

MODELAÇÃO HIDROLÓGICA

Exemplos de perguntas de exame

1) A curva de recessão do escoamento de base descrita por Horton tem a seguinte equação:

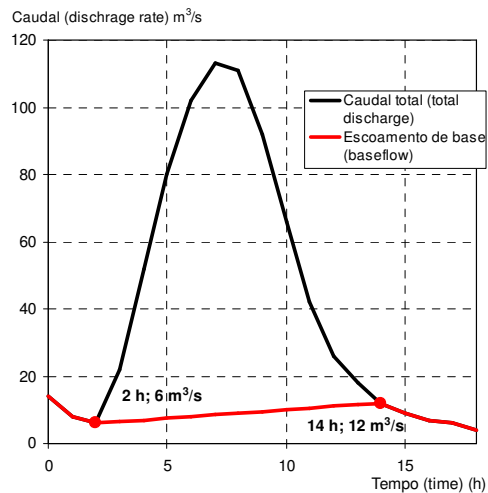
$$Q(t) = Q_0 e^{-\frac{t-t_0}{k}}$$

- Indique o significado de cada uma das variáveis intervenientes na anterior expressão.
- Pretende-se determinar k com base no conhecimento de sucessivos hidrogramas de cheia numa secção de um curso de água e dos acontecimentos pluviométricos sobre a correspondente bacia hidrográfica de que resultaram aqueles hidrogramas. Diga como procederia para determinar k , referindo e justificando o critério que lhe permitiria seleccionar os hidrogramas de cheias que poderia utilizar naquela determinação. Inclua na sua resposta uma esquema

2) Considere o hidrograma de cheia definido na tabela e na figura que se seguem, referente a uma bacia hidrográfica com a área de 58 km². Admita que o escoamento direto se inicia às 2 h e que termina às 14 h. Entre os dois anteriores tempos o caudal correspondente ao escoamento de base varia linearmente, como se representa na figura.

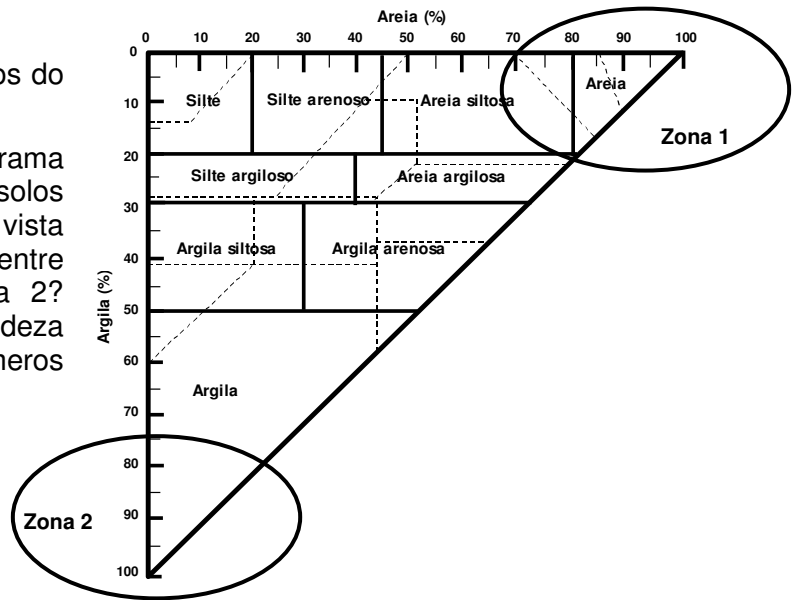
- Diga o que entende por escoamento de base e por escoamento direto?
- Sabendo que a precipitação total que originou a cheia em causa teve a duração de 5.0 h e a intensidade constante de 9 mm/h, determine o valor do índice ϕ (mm/h) representativo das perdas de precipitação. Se considerar necessário poderá indicar na tabela alguns dos cálculos que efetuar.

Tempo (h)	Caudal total (m ³ /s)
0	14
1	8
2	6
3	22
4	52
5	80
6	102
7	113
8	111
9	92
10	66
11	42
12	26
13	18
14	12
15	9
16	7
17	6
18	4



3)

- O que entende por classificação dos solos do ponto de vista hidrológico.
- Na figura ao lado apresenta-se o diagrama triangular com a classificação dos solos quanto à textura. Do ponto de vista hidrológico, qual a principal diferença entre um solo na zona 1 e outro na zona 2? Justifique e refira a ordem de grandeza relativa (maior, menor ou igual) dos números de escoamento.



4) Para um dado período de retorno, T , são conhecidos os parâmetros α e β da linha de possibilidade udométrica que relaciona a precipitação intensa, P (mm) com a respetiva duração, t ,

$$P = \alpha t^\beta$$

Para caracterizar a cheia, com período de retorno, T , numa secção de um curso de água pretende-se utilizar o programa HEC-HMS, aplicando, para o efeito, o hidrograma unitário do SCS à precipitação P_{tc} fornecida pela linha de possibilidade udométrica para a duração igual ao tempo de concentração, t_c , da bacia hidrográfica relativa àquela secção.

- Nessas circunstâncias, qual dos seguintes dois hietogramas relativos à precipitação P_{tc} se espera conduzir a um maior caudal de ponta de cheia:
 - hietograma para precipitação com intensidade uniforme durante t_c ;
 - hietograma de três blocos alternados, cada bloco com duração de $t_c/3$?
- Diga como estabeleceria o hietograma de três blocos alternados.
- Represente, num mesmo diagrama cronológico (t, P) e de modo qualitativo, os hietogramas para precipitações com intensidade uniforme e com três blocos alternados. Justifique a sua representação.

5 Considere a seguinte curva intensidade-duração-frequência (curva IDF) relativa ao período de retorno de 5 000 anos, aplicável a uma bacia hidrográfica a que corresponde o tempo de concentração de 1,5 h:

$$i = 850 t^{-0.51}$$

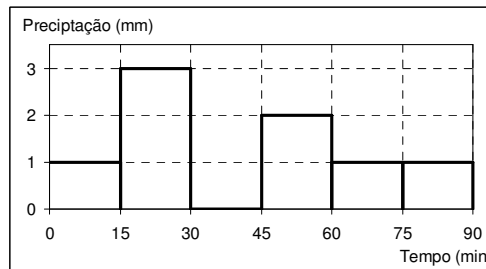
Na anterior equação i vem expresso em mm/h e t , em min.

Tendo em vista dimensionar o descarregador de cheias de uma albufeira, pretende-se estabelecer os hidrogramas da cheia afluentes à albufeira para durações da precipitação igual e tripla do tempo de concentração.

- Nas anteriores condições discuta e justifique se devem ou não ser considerados hietogramas uniformes. De preferência, inclua na sua resposta uma figura que represente qualitativamente as configurações relativas dos hidrogramas de cheia associadas a hietogramas uniformes e não uniformes. Fundamente a sua resposta num dado tipo de hietograma não uniforme, à sua escolha.
- Considerando nulas as perdas de precipitação, construa o hietograma de quatro blocos alternados.
- Acha aceitável que, no caso em estudo, se desprezam as perdas de precipitação? Justifique.

6a) Refira a que se aplica o método do índice ϕ .

6b) Numa bacia hidrográfica com a área de 80 km² registou-se o volume do escoamento direto de 160 000 m³ na sequência do acontecimento pluvioso representado na figura seguinte. Proceda à estimativa do valor do índice ϕ . Inclua na resposta os cálculos que efetuou.



7) A equação que exprime o modelo de Green e Ampt para a infiltração acumulada é dada por:

$$F = Kt + (\eta - \theta_i)\Psi \ln \left[1 + \frac{F}{(\eta - \theta_i)\Psi} \right]$$

- Enuncie os pressupostos do modelo de Green e Ampt.
- Explícite o significado das variáveis intervenientes na anterior equação.

8)

- a) Identifique os parâmetros fisiográficos que intervêm na síntese do hidrograma unitário sintético do *Soil Conservation Service*.
- b) Caracterize sinteticamente o hidrograma unitário instantâneo de Clark, incluindo na resposta a menção às componentes consideradas naquele hidrograma e aos procedimentos adoptados na respectiva modelação.

9) A tabela seguinte contém os caudais iniciais da cheia que teve lugar na secção de referência de uma bacia hidrográfica na sequência de um acontecimento pluviométrico com duração de 3 h e com intensidade efectiva constante (valor da precipitação efectiva de 3P, sendo P a precipitação efectiva numa hora). A área e o tempo de concentração da bacia hidrográfica são 330 km² e 5 h, respectivamente.

Tempo (h)	Caudal (m ³ /s)
0	0
1	25
2	100
3	200
4	225
5	175
6
7
8
9
10

- Complete o hidrograma de cheia. Para o efeito:
 - tenha em conta o significado de tempo de concentração;
 - recorra à teoria do hidrograma unitário e obtenha o hidrograma unitário para a duração de 1 h e para a precipitação efectiva P, para o que deverá atender à relação entre os números de ordenadas não nulas do hidrograma do escoamento directo, do HUD e de blocos do hietograma da precipitação efectiva.

Justifique, quando pertinente, os cálculos que efectuar.

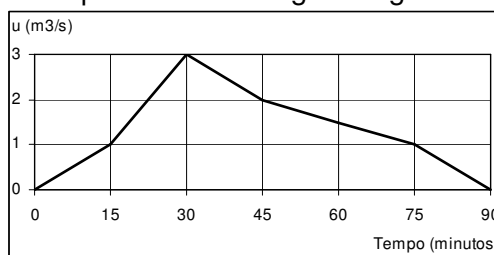
- Qual a precipitação efectiva associada ao hidrograma unitário?
- Obtenha o hidrograma unitário para a precipitação efectiva unitária com duração também de uma hora.

10) Diga a que se destina o método de Muskingum. Identifique e caracterize os tipos de armazenamento considerados por tal método na resolução da equação da continuidade.

11) Descreve sucintamente o modelo do hidrograma unitário instantâneo de Clark.

12) Qual a utilidade de se dispor de procedimentos de otimização no programa HEC-HMS.

13) Para uma dada bacia hidrográfica obteve-se o hidrograma unitário para a duração de 15 minutos da precipitação efectiva de 1 mm representado na figura seguinte.



Sabendo que a área da bacia hidrográfica é de 7,65 km², verifique, expeditamente, se tal HU se pode considerar correcto.

14) A curva em S correspondente ao um dado hidrograma unitário é apresenta na tabela seguinte, tendo-se, para o efeito, especificado os pares de valores (tempo, caudal) em intervalos de tempo sucessivos de 5 minutos.

Curva em S

Tempo (minutos)	Caudal (m ³ /s)
0	0,00
5	0,33
10	0,67
15	1,00
20	2,00
25	3,00
30	4,00
35	4,67
40	5,33
45	6,00

Tempo (minutos)	Caudal (m ³ /s)
50	6,50
55	7,00
60	7,50
65	7,83
70	8,17
75	8,50
80	8,50
85	8,50
90	8,50

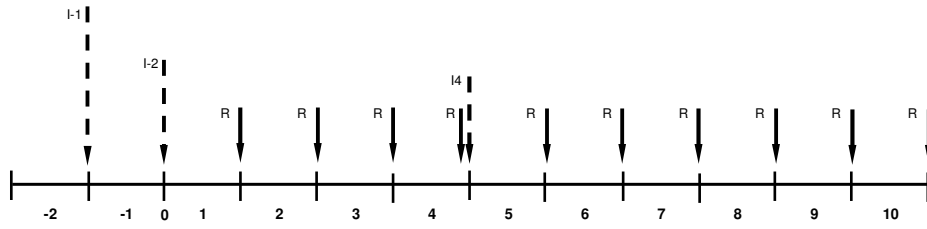
Obtenha o hidrograma unitário para a duração de 20 minutos e para a precipitação efectiva unitária também de 1 mm. Não se esqueça de verificar se procedeu correctamente à obtenção este último hidrograma. Para o efeito, utilize o procedimento expedito da questão 5.

15) No programa HEC-2 as perdas de carga entre duas secções de um curso de água são calculadas por

$$h_e = L \bar{S}_f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

Explique o significado de cada uma das parcelas do segundo membro da anterior igualdade e refira como se pode estimar \bar{S}_f .

16) Indique o significado de VAL. Calcule o correspondente valor para o projeto a que se referem os custos de investimentos e as receitas caracterizados na figura e a tabela seguintes. Considere a taxa de atualização de 6%.



Ano (year)	Investimento (investments) (10 ³ euros)	Receitas (incomes) (10 ³ euros)
-2	100	
-1	80	
1		40
2		40
3		40
4	60	40
5		40
6		40
7		40
8		40
9		40
10		40

17) De entre os métodos de dimensionamento de albufeiras que conhece escolha um e descrevo-o de modo sucinto.