

Avaliação de Métodos de Estimativa da Evapotranspiração para um Manejo Eficiente da Prática da Irrigação na Bacia do Córrego Sujo em Teresópolis-RJ

VITOR DOS SANTOS COSTA¹; CELIA MARIA PAIVA²; ANDRE DE SOUZA AVELAR³

ABSTRACT

Knowledge of the evapotranspiration of the cultures and the vegetation in general is very important regarding activities connected to the watershed management, in weather and hydrological modeling, and mainly in water management of the irrigated agriculture. There are many methods of computing the reference evapotranspiration, especially: the model from Penman-Monteith (reference of FAO - Food Agriculture Organization), Hargreaves, Blaney-Criddle and Thorntwaite. In order to assess the evapotranspiration in the study area, it was used hydro-climatic data from CPTEC/INPE station located at 22°41' South latitude, 42°79' West longitude and altitude of 871m, next to the Corrego Sujo basin located in the mountain region of Rio de Janeiro state, in Teresópolis city. Farming in this basin makes indiscriminate use of irrigation in vegetable crop production (cucurbit).

1.Introdução

Evapotranspiração, segundo Borges e Mendiondo (2005), é a perda de água de uma superfície com qualquer tipo de vegetação e sob qualquer condição de umidade do solo. Essa é uma variável de extrema importância para a modelagem hidrológica e para a racionalização do uso da água na agricultura. Entretanto, sua determinação não é uma tarefa das mais fáceis, uma vez que depende da umidade do solo, do tipo de vegetação e do clima local. Objetivando a simplificação de tais cálculos, definiu-se o conceito de evapotranspiração de referência (Allen *et al.*, 1998), que necessita apenas de dados meteorológicos para sua quantificação, podendo ser ajustada posteriormente às condições específicas de vegetação e umidade do solo (Mantovani, 1993).

Para a quantificação da evapotranspiração de referência, utilizam-se modelos empíricos ou ditos determinísticos com embasamento físico, com ou sem componentes aleatórios ou probabilísticos (Soares *et al.*, 2003, citados por Borges e Mendiondo, 2005). A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization* –FAO) recomenda o uso do método de Penman-Monteith para a estimativa de evapotranspiração (Allen *et al.*, 1998). Entretanto, esse modelo apresenta um nível de exigência de dados de entrada que dificultam sua aplicação, uma

¹ Graduando em Meteorologia, IGEO/CCMN/UFRJ, Laboratório de Geo-Hidroecologia, E-mail: vitords@oi.com.br.

² Professora Adjunto, Meteorologia/IGEO/CCMN/UFRJ, Laboratório de Agrometeorologia, E-mail: celia@lma.ufrj.br.

³ Professor Adjunto, Geografia/IGEO/CCMN/UFRJ, Laboratório de Geo-Hidroecologia, E-mail: andreavelar@acd.ufrj.br.

vez que tais elementos meteorológicos nem sempre se encontram disponíveis em algumas regiões. Carmo *et al.* (2005) mencionam que dados e informações são insuficientes ou não acessíveis para se promover uma adequada avaliação dos recursos hídricos, tornando os problemas mais graves nessa área. Nesses casos, a alternativa ,seria o uso de equações simplificadas ou empíricas, que, conseqüentemente, perdem muito da realidade física, que é compensada ou substituída por relações estatísticas oriundas de experimentos. Essas equações empíricas são razoavelmente boas para o local onde foram calibradas. No entanto, para fornecerem estimativas precisas fora das condições em que foram definidas, precisam ser avaliadas e calibradas regionalmente (Mantovani, 1993).

Por outro lado, o que se observa em âmbito nacional é o uso inadequado de equações empíricas. Vale ressaltar que tal prática é motivada, muitas vezes, pela falta de dados para avaliação e calibração local dessas equações, antes de sua utilização. Vepraskas *et al.* (2003) mencionam que os erros de estimativa da evapotranspiração são uma das maiores fontes de erros para os modelos hidrológicos. Nesse sentido, fazem-se necessários estudos que determinem os erros médios de tais equações empíricas para diferentes condições climáticas, tendo em vista que a evapotranspiração é uma variável crucial para a modelagem hidrológica.

A determinação da evapotranspiração de culturas é uma das principais informações para o manejo eficiente da irrigação e para fins de planejamento do uso da água. Existem diversos métodos para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET_o). No presente trabalho serão aplicados: FAO Penman-Monteith (como referência), Hargreaves, Blaney-Criddle e Thorntwaite. Para tanto, serão utilizados dados hidro-climáticos da estação Cia José Francisco Lippi (CPTEC/INPE) na bacia do Córrego Sujo, situada na região serrana do Estado do Rio de Janeiro em Teresópolis. Nesta bacia a atividade agrícola utiliza a irrigação de forma indiscriminada para produção de olericultura.

Objetiva-se apontar possíveis alternativas para otimizar o uso da água na agricultura na bacia do Córrego Sujo.

2. Material e métodos

O presente trabalho caracterizou a evapotranspiração de referência na bacia do Córrego Sujo, situada na região serrana do estado do Rio de Janeiro, em Teresópolis, a partir de dados climáticos do período de janeiro a dezembro de 2008 obtidos pela estação automática do CPTEC/INPE (latitude 22°41' Sul, longitude de 42°79' Oeste e altitude de 871 m). Foi utilizada a equação de referência recomendada pela FAO (Allen et al., 1998; Doorebos & Kassam, 1979), ou seja, Peanman-Monteith, posteriormente comparada com os métodos hidro-meteorológicos empíricos de Hargreaves, Blaney-Criddle e Thorntwaite. O cálculo da evapotranspiração foi determinado por meio de uma planilha Excel.

O cálculo da evapotranspiração de referência em base diária (ET_o) foi efetuado através das equações :

2.1. Penman-Monteith

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)}$$

onde:

ET_o: evapotranspiração de referência estimada conforme Eq. Penman-Monteith (mm d⁻¹);

Δ: representa o declive da curva de pressão de vapor (kPa °C⁻¹);

R_n: radiação líquida à superfície da cultura de referência (MJ m⁻² d⁻¹);

G: fluxo de calor do solo (MJ m⁻² d⁻¹).

γ: representa a constante psicrométrica (em kPa °C⁻¹);

900: coeficiente para a cultura de referência de cálculos padronizados (kJ⁻¹ kg K);

T: temperatura média do ar (°C);

U₂: velocidade média do vento a uma altura de 2 m (m s⁻¹);

(e_a - e_d): déficit da pressão de vapor (kPa);

0,408: valor para 1/ com = 2.45 MJ kg⁻¹ e

0,34: coeficiente de vento para a cultura de referência (kJ⁻¹ kg K).

2.2. Hargreaves

$$ET_o = 0,0023(T_{med} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{0,5} R_a$$

onde :

ET_o: evapotranspiração de referência estimada conforme equação de Hargreaves (mm d⁻¹);

T_{med}: temperatura média do ar (°C);

T_{max}: temperatura máxima do ar (°C);

T_{min}: temperatura mínima do ar (°C);

R_a: radiação acumulada (MJ m⁻² d⁻¹).

2.3. Blaney-Criddle

$$ET_o = k_p (0,46T_a + 8,13)$$

onde:

ET_o: evapotranspiração de referência estimada conforme equação Blaney-Criddle (mm d⁻¹);

T: temperatura média do ar (°C);

K_p: coeficiente de ajuste.

2.4. Thorntwaite

$$ET_o = 16 \left(10 \frac{T_n}{I} \right)^a \text{ para } T_n \text{ entre } 0 \text{ e } 26,5^\circ\text{C.}$$

$$I = \sum_1^{12} (0,2T_n)^{1,514}$$

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1,7912 \cdot 10^{-2} I + 0,49239$$

onde,

ET_o: evapotranspiração de referência estimada conforme equação Thornthwaite (mm d⁻¹);

T_n: temperatura média mensal (°C);

I: índice térmico anual (°C);

a: coeficiente térmico anual (°C).

3. Resultados

Os resultados mostram que os métodos avaliados seguem a tendência anual do método de referência FAO Penman-Monteith (Figura 1). Entretanto, o que mais se ajusta ao método de referência é o de Blaney-Criddle. Todos os métodos superestimam o valor da evapotranspiração.

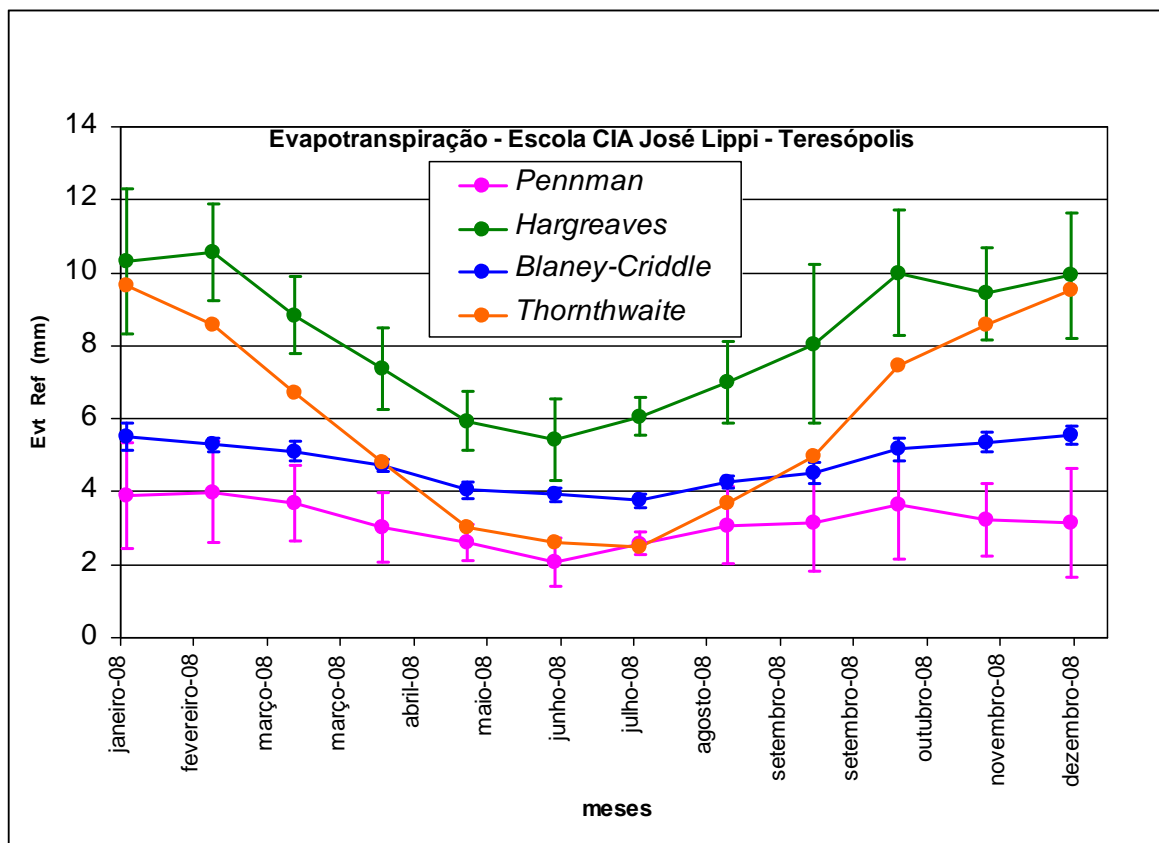


Figura 1 – Estimativa da ETo para a bacia do Córrego Sujo por diferentes métodos.

Os erros variam da seguinte forma: *i*) Hargreaves entre 3,3 mm (127,2% em agosto) e 6,8 mm (214,7% em fevereiro) com valor médio de 5,1mm (158,5%); *ii*) Blaney-Criddle entre 1,18 mm (32,6% em julho) e 2,41 mm (90,6% em dezembro) tendo como valor médio 1,59 mm (52,1%); e *iii*) Thornthwaite varia entre (-0,09 mm) (-3,4% em julho) e 6,38 mm (202,3% em dezembro) com valor médio de 2,83 mm (82,6%).

4. Conclusões

Nenhum dos métodos apresentou resultado satisfatório, o que reforça a necessidade de ajuste regional dos mesmos. Todos os métodos apresentaram erros superiores a 50%, exceto no caso do erro mínimo para Thornthwaite e Blaney-Criddle.

Nesse sentido, o próximo passo deste estudo será o ajuste de métodos de estimativa de evapotranspiração para a região de interesse. Para tanto, faz-se necessário um período maior de dados.

Referências bibliográficas

ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., SMITH, M., 1998, *Crop evapotranspiration, FAO Irrigation and Dranaige paper 56*. 1ed. Roma, FAORome.

BORGES, A.C., MEDIONDO, E.M, 2005, “Comparação entre equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência na bacia do rio Jacupiranga, SP”. In: *XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, João Pessoa, Nov.

CARMO, R.L. DO, OJIMA, A.L.R.O, OJIMA, R., NASCIMENTO, T.T. DO, 2005, “Água virtual: o Brasil como grande exportador de recursos hídricos”. In: *XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, João Pessoa, Nov.

MANTOVANI, E.C., 1993, *Desarrollo y Evaluacion de Modelos para el Manejo del Riego: Estimacion de la Evapotranspiracion y Efectos de la Uniformidad de Aplicacion del Riego sobre la Produccion de los Cultivos*. Dissertação de Doutorado, Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Agronomos, Universidad de Cordoba, Córdoba, Espanha.

VEPRASKAS, M.J., HUFFMAN, R.L., KREISER, G.S., 2006, “Hydrologic models for altered landscapes”, *GEODERMA*, v. 131, n.3, pp. 287-298.