

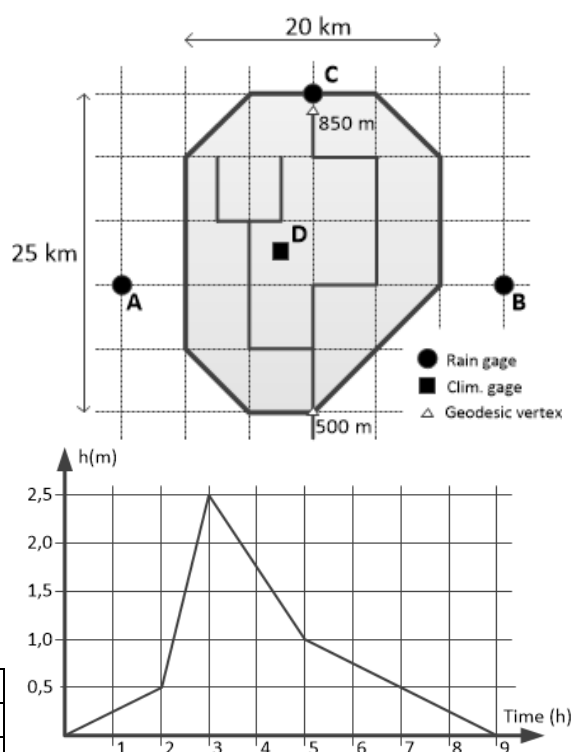


**INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO**  
**Mestrado em Engenharia do Ambiente**  
**Joint Master Programme on Groundwater and Global Change, Impacts and Adaptation**  
**Hidrologia, Ambiente e Recursos Hídricos**  
**Ano Lectivo 2017/18 – Exame 1 – Duração: 2 hours**

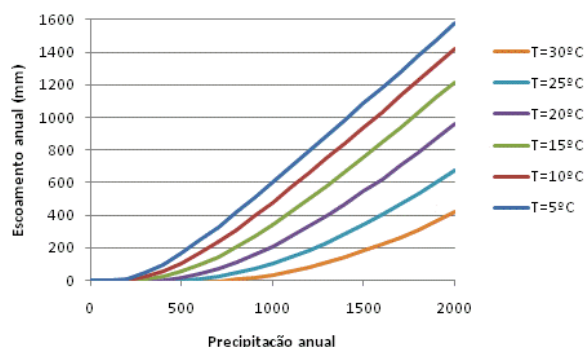
Cada pergunta vale 2/20

1. Considere a bacia hidrográfica com 825 km<sup>2</sup>, representada à direita. Num determinado ano hidrológico, a precipitação anual medida nas estações A, B e C foi 900 mm, 1200 mm e 800 mm, respectivamente. A evapotranspiração real anual em D foi estimada em 500 mm. Usando o método dos polígonos de Thiessen, calcule o escoamento anual da captação (em mm) e o caudal médio anual em (m<sup>3</sup>/s).
2. Estime a densidade de drenagem e o comprimento médio de encosta da bacia hidrográfica representada à direita.
3. Considere o gráfico da direita que representa o hidrograma de cheia registado numa estação com a seguinte curva de vazão:  $Q = 40 \cdot (h - 0,2)^{0,3}$ , com Q em m<sup>3</sup>/s e h em m. Estime o volume de cheia do hidrograma.
4. A tabela apresenta as estatísticas do registro de caudal máximo anual de uma dada estação hidrométrica. Assumindo uma distribuição log-normal, estime o caudal de ponta de cheia associado a um período de retorno de 50 anos.

	Q	LnQ
N	35	35
Média	685 m <sup>3</sup> /s	6,41
Desvio padrão	345 m <sup>3</sup> /s	0,49
Coef. de assimetria	1,35	-0,15



5. O gráfico à direita é uma representação da fórmula Turc. Explique a forma das curvas, concretamente os factos i) das curvas serem diferentes para diferentes valores de temperatura; ii) curvas deixarem o eixo x em valores de precipitação diferentes de zero; iii) as curvas tenderem para uma linha reta com o aumento da precipitação e iv) essa reta ter uma inclinação de 45°.



6. Considere o solo com as características apresentadas na tabela, onde uma cultura é cultivada. Numa determinada estação, a evapotranspiração diária da cultura é igual a 5 mm. Qual deve ser o intervalo de tempo entre regas e qual deve ser quantidade de água fornecida à cultura, se o agricultor quiser manter o nível de saturação de água do solo acima de 40%. Esboce a evolução do tempo do conteúdo de água na zona de raiz para as duas situações, indicando claramente alguns valores do teor de humidade do solo.

Parameter	Value
Soil depth, h (m)	0,50
Porosity, n (m/m)	0,55
Saturated soil water content, $\theta_s$ (m/m)	0,50
Field capacity, $\theta_{fc}$ (m/m)	0,30
Wilting point, $\theta_{wp}$ (m/m)	0,15
Hydraulic conductivity when saturated, Ks (mm/h)	5,0
Suction head (mm)	-50

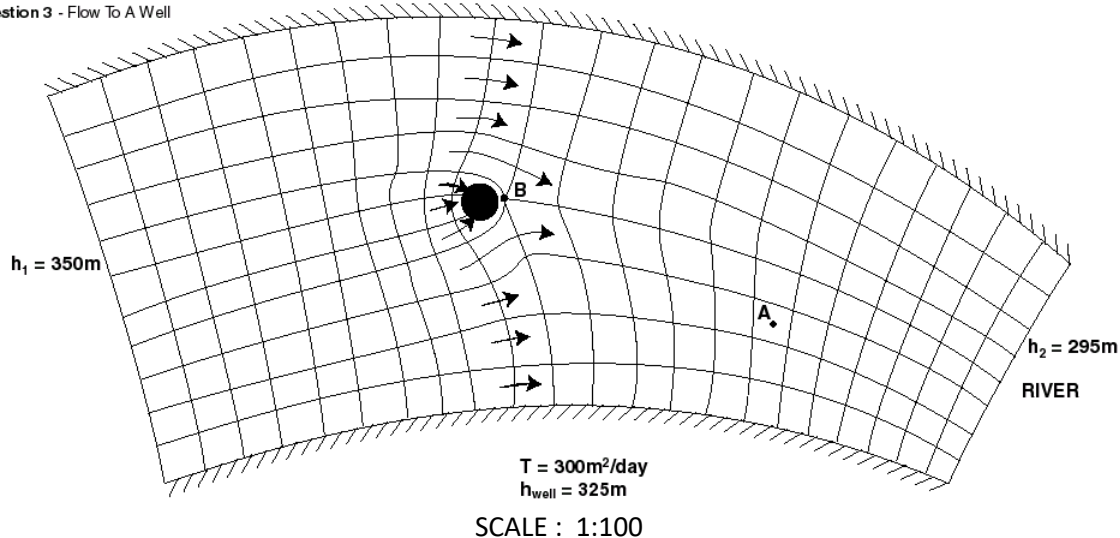
7. Considere o mesmo solo descrito na pergunta anterior, que é sujeito a um evento de precipitação com uma taxa uniforme igual a 20 mm/h quando o teor de água inicial do solo é de 200 mm/m. Usando o modelo de Green e Ampt, determine o escoamento acumulado após 40 min



**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 1 – Duração: 2 hours**

8. Considere a rede de fluxo subterrâneo representada na figura. Supondo que o aquífero tem uma espessura uniforme de 25 m
- Calcule o caudal de descarga para o rio em m<sup>3</sup>/dia;
  - Calcule o caudal de fluxo para o poço B em m<sup>3</sup>/dia;
  - Estime o valor de piezometria h no ponto A.

Question 3 - Flow To A Well



9. Estime o caudal de ponta de cheia para um periodo de retorno de 100 anos que pode ser gerado na bacia hidrográfica considerada nas perguntas 1 e 2. A bacia hidrográfica localiza-se numa região com a seguinte curva de possibilidade udométrica:  $P = 10 \cdot D^{0,35}$ , com P em mm e D em minutos. Estime o tempo de concentração pela fórmula de Kirpich e assuma um coeficiente da fórmula racional de 0,6, sem factor de majoração.

10. Um evento de precipitação sobre uma bacia hidrográfica com o hidrograma unitário para 30 min representado no quadro, gera um hidrograma de cheia também representado no quadro. Determine

a. A área da bacia hidrográfica, em km<sup>2</sup>;

b. O tempo de concentração, em horas;

c. O hietograma de precipitação

util que gerou o evento de cheia (valores de precipitação em mm).

Tempo (h)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
u (m <sup>3</sup> /s/mm)	0	4	12	8	2	0		
Q (m <sup>3</sup> /s)	0	40	200	340	240	80	20	0

**Formulas úteis**

Normal reduzida:

**11.**

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:

$$f = K_s - \frac{K_s \cdot \Psi_f \cdot (\Theta_s - \Theta_i)}{F}$$

$$F = K_s \cdot t + \frac{b}{K_s} \ln \left( 1 + \frac{K_s \cdot F}{b} \right)$$

$$b = -K_s \cdot \Psi_f \cdot (\Theta_s - \Theta_i)$$

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

Kirpich:  $t_c = 0,95 \cdot \frac{L^{1,155}}{H^{0,385}}$   $t_c$  (h); L(km); H (m)