

## EQUAÇÃO FAO-PENMANN-MONTEITH

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

$Et_o$  = Evapotranspiração de referência (mm dia<sup>-1</sup>)

$Rn$  = Radiação líquida (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>)

$G$  = Densidade do fluxo de calor do solo (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>)

$T$  = Temperatura média do ar (°C)

$U_2$  = velocidade média do vento à altura de 2 m (m s<sup>-1</sup>)

$e_s$  = tensão do vapor de saturação (kPa)

$e_a$  = tensão actual do vapor de água (kPa)

$e_s - e_a$  = defice de saturação (kPa)

$\Delta$  = declive da curva da tensão do vapor (kPa °C<sup>-1</sup>)

$\gamma$  = constante psicrométrica (kPa °C<sup>-1</sup>)

### I - CÁLCULO DE $\Delta$

$$\Delta = \frac{2504 \exp\left(\frac{17.27T}{T+237.3}\right)}{(T+237.3)^2}$$

$$T = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2}$$

$T_{\max}$  = temperatura mínima (°C)

$T_{\min}$  = temperatura máxima (°C)

### II - CÁLCULO DE $\gamma$

$$\gamma = 0.00163 \frac{P}{2.45}$$

$$P = 101.3 \left( \frac{293 - 0.0065z}{293} \right)^{5.26}$$

$z$  = altitude (m)

### III - CÁLCULO DE $e_s$

$$e_s = \frac{e^0(T_{\min}) + e^0(T_{\max})}{2}$$

com

$$e^0(T) = 0.611 \exp\left(\frac{17.27T}{T+237.3}\right)$$

### IV - CÁLCULO DE $e_a$

$$e_a = \frac{e^0(T_{\min}) \frac{RH_{\max}}{100} + e^0(T_{\max}) \frac{RH_{\min}}{100}}{2}$$

$RH_{\max}$  = humidade relativa máxima (%)

$RH_{\min}$  = humidade relativa mínima (%)

## V - CÁLCULO DE $U_2$

$$U_2 = U_z \frac{4.87}{\ln(67.8 z_m - 5.42)}$$

$U_z$ = velocidade média do vento medida à altura  $z_m$

## VI - CÁLCULO DE $R_n$

$$R_n = R_s - \alpha R_s - R_{nl}$$

com

$R_s$ = radiação global ( $\text{Mj m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ )

$\alpha$ = Albedo da superfície terrestre = 0.23 para a referência

$$R_{nl} = \sigma \left[ \frac{(T_{\max} + 273)^4 + (T_{\min} + 273)^4}{2} \right] (0.34 - 0.14\sqrt{e_a}) \left( 1.35 \frac{R_s}{R_{s0}} - 0.35 \right)$$

onde:

$\sigma$ = Constante de Stefan-Boltzmann =  $4.90 \times 10^{-9}$

$$R_{s0} = (0.75 + 2 \times 10^{-5} z) Ra$$

com:

$Ra$  = radiação no topo da atmosfera ( $\text{Mj m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) calculada do seguinte modo:

$$Ra = 37.6 d_r (\omega_s \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin \omega_s)$$

$$\omega_s = \frac{\pi}{2} - \arctan \left( \frac{-\tan \varphi \tan \delta}{X^{0.5}} \right)$$

$$X = 1 - (\tan \varphi)^2 (\tan \delta)^2$$

$$d_r = 1 + 0.033 \cos(0.0172 J)$$

$$\delta = 0.409 \sin(0.0172 J - 1.39)$$

$J$ =dia juliano

$\varphi$ = latitude (radianos)

## VII - CÁLCULO DE $G$

## IX - CÁLCULO DE G para dados mensais

com:

$T_i$  = temperatura média do ar relativa ao mês

$T_{i-1}$  = temperatura média do ar relativa ao mês antecedente

$T_{i+1}$  = temperatura média do ar relativa ao mês seguinte

Quando se trabalha com dados diário  $G=0$

## **Dados necessários para calcular a ETo num dado dia.**

**$z$  = altitude (m)**

**$T_{max}$  = temperatura mínima ( $^{\circ}\text{C}$ )**

**$T_{min}$  = temperatura máxima ( $^{\circ}\text{C}$ )**

**$RH_{max}$  = humidade relativa máxima (%)**

**$RH_{min}$  = humidade relativa mínima (%)**

**$U_z$  = velocidade média do vento**

**$z_m$  = medida à altura  $z_m$**

**$J$  = dia juliano**

**$\varphi$  = latitude (radianos)**

Horas de sol (n) ou Radiação global (Rs) ou radiação líquida Rn

Para calcular o valor mensal, considerar um dia ideal que tenha os valores médios mensais. Considerar para o cálculo de J, o dia 15 do mês-,