9° C.

Foram analisados os dados meteorológicos obtidos numa estação convencional, localizada próximo a estação lisimétrica, no período de um ano.

A estação lisimétrica, plantada com grama, tem 50 metros de bordadura, sendo a área da superfície evaporante de cada um dos 5 lisímetros de nível freático constante, igual a 1,60 m².

Com a finalidade de se caracterizar as diferentes condições climáticas, em torno da área experimental, procedeu-se a análise dos elementos de clima nas 4 estações do ano.

Para estimativa de ET_o utilizou-se o método de Penman Monteith dado pela equação:

$$ET_{OPM} = \frac{\Delta}{\Delta + g} (R_n - G) \cdot \frac{1}{I} + \frac{g}{\Delta + g} \cdot \frac{900}{(T_m + 275)} \cdot v_2 \cdot (e_s - e_a)$$

ET_{OPM} = evapotranspiração de referência segundo Penman-Monteith (mm/dia)

Δ = inclinação da curva de pressão de saturação de vapor versus temperatura do ar (kPa/°C)

$$\Delta = \frac{4098 \cdot e_s}{(T_m + 237,3)^2}$$

e_s = pressão de saturação de vapor (kPa) dado por:

$$e_s = 0,6108 \exp \left(\frac{17,27 \cdot T_m}{T_m + 237,3} \right)$$

T_m = temperatura média do ar (°C)

g^* = constante psicrométrica modificada (kPa/°C)

$$g^* = g (1 + 0,33 V_2)$$

g = constante psicrométrica (kpa/°C)

$$g = 0,0016286 \cdot P / I$$

P = pressão atmosférica (kpa)

I = calor latente de vaporização (MJ/kg)

$$I = 2,501 - (2,361 \cdot 10^{-3}) \cdot T_m$$

V_2 = velocidade do vento a 2 m de altura(m/s)

Rn = radiação líquida na superfície da cultura (MJ/m².dia)

$$R_n = Q_s - Q_L$$

Q_s = balanço de radiação de ondas curtas (MJ/m².dia)

$$Q_s = (1 - \alpha) \cdot R_g$$

α = albedo da cultura = 0,23

R_g = radiação solar global medida (MJ/m². dia)

Q_L = balanço de radiação de ondas longas (MJ/m². dia)

$$Q_L = (0,9 \cdot \frac{n}{N} + 0,1) \cdot (0,34 - 0,14\sqrt{ea}) \cdot \sigma \cdot (T_{kx}^4 + T_{kn}^4) \cdot \frac{1}{2}$$

n = número de horas de insolação

N = comprimento máximo do dia (horas)

ea = pressão atual de vapor (kPa)

$$ea = e_s \cdot UR/100$$

σ = constante de Stefan Boltzmann [4,90.10⁻⁹ MJ/(m².k⁴. dia)]

T_{kx} = temperatura máxima do dia (K)

T_{kn} = temperatura mínima do dia (K)

G = fluxo de calor no solo [MJ/(m². dia)]

$$G = 0,38 (T_m - T_{m-1})$$

T_m = temperatura média do dia (°C)

T_{m-1} = temperatura média do dia anterior (°C)

900 = (kg⁻¹.kg.k).s.d⁻¹

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista que a energia líquida (Rn), quando a superfície do solo em torno da área experimental encontra-se seca, é utilizada preferencialmente para o aquecimento do ar, procurou-se analisar separadamente seu comportamento, através da correlação com temperatura do ar (T), radiação solar global (Rg) e evapotranspiração medida (Eto) ao longo das 4 estações do ano.

Observa-se através do quadro 1 a ausência de correlação entre energia líquida (Rn) e temperatura (T), mostrando haver um atraso entre esses elementos de clima na primavera, outono e inverno, podendo indicar que a energia disponível, em sua maior parte, foi transformada em calor latente. No verão pode-se atribuir um aumento de fluxo horizontal de energia à melhora na correspondência entre Rn e T.

Quadro1.- Coeficiente de determinação de (r^2) e desvio padrão (s) obtidos das comparações entre energia líquida (Rn), temperatura (T), radiação solar global (Rg) e evapotranspiração (Eto).

RELAÇÃO	PRIMAVERA		VERÃO		OUTONO		INVERNO	
	s	r^2	s	R^2	s	r^2	s	r^2
Rn x T	2,60	0,01	1,32	0,71	2,69	0,13	2,91	0,15
Rn x Rg	0,52	0,95	0,49	0,97	0,80	0,80	0,59	0,82
Rn x Eto	0,63	0,52	0,33	0,47	0,29	0,63	0,60	0,53

A relação entre energia líquida (Rn) e evapotranspiração medida (Eto) apresentou coeficiente de correlação crescente do verão para a primavera, inverno e outono, mostrando que além desses elementos de clima, outros como resistência aerodinâmica e do dossel influenciaram o processo de evapotranspiração.

Com relação a energia líquida (Rn) e energia disponível (Rg), observa-se também um atraso no outono e inverno, o mesmo observado por Ometto (1991), citado por Pereira & Camargo (1989), ou seja, para a mesma energia insidente encontra-se diferentes valores de energia líquida, sendo

uma para estação chuvosa (primavera e verão) e outra para estação seca (outono e inverno), conforme figura 1.

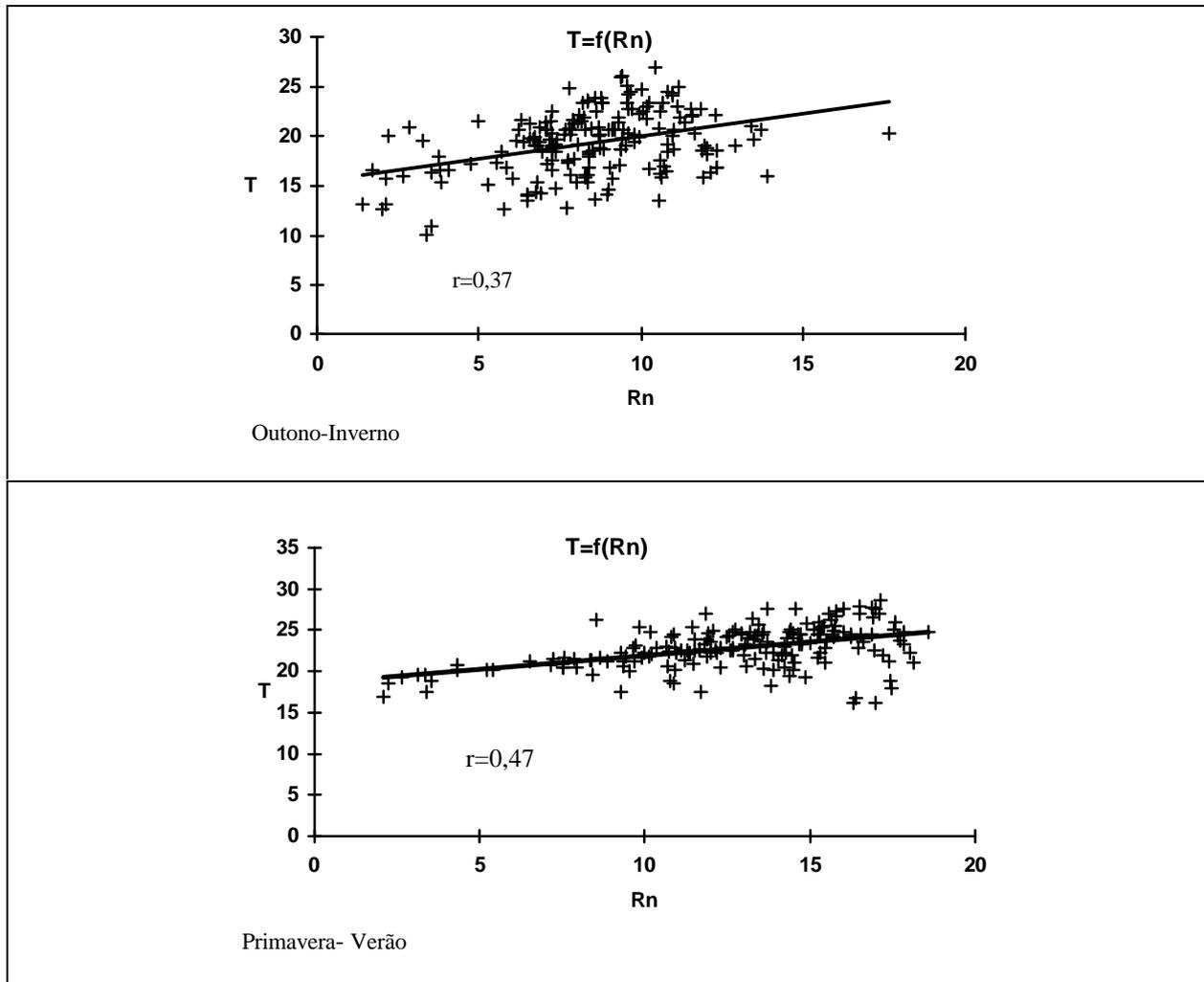


Figura 1.- Relação entre temperatura média (T °C) e energia disponível (Rn em mm.dia^{-1}) para os períodos outono-inverno e primavera-verão, durante o ano de 1996.

A comparação entre os valores medidos e estimados de E_{To} , apresentados no quadro 2, mostram que existe boa correlação em todas as estações, sendo em ordem crescente: primavera, outono, inverno e verão.

Admitindo-se que a supremacia do método de Penman Monteith e sabendo-se que o mesmo foi desenvolvido e recomendado para condições não advectivas, a diminuição de precisão a nível diário pode indicar que embora a maior parte da energia disponível tenha sido transformada em calor latente o método mostrou-se sensível nestas condições.

Quadro 2. - Valores dos coeficientes a e b, erro padrão (SE) e coeficiente de determinação (r^2) da análise de regressão entre valores de evapotranspiração estimada pelo método de Penman Monteith e medida por lisímetros, para as 4 estações do ano, nos intervalos de 1, 5 e 10 dias.

INTERVALO		VERÃO		
(DIAS)	a	b	SE	r^2
01	-0,52	0,83	0,30	0,94
05	-0,61	0,84	0,17	0,97
10	-0,65	0,86	0,11	0,99

INTERVALO		OUTONO		
(DIAS)	a	b	SE	r^2
01	-0,20	0,67	0,29	0,80
05	-0,57	0,80	0,17	0,91
10	-0,96	0,93	0,09	0,97

INTERVALO		INVERNO		
(DIAS)	a	b	SE	r^2
01	-0,34	0,64	0,31	0,83
05	-0,60	0,72	0,19	0,92
10	-0,67	0,74	0,19	0,92

INTERVALO		PRIMAVERA		
(DIAS)	a	b	SE	r^2
01	-0,06	0,76	0,48	0,75
05	-0,48	0,85	0,23	0,88
10	0,11	0,73	0,21	0,78

Não houve diferenças significativas ao nível de 0,05 de probabilidade.

CONCLUSÕES

Nas condições experimentais e climáticas a bordadura adotada em torno da área experimental (50 metros), foi insuficiente para evitar a advecção.

Os períodos de primavera e verão foram os que mostraram Ter sofrido mais os efeitos advectivos.

BIBLIOGRAFIA

- ABOUKHALED, A.; ALFARD, A.; SMITH, M. *Lisimeters*. Irrigation and drainage paper. Roma: FAO, 1982. 69p.
- FOUGEROUGE, J. Qualquer problèmes de bioclimatologie en Guyanne Française. *L' Agron. Tropicale*, v.3, p. 291-346, 1966.
- OMETTO, J.C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 441p.
- PEREIRA, A.R., CAMARGO, A.P. An analysis of the criticism of Thornthwaite's equation for estimating potential evapotranspiration. *Agric. And Forest Meteor.* n. 46, p. 149 - 57, 1989.
- SLATYER, R.O.; MACILROY, I.C. *Practical microclimatology*. Camberra, CSIRO, 328 p. 1961.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The water balance*. Publications in Climatology. New Jersey, Drexel Institute of Technology, 104 p. 1955.