

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⁻¹)

R_n = Radiação líquida (Mj m⁻² dia⁻¹)

G = Densidade do fluxo de calor do solo (Mj m⁻² dia⁻¹)

T = Temperatura média do ar (°C)

U_2 = velocidade média do vento à altura de 2 m (m s⁻¹)

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)

Δ = declive da curva da tensão do vapor (kPa °C⁻¹)

γ = constante psicrométrica (kPa °C⁻¹)

I - CÁLCULO DE Δ

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

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

T_{\max} = temperatura mínima (°C)

T_{\min} = temperatura máxima (°C)

II - CÁLCULO DE γ

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

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

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 ($\text{Mj m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$)

α = Albedo da superfície terrestre = 0.23 para a referência

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

onde:

σ = Constante de Stefan-Boltzmann = $4.90 \cdot 10^{-9}$

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

com:

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

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

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

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

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

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

J = dia juliano

φ = latitude (radianos)

VII - CÁLCULO DE G

IX - CÁLCULO DE G para dados mensais

$$G = 0.07 (T_{i+1} - T_{i-1}) \quad \text{ou} \quad G = 0.14 (T_i - T_{i-1}) \quad G = 0.14 (T_{i+1} - T_i)$$

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 (°C)

T_{min} = temperatura máxima (°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

φ = 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,