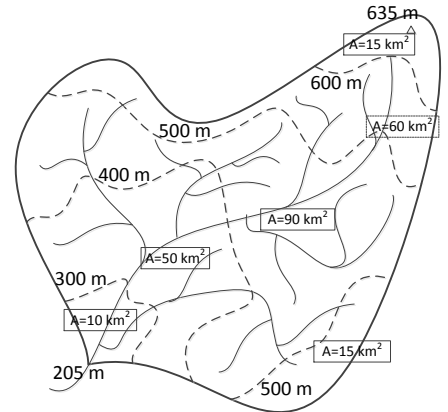




INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE
Hidrologia, Ambiente e Recursos Hídricos
Ano lectivo de 2014/15 – Exame 1 – Duração total: 2 horas

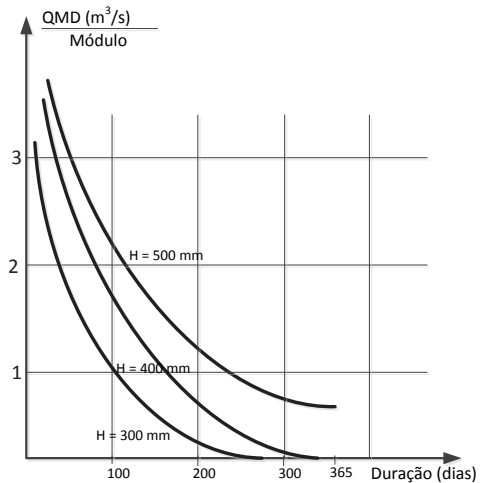
(Cada pergunta vale 2 valores)

1. A bacia hidrográfica do rio Tejo possui $80'600 \text{ km}^2$, distribuídos por $24'800 \text{ km}^2$ em Portugal e $55'800 \text{ km}^2$ em Espanha. A precipitação anual média em Portugal e Espanha é, respectivamente 875 mm e 655 mm ; e a evapotranspiração em Portugal e em Espanha é respectivamente, 340 mm e 500 mm . Calcule a altura de escoamento anual média da bacia, em mm, e o módulo na foz da bacia em regime natural, em m^3/s .



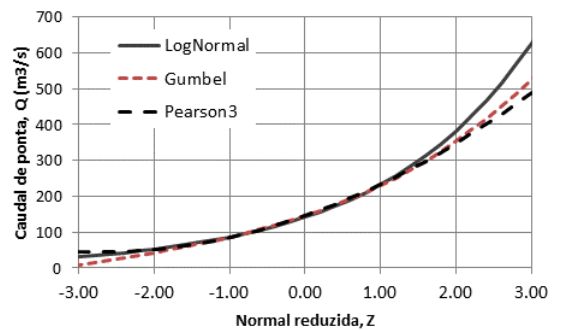
2. A figura apresenta uma bacia hidrográfica com a respectiva rede hidrográfica. São também indicadas as curvas de nível (a tracejado) e a área entre curvas de nível (valores em caixas). Esboce a curva hipsométrica da bacia hidrográfica, apresentando a tabela que sustenta a curva, e calcule a altura média, em metros.

3. A fórmula de Turc para o estimar o défice de escoamento é função de duas variáveis meteorológicas. Indique quais são essas variáveis e qual é a relação entre o défice de escoamento e essas variáveis. Esboce de forma cuidadosa o gráfico que exprime essa relação, indicando os pontos mais significativos desse gráfico e explicando as suas opções de desenho.



4. A figura apresenta as curvas de duração média anual do caudal médio diário de três bacias hidrográficas de Portugal continental. Considere uma bacia hidrográfica com 250 km^2 que produz um escoamento anual médio igual a 125 hm^3 , onde na sua foz se planeia instalar uma derivação para uma mini central hidroeléctrica cuja gama de operação é $0,5$ a $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Assumindo que o regime de caudal ecológico exige um caudal de $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ a jusante da derivação, estime o número médio de dias por ano que central pode operar e o volume anual médio disponível para turbinamento.

5. A figura mostra as funções de distribuição LogNormal, Gumbel e Pearson3 calculadas a partir do registo dos máximos anuais do caudal máximo de uma estação hidrométrica. Assumindo que a distribuição de caudais pode ser representada por uma função log-Pearson3 com um coeficiente de assimetria nulo, calcule o caudal de ponta de cheia, associado a um período de retorno de 100 anos.



6. Considere um terreno agrícola com as características apresentadas no quadro. Num dado dia em que o grau de saturação do solo é 30%, ocorre uma chuvada intensa que conduz a uma infiltração de 100 mm . Qual é o grau de saturação do solo, em %, e o teor de humidade do solo, em mm, logo após a chuvada? E o que pode dizer sobre os valores destes parâmetros algumas horas depois do final da chuvada?

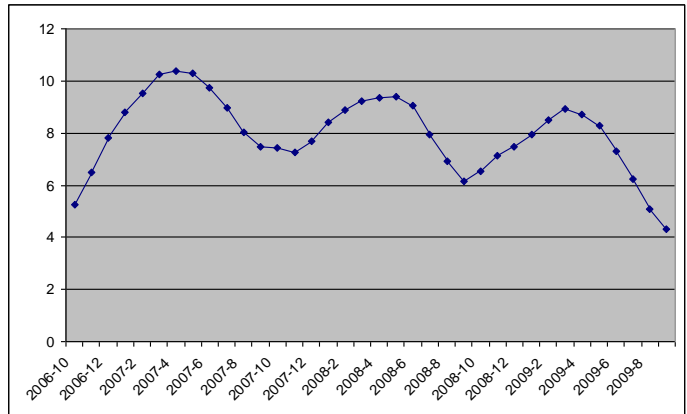
Parâmetro	Valor
Profundidade do solo, $h(\text{m})$	0,4
Porosidade, n	0,50
Teor de humidade dos solo saturado, θ_s	0,45
Capacidade de campo, θ_{cc}	0,35
Ponto de emurchecimento, θ_e	0,15
Cond. hid. quando saturado, $K_s (\text{mm}/\text{h})$	30,0
Sucção na frente humedecim., $\Psi_f (\text{mm})$	-10,0

7. Considere o solo do problema anterior. Num momento em que o teor volúmico de humidade do solo é igual a $0,25$, ocorre um evento pluvioso de intensidade constante e com uma duração de 30 min . Esse evento gera a ocorrência de escoamento superficial a partir dos 10 min . Estime a infiltração acumulada até aos 10 min e 20 min .



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE
Hidrologia, Ambiente e Recursos Hídricos
Ano lectivo de 2014/15 – Exame 1 – Duração total: 2 horas

8. A figura apresenta uma série piezométrica (valores em metros) observada na captação 595/1028 do aquífero Querença Silves (Algarve). Calcule a recarga média para os primeiros 2 anos hidrológicos utilizando o método de flutuação de níveis freáticos. O valor da retenção específica é de 0,15.



9. Considere a bacia hidrográfica do problema 2, onde o curso de água principal tem 18 km de comprimento. Sabendo que a curva de possibilidade udométrica para um período de retorno de 100 anos assume a fórmula $P(mm) = 30 \cdot D(min)^{0,35}$, com P em mm e D em minutos, determine o caudal de ponta de cheia assumindo uma precipitação não uniforme, uma taxa de infiltração de 30% e uma atenuação do pico da cheia de 5%, devido ao armazenamento temporário de água na bacia hidrográfica. Recorra à fórmula de Kirpich e à fórmula racional.

10. Considere uma bacia hidrográfica onde uma precipitação útil de 32 mm com uma duração de 40 min gera hidrograma apresentado no quadro.
- Qual é o tempo de concentração da bacia, em horas?
 - Determine o hidrograma de cheia que resulta de um evento pluvioso de 16 mm com uma duração de 20 min.

T (min)	0	10	20	30	40	50	60	70
Q (m3/s)	0	40	56	64	64	24	8	0

Fórmulas potencialmente 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 lei de Pearson3:

$$k = \frac{C_a}{6} \quad K_p = z_p + (z_p^2 - 1) \cdot k + \frac{1}{3}(z_p^2 - 6 \cdot z_p) \cdot k^2 - (z_p^2 - 1) \cdot k^3 + \frac{1}{3} \cdot k^5$$

Equação de Green e Ampt:

$$f = K_s - \frac{K_s \cdot \Psi_f \cdot (\Theta_s - \Theta_i)}{F} \quad F = K_s \cdot t + \frac{b}{K_s} \ln \left(1 + \frac{K_s \cdot F}{b} \right) \quad b = -K_s \cdot \Psi_f \cdot (\Theta_s - \Theta_i)$$

$$t_e = \frac{-\Psi_f \cdot (\Theta_s - \Theta_i)}{p \cdot \left(\frac{p}{K_s} - 1 \right)}; \quad p > K_s$$

Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0,3 \cdot \left(\frac{L}{d^{0,3}} \right)^{0,76}, \quad T_c \text{ em horas, } L \text{ em km, } d \text{ sem unidades.}$$

Factor de majoração da fórmula racional:

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