

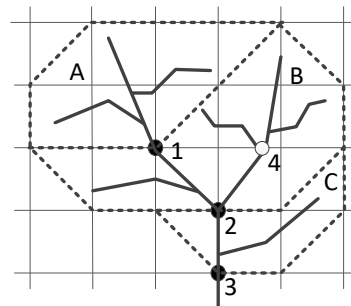


**INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO**  
**Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente**  
**Joint Master Program on GroundWater and Global Change, Impacts and Adaptation**  
**Hidrologia, Ambiente e Recursos Hídricos**  
**Ano lectivo 2016/17 – Exame 2 – Duração: 2 horas**

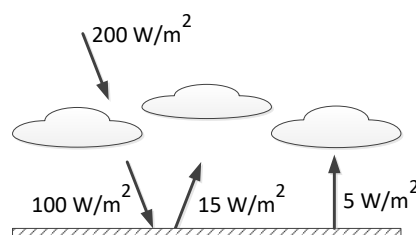
*Cada pergunta vale 2/20*

1. Considere a bacia hidrográfica com 1550 km<sup>2</sup> representada à direita e os valores médios anuais do caudal registado em três secções indicados na tabela. Na bacia hidrográfica existe também uma captação na secção 4, onde são continuamente captados 150 l/s. Calcule a altura de escoamento em regime natural gerado em cada uma das sub-bacias hidrográficas A, B e C, assim como em toda a bacia hidrográfica (em mm).

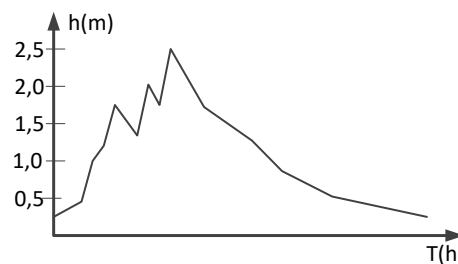
Secção	QMD (m <sup>3</sup> /s)
1	4,36
2	13,64
3	16,41



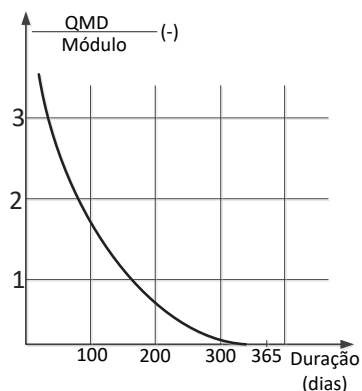
2. A figura mostra o balanço energético da atmosfera num dado dia. Calcule a quantidade de radiação disponível para evaporação e a quantidade de água que pode potencialmente evaporar nesse dia, considerando que a capacidade de recepção de água pela atmosfera não condiciona este volume. Recorde-se que o calor latente de vaporização é 2,5 MJ/kg.



3. A figura mostra o registo do nível hidrométrico observado numa estação hidrométrica na sequência de um evento pluvioso. A curva de vazão dessa estação é  $Q = 40 \cdot (h - 0,2)^{0,3}$ , com Q em m<sup>3</sup>/s e h em m. Sabendo que os valores máximos anuais do caudal de ponta de cheia registados na estação seguem uma distribuição de Gumbel com média 20 m<sup>3</sup>/s e um coeficiente de variação de 0,45, calcule o período de retorno do pico da cheia



4. A figura apresenta a curva de duração média anual do caudal medio diário da secção de jusante de uma bacia hidrográfica com 1200 km<sup>2</sup>. Sabendo o caudal mediano gerado nessa bacia é 7 m<sup>3</sup>/s, calcule o volume do escoamento anual, em hm<sup>3</sup>, e a altura de escoamento média anual, em mm.



5. Considere uma bacia hidrográfica com uma capacidade de retenção de água no solo de 100 mm. Num dia em que o teor de humidade do solo é 80 mm, a precipitação é 40 mm e a evapotranspiração potencial é 15 mm, qual o valor da evapotranspiração real e o valor do excedente da precipitação (que dá origem ao escoamento superficial e ao escoamento subterrâneo)?

6. Considere o solo com as características apresentadas na tabela, onde é cultivada uma cultura com uma evapotranspiração potencial diária igual a 5 mm. Qual é o intervalo de tempo máximo entre regas? Qual deve ser a quantidade de água a fornecer à cultura por dia, se o agricultor quiser controlar a salinidade do solo através de uma percolação para baixo da zona das raízes igual 1 mm/dia. Esboce a evolução do teor de água na zona das raízes para as duas situações, indicando claramente alguns valores de teor de humidade.

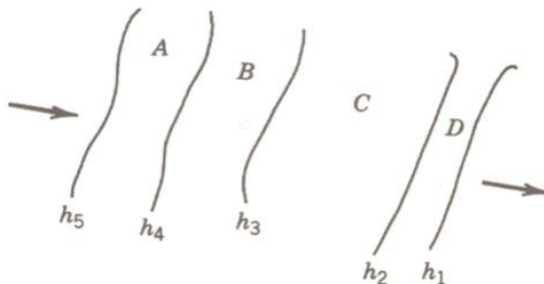
Parâmetro	Valor
Profundidade do solo, h(m)	0,50
Porosidade, n (m/m)	0,55
Teor de humidade dos solo saturado, $\theta_s$ (m/m)	0,50
Capacidade de campo, $\theta_{cc}$ (m/m)	0,30
Ponto de emurchecimento, $\theta_e$ (m/m)	0,15
Cond. hid. quando saturado, Ks (mm/h)	5,0



**INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO**  
**Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente**  
**Joint Master Programme on GroundWater and Global Change, Impacts and Adaptation**  
**Hidrologia, Ambiente e Recursos Hídricos**  
**Ano lectivo 2016/17 – Exame 2 – Duração: 2 horas**

7. Considere o mesmo solo da pergunta anterior. Um evento de precipitação, com uma intensidade uniforme igual a 20 mm/h, dá origem a escoamento superficial que é zero no início da precipitação e que atinge 5 mm/h 10 minutos após o início da precipitação. Assumindo o modelo de Horton, calcule o parâmetro deste modelo.

8. Considere o mapa isopiezométrico representado na figura à direita. Se a condutividade hidráulica (K) da área A for de  $10^{-5}$  m/s, determine a condutividade hidráulica das outras áreas. Suponha que o meio tem características isotrópicas e heterogéneas, que os fluxos de entrada e saída desse setor são idênticos e que a lei de Darcy é válida, calcule a descarga específica (fluxo por unidade de área).



9. Considere uma bacia hidrográfica com o hidrograma unitário para um dt de 1h apresentado na tabela. A bacia hidrográfica situa-se numa área com a seguinte curva de possibilidade udométrica para um período de retorno de 100 anos:  $P = 10 \cdot D^{0,35}$ , com P em mm e D em minutos. Calcule o hidrograma de cheia que resulta do hietograma balanceado de projeto (com blocos de precipitação distintos), para um periodo de retorno de 100 anos, assumindo uma taxa de infiltração de 30%.

Tempo (h)	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
Caudal (m3/s)	0	1,5	3,0	2,0	1,0	0

10. Para a mesma bacia hidrográfica do exercício anterior, esboce no mesmo gráfico os hidrogramas de cheia resultantes de eventos pluviosos de intensidade constante com 3, 4 e 5 horas de duração, indicando claramente alguns pontos notáveis desses hidrogramas. Justifique a sua resposta.

**Fórmula 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 da distribuição de Gumbel:  $K_G = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \{0,5772 + \ln[-\ln(F(x))]\}$

Modelo de Horton:  $f = f_c + (f_0 - f_c)^{-k \cdot t}$   $F = f_c \cdot t + \frac{f_0 - f_c}{k} \cdot (1 - e^{-k \cdot t})$