



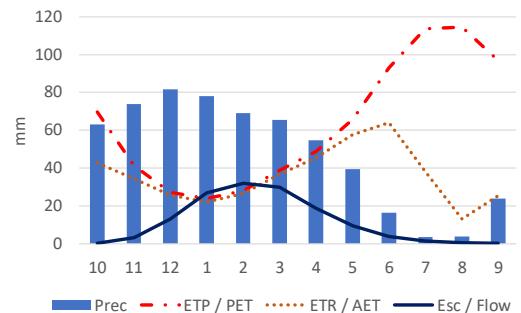
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Mestrado em Engenharia do Ambiente
Joint Master Programme on Groundwater and Global Change, Impacts and Adaptation
Hidrologia, Ambiente e Recursos Hídricos
Ano Letivo 2018/19 – Exame 1 – Duração: 2 horas

Responda sucintamente e concretamente a cada uma das perguntas, recorrendo se necessário ao formulário apresentado no final do exame.

1. Considere uma albufeira que inunda 15 km² de terreno e que tem uma bacia hidrográfica com 450 km² (excluindo os 15 km² do plano de água). Num determinado ano ocorrem nessa bacia hidrográfica uma precipitação anual estimada em 1200 mm e uma evapotranspiração anual igual a 750 mm. Sabendo que o mesmo valor de precipitação ocorre na albufeira e que dela evaporam 950 mm/ano, e ainda que é necessário assegurar 3 m³/s a jusante da albufeira para fins ecológicos, estime o volume anual que é possível fornecer para diversos usos.

2. A radiação solar incidente na superfície terrestre varia entre 25% e 75% do valor da radiação solar no topo da atmosfera. Explique a razão desta variação e os limites do intervalo indicado.

3. A figura à esquerda representa a variação dentro de um ano hidrológico das médias mensais de precipitação, evapotranspiração potencial, evapotranspiração real e escoamento superficial. Explique a variação de cada uma das curvas e por que elas atingem o pico em diferentes épocas do ano.



4. Considere a curva de duração média do caudal médio diário indicada no quadro. Estime o volume anual que pode ser utilizado por uma central mini-hídrica instalada no curso de água e que pode operar para uma gama de caudal entre 5 e 10 m³/s.

Duração média (dias)	1	50	100	150	200	250	300	350	365
Caudal médio diário (m ³ /s)	35	20	12	7	3	1	0	0	0

5. A análise estatística de uma amostra de valores de caudal máximos anuais gerados numa bacia hidrográfica apresenta uma média igual a 100 m³/s e indica que a distribuição destes valores pode ser explicada pela lei de Gumbel. De acordo com essa lei, a estimativa do valor de caudal associado ao período de retorno de 50 anos é 500 m³/s. Estime o valor de caudal máximo associado ao período de retorno de 100 anos.
6. Considere um solo com 80 cm de profundidade, uma porosidade de 30% e uma capacidade de campo de 200 mm.
- Se o teor de humidade do solo for 180 mm, qual é o grau de saturação do solo?
 - Se nas condições da alínea anterior, ocorrer uma infiltração de 30 mm, qual é o teor de humidade final do solo e qual é a quantidade que drena verticalmente para as camadas inferiores da coluna litológica?
7. Um terreno agrícola é constituído por um solo com uma capacidade de infiltração de 40 mm/h quando seco, com uma capacidade de infiltração de 5 mm/h quando saturado e com uma constante k da fórmula de Horton de 0,6 h⁻¹. Na sequência de uma seca prolongada, o solo foi sujeito a uma precipitação intensa durante 30 min. Esboce as curvas de evolução temporal da taxa de infiltração e da infiltração acumulada, definindo pelo menos 4 pontos em cada gráfico.
8. No quadro é apresentado o registo de precipitação útil e de caudal de uma cheia observada numa determinada secção.
- Qual é a área e o tempo de concentração da bacia hidrográfica?
 - Estime o hidrograma produzido por um evento em que precipitam 15, 30 e 18 mm, em três períodos consecutivos de 30 minutos.



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Mestrado em Engenharia do Ambiente
Joint Master Programme on Groundwater and Global Change, Impacts and Adaptation
Hidrologia, Ambiente e Recursos Hídricos
Ano Letivo 2018/19 – Exame 1 – Duração: 2 horas

Intervalo (min)	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	180-210	
Precipitação útil (mm)	10	20	12	0	0	0	0	
Tempo (min)	0	30	60	90	120	150	180	210
Caudal (m ³ /s)	0	30	110	176	160	88	24	0

9. Considere uma bacia hidrográfica com 50 km² e um tempo de concentração de 1,5 h. A curva intensidade-duração-frequência, IDF, para o período de retorno de 100 anos aplicável a essa bacia possui a seguinte expressão: $i(\text{mm/h}) = 350 t(\text{min})^{-0.524}$. Aplicando a fórmula racional (com fator de majoração), estime o caudal de ponta de cheia na bacia hidrográfica para o mesmo período de retorno (adote $C=0.75$).
10. Durante os períodos de seca as águas subterrâneas revelam ser um recurso resiliente. Qual a sua importância na gestão das bacias hidrográficas ?

Fórmulas

Tabela de valores da normal reduzida

F(X)	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	0.990	0.999
Kn	0.000	0.253	0.524	0.842	1.282	2.326	3.090

Factor de probabilidade da distribuição de Gumbel:
$$K_p = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} [0.5772 + \ln(-\ln(p))]$$

Modelo de Horton:

$$\begin{cases} f = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt} \\ F = \int_0^t f \cdot dt = f_c t + \frac{f_0 - f_c}{k} (1 - e^{-kt}) \end{cases} \quad \text{com } f \text{ em mm/h; } F \text{ em mm, } k \text{ em } 1/\text{h} \text{ e } t \text{ em h}$$

Factor de majoração: $f = 2 - \sqrt{n}$