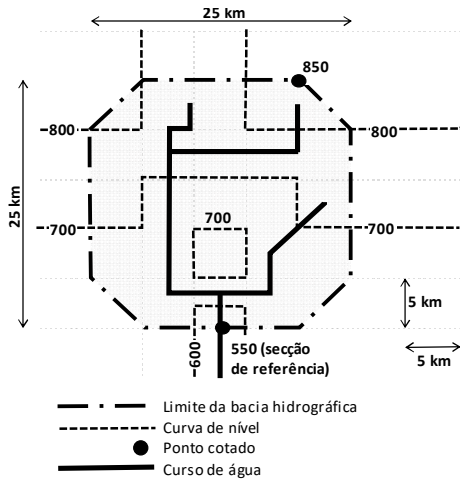
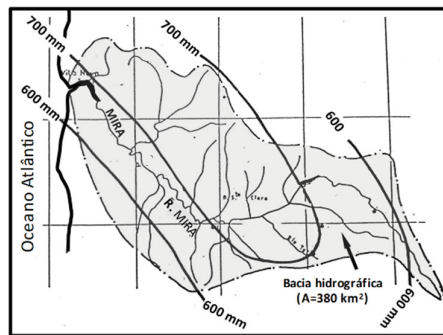
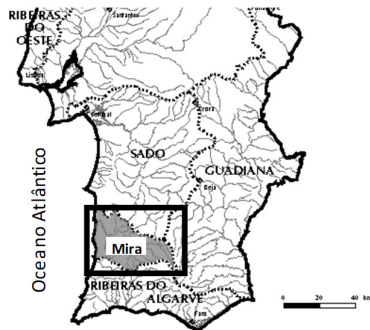


LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL – HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS



- 1) Considere a bacia hidrográfica esquemática da figura, na qual estão também representadas curvas de nível, pontos cotados e cursos de água. A área da bacia hidrográfica é de 575 km².
 - a) Apresente, sob a forma de uma tabela, os pontos (distância; cota) que definem o perfil longitudinal do curso de água principal.
 - b) Calcule o declive médio do curso de água principal expressando-o em percentagem, adimensionalmente e em metros por quilómetro.

2. Na figura representam-se as isoietas anuais médias na bacia hidrográfica do rio Mira, localizada no sul de Portugal, bem como uma bacia hidrográfica com a área de 380 km² aí inserida.
 - a) A que grandeza hidrológica se referem as isoietas?
 - b) O que entende por valores anuais médios dessa grandeza?
 - c) Estime de modo aproximado o valor da grandeza em causa na bacia hidrográfica com a área de 380 km² aí representada.



3. Considere a seguinte equação: $E(mm/dia) = \frac{\Delta E_m + \gamma E_a}{\Delta + \gamma}$
 - a) Diga a que se destina a anterior equação
 - b) Indique, com rigor, mas resumidamente, o significado físico dos termos E_m e E_a .
4. Tendo em vista o estudo das precipitações extremas numa determinada zona de Portugal Continental, foram analisados os registos de precipitações diárias máximas anuais num posto udométrico muito próximo dessa zona, tendo-se obtido as características estatísticas indicadas no quadro abaixo.

Média (mm)	Desvio padrão (mm)	Coefficiente de variação	Coefficiente de assimetria
52.2	18.43	0.35	1.21

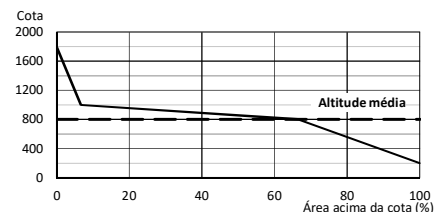
Paralelamente identificou-se na literatura da especialidade a seguinte curva intensidade-duração-frequência (curva IDF) aplicável à zona em estudo, em que i vem expresso em mm/h e t , em min:

$$i = 899.12 t^{-0.739}$$

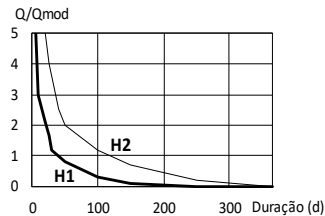
No pressuposto de que a lei de Gumbel se aplica às precipitações extremas de curta duração na zona em estudo, estime:

- a) As precipitações diárias máximas anuais para os períodos de retorno de 100 e 1000 anos.
- b) O período de retorno se refere a curva IDF anteriormente fornecida.

5. Considerando a curva IDF indicada no problema anterior, relativa ao período de retorno aí determinado, utilize as fórmulas de Giandotti e racional para estimar o caudal de ponta de projeto numa bacia hidrográfica inserida na zona, com a área de 250 km² e cujo curso de água principal tem o comprimento de 40 km. A curva hipsométrica da bacia hidrográfica é apresentada na figura seguinte. Considere $C=0.80$



6. Na figura e na tabela identificam-se as curvas de duração médias anuais do caudal médio diário (curvas adimensionais) relativas a duas bacias hidrográficas, geograficamente próximas e com alturas do escoamento anual médio H1 e H2.
- Qual o valor relativo de H1 e H2 (maior, menor ou igual). Justifique.
 - Em qual das bacias hidrográficas é esperado o maior coeficiente de variação do escoamento anual. Justifique com rigor, incluindo necessariamente na sua resposta a definição de coeficiente de variação.



Duração (d)	Q/Qmod relativo a H1	Q/Qmod relativo a H2
20	2.1	5.0
25	1.7	4.0
40	1.2	2.5
50	0.8	2.0
100	0.3	1.2
150	0.1	0.7
250	0.0	0.2
365	0.0	0.0

7. Na bacia hidrográfica a que se refere a curva identificada por H2 pretende-se executar um pequeno aproveitamento hidroelétrico sem qualquer capacidade de regularização, ou seja, com exploração a fio-de-água. A área da bacia hidrográfica é de 119.5 km² e a altura do escoamento anual médio da mesma é de 946.1 mm.

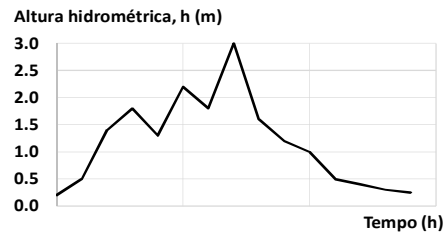
Admitindo que a produção de energia vai ocorrer para caudais afluentes compreendidos entre 0 m³/s e o caudal triplo do módulo (caudal de dimensionamento do aproveitamento hidroelétrico):

- Sombreie na figura da pergunta 6 a área representativa do volume anual médio suscetível de ser utilizado na produção de energia.
- Estime esse volume.

8. A figura ao lado mostra a variação da altura hidrométrica registada numa estação hidrométrica durante um evento de cheia. A curva de vazão aplicável na estação hidrométrica é dada pela seguinte equação em que Q está expresso em m³/s e h, em m:

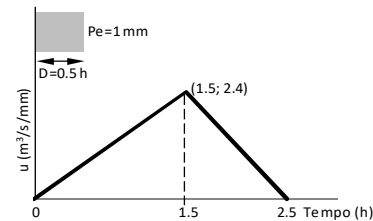
$$Q = 50 (h - 0.159)^{0.45}$$

Admitindo que a lei de Gumbel se adequa ao tratamento estatístico da amostra de caudais instantâneos máximos anuais registados na estação hidrométrica e que tal amostra tem a média de 30 m³/s e o coeficiente de variação 0.643, calcule o período de retorno do caudal de ponta de cheia durante o evento representado na figura.



9. O HUD para a duração de D=0.5 h aplicável à análise de cheias numa dada bacia hidrográfica com a área A é apresentado na figura. (i) Tendo em conta a duração da precipitação de projeto; (ii) desprezando as perdas de precipitação; e (iii) sabendo que a IDF para o período de retorno de T=100 anos aplicável à bacia hidrográfica é dada pela seguinte equação:

$$i \text{ (mm/h)} = 191.05 t \text{ (min)}^{-0.518}$$



- Estime, por aplicação do hidrograma unitário fornecido, o hidrograma de cheia para a precipitação de projeto com aquele período de retorno e intensidade uniforme.
- Calcule o caudal de ponta de cheia que resulta da fórmula racional.

10. Considere um solo inicialmente seco e que quando sujeito a uma precipitação de longa duração com uma intensidade constante de 35 mm/h tem a sua capacidade de infiltração reduzida do valor inicial máximo de 30 mm/h, para 20 mm/h após 30 min e para um valor mínimo residual de 10 mm/h. Utilize o modelo de Horton para estimar o escoamento superficial (em mm) que resulta dessa precipitação nos primeiros 45 min de precipitação.

$$K_P = \frac{2}{C_s} \left\{ \left[\left(z - \frac{C_s}{6} \right) \frac{C_s}{6} + 1 \right]^3 - 1 \right\}$$

$$K_G = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.577216 + \ln \left[\ln \left(\frac{1}{F} \right) \right] \right\}$$

$$\bar{X} = \bar{X} + k s'$$

$$Q_p = C i A$$

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

$$t_c = \frac{4 \sqrt{A} + 1.5 L}{0.8 \sqrt{hm}}$$