

### Cálculo da evapotranspiração de referência com base na temperatura do ar

Marco A. F. Conceição<sup>1</sup>  
Francisco Mandelli<sup>2</sup>

#### Introdução

A evapotranspiração (ET) representa a soma da evaporação da água do solo (E) e da transpiração das plantas (T). Estabeleceu-se que a grama seria a cultura de referência (Figura 1), sendo que o valor de ET para essa cultura é denominado evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>).



**Fig. 1.** Esquema representando a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) - Adaptado de Allen et al. (1998).

Os valores da ET<sub>o</sub> são utilizados para calcular a ET das diferentes culturas (ET<sub>c</sub>), sendo também empregados em

zoneamentos agrícolas e no manejo da irrigação, entre outros.

O método padrão recomendado pela FAO (órgão das Nações Unidas responsável pela Agricultura) para o cálculo de ET<sub>o</sub>, utiliza valores da temperatura do ar, da radiação solar, da velocidade do vento e da umidade relativa do ar (ALLEN et al., 1998).

A maior parte dos serviços meteorológicos no Brasil, contudo, fornecem somente dados de precipitação pluvial e temperatura do ar. Por essa razão, há a necessidade, muitas vezes, de se calcular a ET<sub>o</sub> empregando-se um método que utilize somente valores de temperatura do ar, como o de Hargreaves-Samani.

<sup>1</sup> Embrapa Uva e Vinho/Estação Experimental de Viticultura Tropical, Caixa Postal 241, CEP 15700-000 Jales, SP. E-mail: marcoafc@cnpuv.embrapa.br.

<sup>2</sup> Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000 Bento Gonçalves, RS. E-mail: mandelli@cnpuv.embrapa.br.

## Método de Hargreaves Samani

Esse método foi testado em duas regiões vitícolas brasileiras e, quando comparado ao método padrão, apresentou uma tendência média em superestimar os valores diários de ETo em 2%, no noroeste paulista, e em 1%, na Serra Gaúcha (CONCEIÇÃO; MARIN, 2005; CONCEIÇÃO; MANDELLI, 2005). O seu desempenho foi classificado como muito bom nos dois locais estudados, de acordo com os coeficientes estatísticos adotados (CONCEIÇÃO; MARIN 2005; CONCEIÇÃO; MANDELLI, 2005).

O método pode ser escrito da seguinte forma (SAMANI, 2000):

$$E_{To} = 0,0135 \cdot K \cdot R_a \cdot \sqrt{(T_{max} - T_{min})} \cdot (T_{med} + 17,8)$$

em que "ETo" é a evapotranspiração de referência (mm/dia); "K" é um coeficiente igual a 0,162 para regiões continentais e 0,190 para regiões costeiras; "Ra" é a radiação solar no topo da atmosfera, expressa em equivalente de evaporação (mm/dia), que varia com o mês e a latitude do local (Tabela 1); e "Tmax", "Tmin" e "Tmed" são as temperaturas máxima, mínima e média do ar, respectivamente (°C). Quando não houver dados de Tmed, o seu valor pode ser obtido pela expressão:

$$T_{med} = 0,5 \cdot (T_{max} + T_{min})$$

## Exemplos de Cálculo

1) Calcular o valor de ETo em Jales, SP (latitude 20°S), para o dia 09 de setembro, sendo os valores de Tmax=32,4°C e Tmin=18,2°C.

- K=0,162 (região continental)
- Ra=13,9 (Tabela 1 - 20°S)
- $\sqrt{(T_{max} - T_{min})} = \sqrt{(32,4 - 18,2)} = 3,8$
- Tmed=0,5 . (32,4+18,2)=25,3
- ETo=0,0135 . 0,162 . 13,9 . 3,8 . (25,3+17,8)

$$E_{To} = 5,0 \text{ mm/dia}$$

2) Calcular o valor de ETo em Bento Gonçalves, RS (latitude 29°S), para o dia 09 de setembro, sendo os valores de Tmax=23,2°C e Tmin=13,0°C.

- K=0,162 (região continental)
- Ra=12,9 (Tabela 1 - 29°S)
- $\sqrt{(T_{max} - T_{min})} = \sqrt{(23,2 - 13,0)} = 3,2$
- Tmed=0,5 . (23,2+13,0)=18,1
- ETo=0,0135 . 0,162 . 12,9 . 3,2 . (18,1+17,8)

$$E_{To} = 3,2 \text{ mm/dia}$$

## Referências

ALLEN R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

CONCEIÇÃO, M. A. F.; MANDELLI, F. Estimativa da evapotranspiração de referência diária para a região de Bento Gonçalves, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, 2005. (no prelo).

CONCEIÇÃO, M. A. F.; MARIN, F. R.  
 Estimativa da evapotranspiração de  
 referência utilizando os métodos de  
 Hargreaves-Samani e do tanque Classe  
 A. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE  
 AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005,  
 Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP,  
 2005. (no prelo).

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O.  
**Necessidades hídricas das culturas.**  
 Campina Grande: UFPB, 1997. 204 p.  
 SAMANI, Z. Estimating solar radiation and  
 evapotranspiration using minimum  
 climatological data. **Journal of Irrigation  
 and Drainage Engineering**, Reston, v.  
 126, n. 4, p. 265-267, 2000.

TABELA 1 - Radiação solar no topo da atmosfera ( $R_a$ ) no dia 15 de cada mês, expressa em  
 equivalente de evaporação ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) para diferentes latitudes sul (graus).

LAT	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0	15,0	15,2	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8
2°	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3	15,1
4°	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
6°	15,8	16,0	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14,0	15,0	15,7	15,8	15,7
8°	16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16,0	16,0
10°	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12,0	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
12°	16,6	16,3	15,4	14,0	12,5	11,6	12,0	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
14°	16,7	16,4	15,3	13,7	12,1	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,6
16°	16,9	16,4	15,2	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8
18°	17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
20°	17,3	16,5	15,0	13,0	11,0	10,0	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4
22°	17,4	16,5	14,8	12,6	10,6	9,6	10,0	11,6	13,7	15,7	17,0	17,5
24°	17,5	16,5	14,6	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
26°	17,6	16,4	14,4	12,0	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8
28°	17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9
30°	17,8	16,4	14,0	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1
32°	17,8	16,2	13,8	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1
34°	17,8	16,1	13,5	10,5	8,0	6,8	7,2	9,2	12,0	14,9	17,1	18,2
36°	17,9	16,0	13,2	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17,0	18,2
38°	17,9	15,8	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17,0	18,3
40°	17,9	15,7	12,5	9,2	6,6	5,3	5,9	7,9	11,0	14,2	16,9	18,3

Fonte: Doorenbos & Pruitt. (1997).

**Comunicado Técnico, 61**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Uva e Vinho**  
 Rua Livramento, 515 – C. Postal 130  
 95700-000 Bento Gonçalves, RS  
 Fone: (0xx)54 455-8000  
 Fax: (0xx)54 451-2792  
 http:// www.cnpuv.embrapa.br



1ª edição  
 1ª impressão (2005):

**Comitê de Publicações**

**Presidente:** Lucas da Ressurreição Garrido  
**Secretária-Executiva:** Sandra de Souza Sebben  
**Membros:** Jair Costa Nachtigal, Kátia Midori Hiwatashi,  
 Osmar Nickel, Viviane Maria Zanella Bello Fialho

**Expediente**

**Revisão do texto:** Rosa Mística Zanchin  
**Tratamento das ilustrações:** Dalton A. Zat  
**Normalização bibliográfica:** Kátia Midori Hiwatashi