

Comparação de Métodos para Estimativa da Evapotranspiração na Bacia do Córrego Sujo em Teresópolis Rio de Janeiro - Brasil

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

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

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 and Blaney-Criddle. 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.

1.Introdução

Segundo Borges Mendiondo (2005) a evapotranspiração, pode ser definida como 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 relevante 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, já que é um fenômeno 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).

A quantificação da evapotranspiração de referência, é calculado a partir de equação baseado em modelos empíricos ou 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). Apesar disso, esse modelo recai em um nível de exigência de dados que dificultam sua aplicação, uma vez que tais elementos

¹ Graduando em Meteorologia, IGEO/CCMN/UFRJ, Laboratório de Geo- Hidroecologia, E-mail: vitors@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.

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-56 Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998), Hargreaves e Blaney-Criddle. Para tanto, serão utilizados dados agrometeorológicos da estação (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 meteorológicos do período de janeiro de 2008 a dezembro de 2010 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), ou seja, Penman-Monteith, posteriormente comparada com os métodos hidrometeorológicos empíricos de Hargreaves e Blaney-Criddle. 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 (Allen *et al.*, 1998)

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

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 (MJ m⁻² d⁻¹);

G: densidade do fluxo de calor do solo ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$);
 γ : representa a constante psicrométrica (em $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$);
 900: coeficiente para a cultura de referência de cálculos padronizados ($\text{kJ}^{-1} \text{kg K}$);
 T: temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$);
 U2: velocidade média do vento a uma altura de 2 m (m s^{-1});
 (ea - ed): déficit da pressão de vapor (kPa);
 0,408: valor para $1/\lambda$ com $\lambda = 2.45 \text{ MJ kg}^{-1}$ e
 0,34: coeficiente de vento para a cultura de referência ($\text{kJ}^{-1} \text{kg K}$).

2.2. Hargreaves (Allen et al., 1998)

$$ET_o = 0,0023(T_{med} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{0,5} R_a \quad (2)$$

onde :

ETo: evapotranspiração de referência estimada conforme equação de Hargreaves (mm d^{-1});
 Tmed: temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$);
 Tmax: temperatura máxima do ar ($^\circ\text{C}$);
 Tmin: temperatura mínima do ar ($^\circ\text{C}$);
 Ra: radiação acumulada ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$).

2.3. Blaney-Criddle (Pereira et al., 1997)

$$ET_o = k_p (0,46T_a + 8,13) \quad (3)$$

onde:

ETo: evapotranspiração de referência estimada conforme equação Blaney-Criddle (mm d^{-1});
 T: temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$);
 Kp: coeficiente de ajuste.

3. Resultados

Os resultados mostram que os métodos avaliados acompanham comportamento da evapotranspiração calculada pelo do método de referência FAO Penman-Monteith (figura1),havendo sempre desvios positivos com valores aproximadamente constante , que superestimam a taxa de evapotranspiração .Entretanto, o que mais se ajusta ao método de referência é o de Blaney-Criddle.

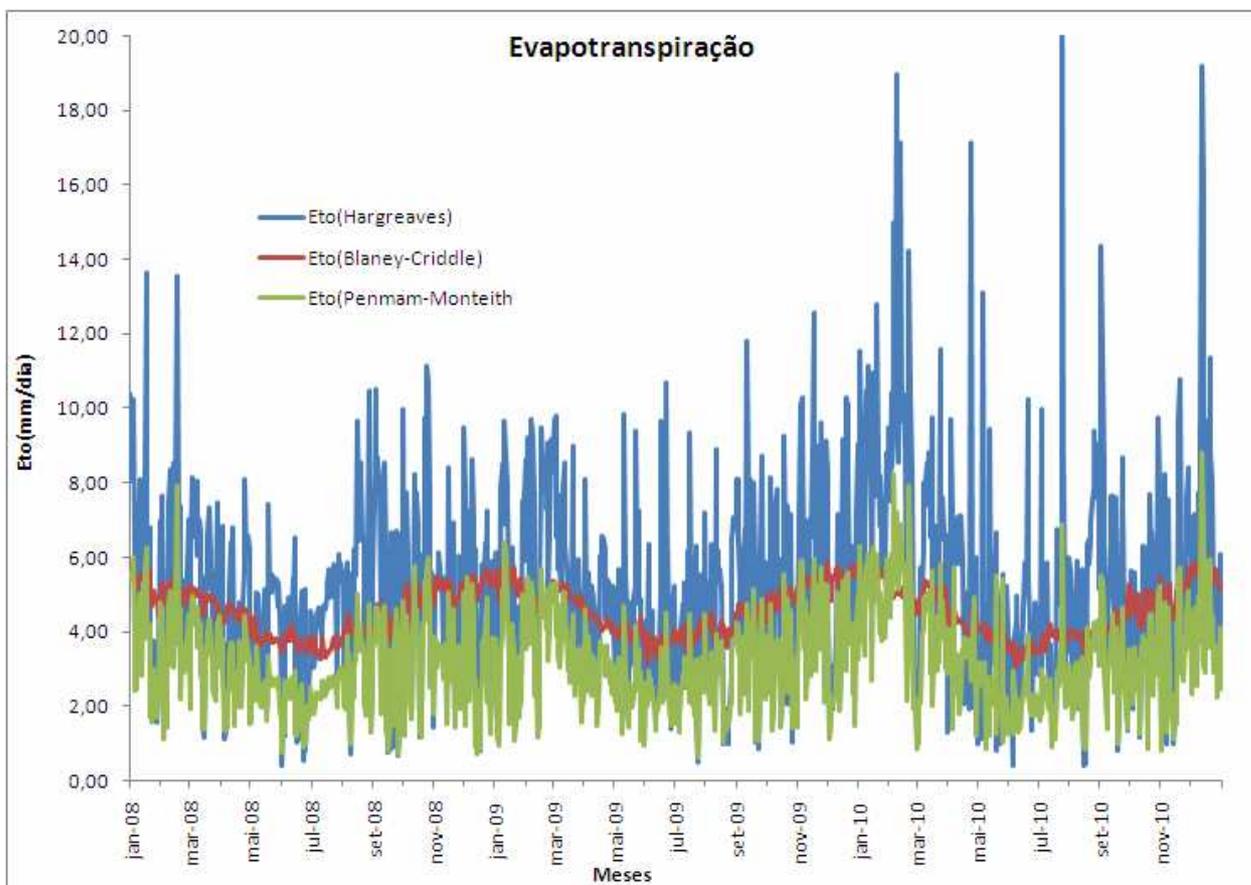


Figura 1 – Estimativa da ETo para a bacia do Córrego Sujo por diferentes métodos.

Os desvios mais significativos variam da seguinte forma: Hargreaves oscila 21,96 mm (148,7% em julho de 2010) e 0,40 mm (36,1% em agosto de 2010) com valor médio de 11,18 mm (136,4%). Blaney-Criddle transita 5,87 mm (33,5% em janeiro de 2010) e 3,08 mm (389,7% em agosto de 2010) tendo como valor médio 4,73 mm (5,35%).

4. Conclusões

Nenhum dos métodos alternativos ao FAO apresentou resultado satisfatório, isto é com baixo erro, o que reforça a necessidade para ajuste regional dos mesmos. Todos os métodos apresentaram erros superiores a 30%. Nesse sentido, o próximo passo deste estudo será o ajuste de métodos de estimativa de evapotranspiração para a região de interesse utilizando a equação de Blaney-Criddle. Para tanto, faz-se necessário um período maior de dados, de temperatura média diária

Agradecimentos

A PIBIC/CNPQ, pela concessão de bolsas e suporte financeiro à pesquisa, aos integrantes dos Laboratórios, LAGRO e GEOHECO.

Referências bibliográficas

ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., SMITH, M., 1998, *Crop evapotranspiration, FAO Irrigation and Drainage 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.

PEREIRA, A.R., VILLA NOVA, N.A., SEDIYAMA, G.C., 1997. Evapotranspiração. Piracicaba: FEALQ, 183p.

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