

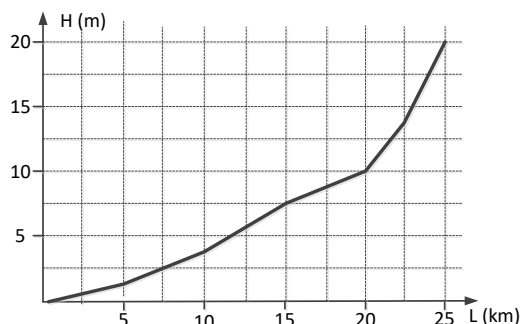


**INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO**  
**Hydrologia, Ambiente e recursos hídricos**  
**Ano lectivo 2015/16 – 2º exame – Duração: 2 horas**

(Cada pergunta vale 2/20)

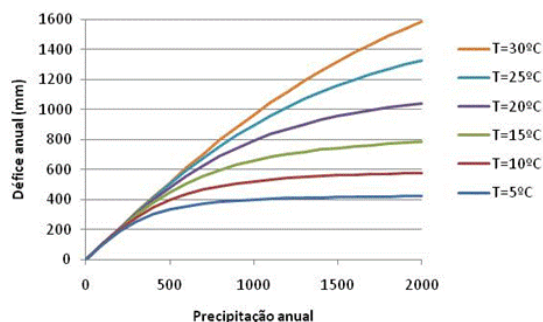
1. A área de terra é de 510 000 000 km<sup>2</sup>, com 70 % correspondendo a oceanos e 30% a continentes. Sabendo-se que a precipitação anual média sobre os oceanos e continentes é 1270 milímetros e 805 mm, respetivamente, e que a evaporação anual média de oceanos e de continentes é 1400 mm e 485 mm, respetivamente, estime o escoamento anual médio dos continentes para os oceanos, em km<sup>3</sup>/ano, e o fluxo através da atmosfera dos oceanos para os continentes, em km<sup>3</sup>/ano

2. A figura à direita mostra o perfil de um rio. Determine o declive médio, o declive equivalente e o declive 10,85 desse rio.

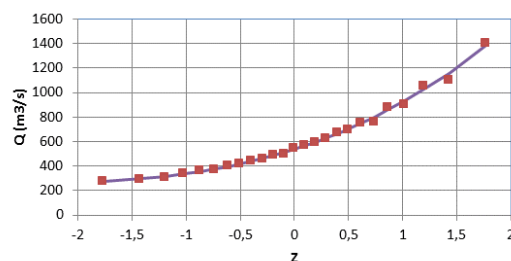


3. Explique o papel do coeficiente de cultura na estimativa da evapotranspiração e discuta brevemente que fatores influenciam este coeficiente e porquê.

4. A figura à direita mostra a representação gráfica da fórmula Turc. Justifique a localização e a forma de cada curva no gráfico e explique como o gráfico pode ser utilizado para estimar o escoamento anual.



5. O registo do caudal máximo anual de uma estação de hidrometria localizada a montante de uma pequena cidade segue uma função de distribuição de probabilidade de Pearson 3, conforme é mostrado no gráfico. Estime o valor do caudal de cheia para T = 20 anos



6. Considere um solo com as características indicadas na tabela. Num dado momento, quando o grau de saturação do solo é igual a 40%, ocorre uma tempestade com uma hora de duração que conduz a uma infiltração de 50 mm. Sob estas condições, qual é o teor de humidade do solo no final da tempestade (em m/m) e 5 horas após o final da tempestade (em m/m)? Justifique sua resposta.

7. Considere o solo do exercício anterior. Assumindo que no início do evento pluvioso acima mencionado a capacidade de infiltração é 60 mm/h, estime a constante do modelo de Horton.

8. Beja (Alentejo, Portugal) tem um clima mediterrâneo com verões quentes secos e invernos suaves e uma precipitação anual média em torno de 578 mm/ano. Na região, a concentração de cloretos na água da chuva e em corpos de água subterrânea foi monitorada mensalmente nos últimos 5 anos. Usando a informação de monitorização resumida nas tabelas seguintes calcule a taxa de recarga de águas subterrâneas

Parâmetro	Valor
Profundidade do solo, h (m)	0,60
Porosidade, n	0,50
Teor de humidade quando saturado, $\theta_s$ (m/m)	0,46
Capacidade de campo, $\theta_{cc}$ (m/m)	0,25
Ponto de emurchecimento, $\theta_e$ (m/m)	0,12
Cond. hidráulica quando saturado, $K_s$ (mm/h)	5,0

Tabela 1. Concentração de cloretos em mg/l na massa de água "Gabros de Beja".

No amostras	Min	Q1	Mediana	Média	Q3	Max.	Desvio padrão
60	13.0	22.0	32.5	48.2	59.4	235.0	39.8



**INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO**  
**Hydrologia, Ambiente e recursos hídricos**  
**Ano lectivo 2015/16 – 2º exame – Duração: 2 horas**

Tabela 2. Concentração de cloretos, em mg/l, na água da chuva da região de Beja.

No amostras	Min	Q1	Mediana	Média	Q3	Max.	Desvio padrão
60	0.4	2.2	3.4	4.2	5.5	13.4	3.3

9. Considere uma bacia situada numa região em que a curva de possibilidade udométrica para um período de retorno de 50 anos é  $P = 45 \cdot D^{0,65}$ , com P em mm e D horas, e que possui o hidrograma unitário para 15 min apresentado na tabela. Determine o hidrograma de cheia gerado por um evento crítico de precipitação não uniforme, assumindo uma taxa de infiltração de 20%.
- |             |   |    |    |    |    |
|-------------|---|----|----|----|----|
| T (min)     | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 |
| u (m3/s/mm) | 0 | 50 | 25 | 10 | 0  |
10. Considere a bacia do exercício anterior e use a fórmula racional para estimar o caudal de ponta de cheia para T = 50 anos. Explique por que é que o valor obtido é diferente do valor máximo do hidrograma de cheia obtido no exercício anterior.

**Fórmulas úteis:**

Normal reduzida:

p	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.99
z	-2.33	-1.64	-1.28	-0.84	-0.52	-0.25	0.00	0.25	0.52	0.84	1.28	1.64	2.33

Factor de probabilidade de Pearson 3:

$$K_p = \frac{2}{\gamma} \cdot \left( 1 + \frac{z_p \cdot \gamma}{6} - \frac{\gamma^2}{36} \right)^3 - \frac{2}{\gamma}$$

Modelo de Horton:

$$f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt}$$

$$F = f_c \cdot t + \frac{f_0 - f_c}{k} \cdot (1 - e^{-k \cdot t})$$

Coefficiente do agravamento da fórmula racional

$$f = 2 - \sqrt{n}$$