



HIDROLOGIA

Aula prática 2

Evapotranspiração de referência
Intercepção

Contextualização: o que é a evapotranspiração de referência e qual é a sua utilidade?

Evapotranspiração de referência. ET_0

taxa de evapotranspiração de uma cultura de referência hipotética, para a qual se assume uma altura constante de 0.12 m, uma resistência de superfície constante de 70 s m⁻¹ e um albedo de 0.23, semelhante à evapotranspiração de um extenso coberto de relva verde de altura uniforme, em crescimento ativo, cobrindo totalmente o solo e bem abastecido de água

Allen et al. (1998)

O conhecimento de ET_0 é fundamental para a determinação da evapotranspiração dos cobertos vegetais (ET)

Por sua vez,
ET é
fundamental
para :

ET

Balanço hidrológico a nível das bacias para gestão dos recursos hídricos

Balanço hidrológico a nível das parcelas agrícolas e florestais para determinação das necessidades de rega

Na aula teórica desta semana foram apresentados e descritos os métodos de **cálculo** da ET_o

Pretende-se que os alunos nesta aula prática, através da resolução do Trabalho Prático 3:

- conheçam as variáveis que entram no **cálculo** da ET_o pelo método da FAO P-M
- façam uma análise de sensibilidade de ET_o às diferentes variáveis (R_n , T , u_2 e VPD)
- calibrem o factor da radiação **k_{RS}** na Equação de Hargreaves-Samani

Equação FAO/ Penman-Monteith

$$ET_o = \frac{\Delta 0.408 (R_n - G) + \gamma \frac{900}{(T + 273)} (e_s - e_a) u_2}{\Delta + \gamma (1 + 0.34u_2)}$$

- Δ – declive da curva de pressão de vapor, em kPa °C⁻¹;
- γ – constante psicrométrica, em kPa °C⁻¹;
- R_n – radiação líquida absorvida pelo coberto, em MJ m⁻² d⁻¹;
- G – densidade de fluxo de calor para o solo, em MJ m⁻² d⁻¹
- e_s – pressão de vapor de saturação, em kPa
- e_a – pressão real de vapor, em kPa
- u_2 – velocidade média do vento a 2 m de altura, em m s⁻¹
- T – temperatura média diária, em °C

Para explicação detalhada dos termos da equação consultar:

- ppt da aula teórica e
- Allen et al. 1998



<https://www.fao.org/3/x0490e/x0490e06.htm>

Coeficiente de sensibilidade (McCuen, 1974)

$$S_i = \frac{\partial F}{\partial x_i} \frac{x_i}{F}$$

F – função
 x_i – variável i

No caso de não ser possível diferenciar a função ou caso seja muito trabalhoso fazê-lo, a análise de sensibilidade pode ser feita obtendo uma solução a partir dum conjunto de valores das variáveis e, depois fazer variar cada uma delas independentemente das outras

É o que se propõe fazer neste trabalho

Metodologia a seguir

1. Fazer download do FENIX do ficheiro Excel [Hidro_ETo](#) :
2. Na folha [FAO-PM](#), [sensibilidade](#) introduzir a % de variação desejada para a variável em estudo (+20% e -20%) (células a laranja). Os resultados saem na folha [gráficos sensibilidade](#).
Altere uma variável de cada vez. Sugestão de gráficos a fazer:
 - ❖ Valores de ETo vs valores de ETo iniciais (adicionar a linha de tendência e respectiva equação
 - ❖ Valores da % variação ao longo do ano
 - ❖ Valores da % variação em função do valor da variável
3. Comente os resultados

b) Equação empírica: Hargreaves – Samani (1985)

$$ET_o = 0.0135 k_{Rs} (T_{max} - T_{min})^{0.5} (T_{méd} + 17.8) \frac{R_a}{\lambda}$$

ET_o – evapotranspiração de referência (mm/dia)

T – temperaturas do ar (°C)

R_a – radiação solar no topo da atmosfera ($\text{MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$)

λ – calor latente de vaporização (MJ kg^{-1})

k_{Rs} – coeficiente de ajustamento da radiação

- para locais no "interior", com domínio de massas terrestres $k_{Rs} = 0.16$
- para zonas "costeiras", situadas na ou perto da costa, $k_{Rs} = 0.19$
- em termos médios, utiliza-se $k_{Rs} = 0.17$

Metodologia a seguir

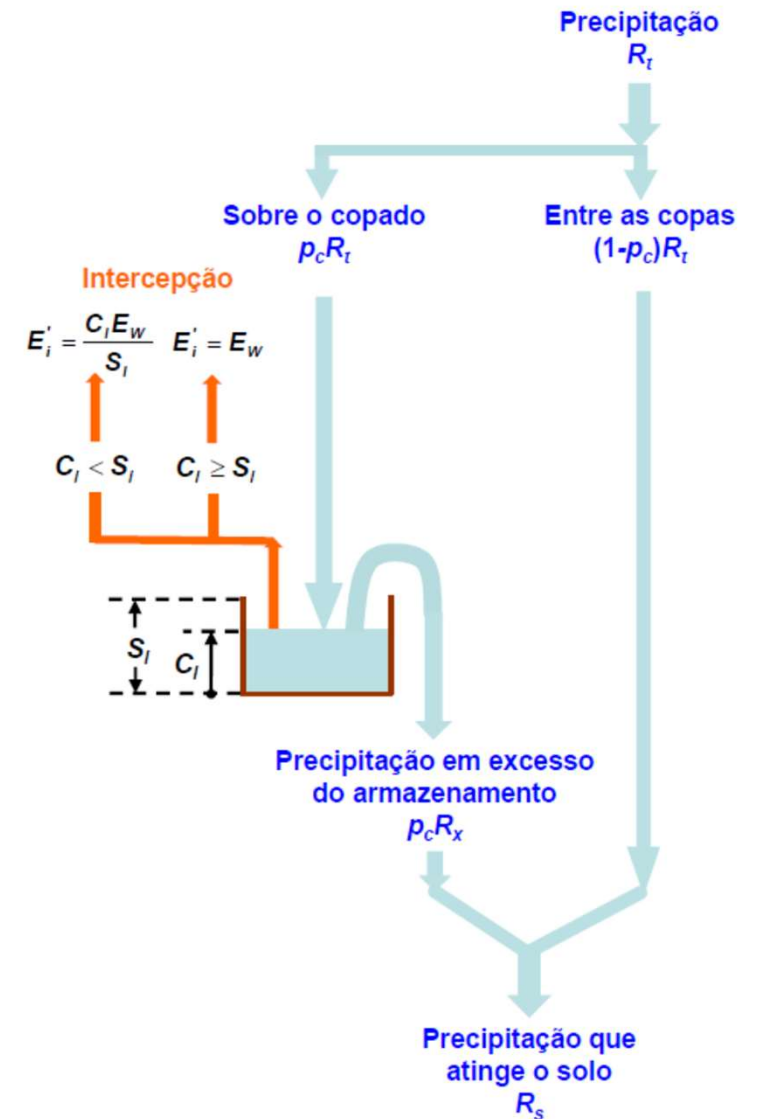
1. No mesmo ficheiro Excel [Hidro_ETo](#) trabalhar numa nova folha
2. Fazer o cálculo de ET_o / k_{Rs} pela equação de Hargreaves-Samani
3. Fazer o gráfico ET_o (FAO-PM) vs ET_o (HS) e ajustar a linha de tendência
4. O declive dessa recta corresponde a k_{Rs}
5. Comente o resultado

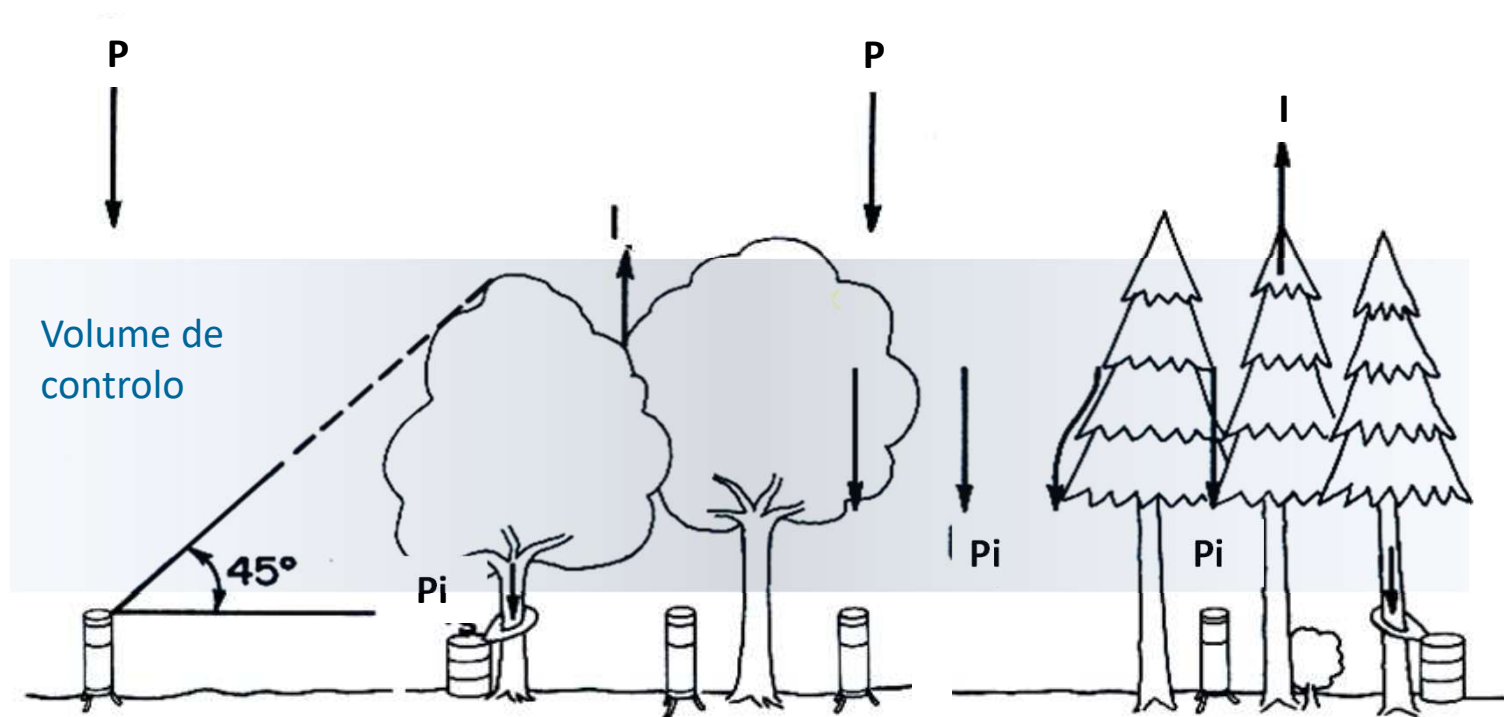
Intercepção pelo copado duma floresta

A intercepção total é constituída por duas fracções:

- a água da chuva que é retida pela folhagem
- a água que é evaporada durante a chuvada

A intercepção ocorre sobretudo no início da chuvada





Equação do balanço

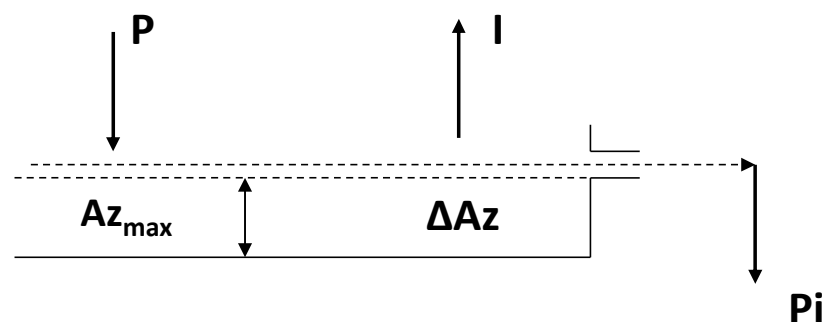
$$P - (I + P_i) = \Delta Az \rightarrow I = P - P_i - \Delta Az$$

P – precipitação (acima da copa)

P_i – precipitação interna (directa. troncos)

I – perda por intercepção (evaporação a partir das copas molhadas)

O processo de interceptação da precipitação pelo copado pode ser simulado como se se tratasse de um reservatório:



- O armazenamento de água na copa (**Az**) pode variar entre zero (copa enxuta) até a um máximo característico do povoamento (capacidade de armazenamento do copado. **Az_{max}** : copa saturada).
- Acima do armazenamento máximo. todo o excesso drena para o solo sob a forma de gotejo (**P_i**).
- A evaporação a partir das copas molhadas dá-se à taxa potencial. isto é. máxima (**E_p**) desde que exista água no armazenamento da copa.