



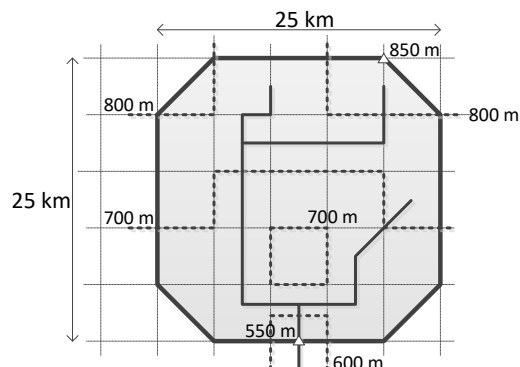
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Mestrado em Engenharia do Ambiente
Joint Master Programme on Groundwater and Global Change, Impacts and Adaptation
Hidrologia, Ambiente e Recursos Hídricos
Ano Lectivo 2017/18 – Exame 2 – Duração: 2 horas

Cada pergunta vale 2/20

1. Considere a bacia hidrográfica do rio Tejo que abrange áreas em Portugal e Espanha e os dados apresentados na tabela à direita. Estime o caudal médio anual médio que atinge a foz em condições naturais (em m³/s)

	Portugal	Spain
Area (km ²)	25 600	55 700
Precipitação anual média (mm)	820	655
Evapotransp. potencial anual média (mm)	600	630
Evapotransp. real anual média (mm)	515	415

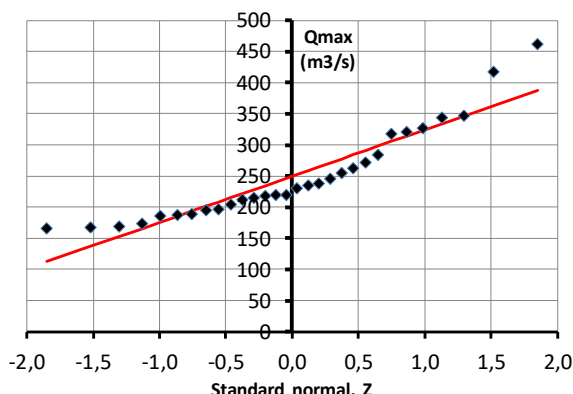
2. Considere a bacia hidrográfica esquematizada à direita com 575 km², onde as linhas nível são apresentadas a tracejado. Desenhe a curva hipsométrica e determine a altitude média da bacia e a altura média, ambas em metros.



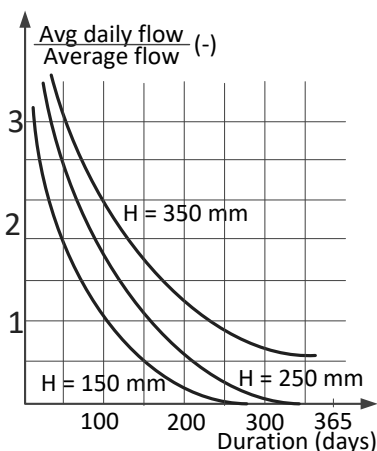
3. A equação de Penman, usada para calcular a evaporação de lagos pouco profundos, é uma soma de duas parcelas. Explique o significado de cada parcela e as principais variáveis incluídas no cálculo de cada uma.

$$E = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \cdot \frac{24 \cdot 60 \cdot [R_c \cdot (1 - r) + R_L]}{L} + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} \cdot 0.35 \cdot (e_a^* - e_a) \cdot \left(1 + \frac{V}{100}\right)$$

4. Um registro de valores de caudal máximo anual é apresentado no gráfico à direita, juntamente com uma linha que representa a distribuição normal. Assumindo uma distribuição de Gumbel, estime o caudal máximo anual, associado a um período de retorno de 50 anos, em m³/s.



5. Considere uma bacia hidrográfica com 800 km² que gera um escoamento anual médio igual a 120 hm³. Usando as curvas de duração média do caudal médio diário apresentadas à direita, determine o caudal semi-permanente (em m³/s) e o volume disponível para a produção de energia numa mini-hídrica com uma gama de operação entre 1 a 2 m³/s (em m³). Assuma que o volume turbinado contribui para o regime de caudal ecológico.



6. Considere o solo com as características apresentadas na tabela. Quando o teor de água do solo é de 100 mm, o solo é sujeito a um evento de precipitação com uma intensidade uniforme de 30 mm/h e uma duração de 30 min. O escoamento começa a ocorrer 15 min após o início da precipitação e totaliza 1,4 mm no final da precipitação. Usando o modelo Green e Ampt, estime a condutividade hidráulica do solo, quando saturado.

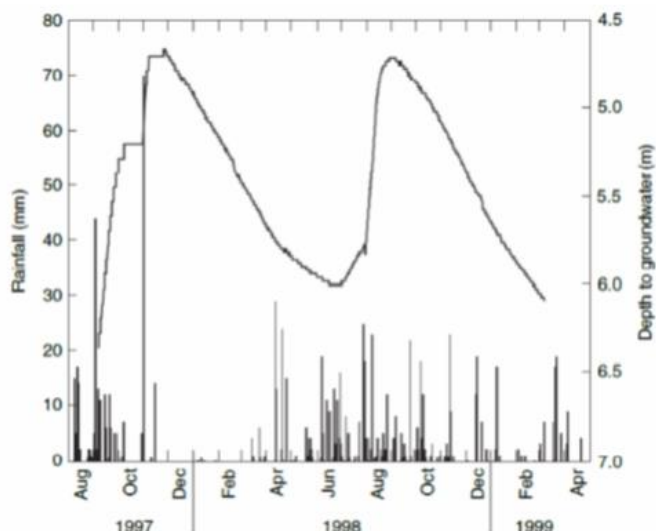
Parâmetro	Valor
Profundidade do solo, h (m)	0.50
Porosidade, n (m/m)	0.55
Teor de saturação do solo, θ _s (m/m)	0.50
Capacidade de campo, θ _{cc} (m/m)	0.30
Ponto de emurchecimento, θ _{pe} (m/m)	0.15
Sucção na frente de humedecimento, Ψ _f (mm)	-50.0

7. Considere o mesmo solo e o mesmo evento descrito na pergunta anterior. Determine o teor de água do solo, em mm e m/m, 5 min e 15 min após o início da precipitação.



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 Lectivo 2017/18 – Exame 2 – Duração: 2 horas

8. A figura à direita mostra dados de precipitação diários e uma série de dados piezométricos observados num furo de um aquífero de xisto fraturado. As flutuações de curto período, em resposta a eventos diários de precipitação, estão geralmente ausentes devido à atenuação devido à grande capacidade de armazenamento do furo. A magnitude das flutuações do nível da água são consistentes com um valor de rendimento específico muito próximo da porosidade total que é de 0,02. Estime a taxa de recarga que é consistente com o ciclo anual do nível da água na região em estudo.



9. Considere uma bacia hidrográfica com 120 km² e um tempo de concentração de 2,5 h, situada numa região onde podem ser aplicadas as curvas IDF com os parâmetros apresentados na tabela (i em mm/h; D em min). Recorrendo à fórmula racional com um C = 0,6 e assumindo uma precipitação uniformemente distribuída, estime o caudal de ponta de cheia para um período de retorno de 50 anos.

T (anos)	a	b
20	300	-0.50
50	305	-0.49
100	320	-0,48

10. A tabela mostra os registros de precipitação útil e de caudal de dois eventos de cheia na mesma bacia hidrográfica. Por favor, determine:

- O tempo de concentração da bacia hidrográfica, em horas;
- A área da bacia hidrográfica, em km²;
- O hidrograma de cheia resultante de um terceiro evento com precipitação útil total de 30 mm, uniformemente distribuída em 3 horas.

Evento A	Tempo (h)	0-1	1-2						
	P (mm)	5	10						
	Tempo (h)	0	1	2	3	4	5	6	
	Q (m ³ /s)	0	50	250	400	250	100	0	
Evento B	Tempo (h)	0-1	1-2	2-3					
	P (mm)	15	20	10					
	Tempo (h)	0	1	2	3	4	5	6	7
	Q (m ³ /s)	0	150	650	1000	850	400	100	0

Fórmulas 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

Green e Ampt:

$$f = K_s - \frac{K_s \cdot \Psi_f \cdot (\theta_s - \theta_i)}{F} \quad F = K_s \cdot t + \frac{b}{K_s} \ln \left(1 + \frac{K_s \cdot F}{b} \right) \quad b = -K_s \cdot \Psi_f \cdot (\theta_s - \theta_i) \quad t_e = \frac{-\Psi_f \cdot (\theta_s - \theta_i)}{p \cdot \left(\frac{p}{K_s} - 1 \right)}; \quad p > K_s$$

Distribuição de Gumbel: $K_G = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \{0,5772 + \ln(-\ln(F))\}$