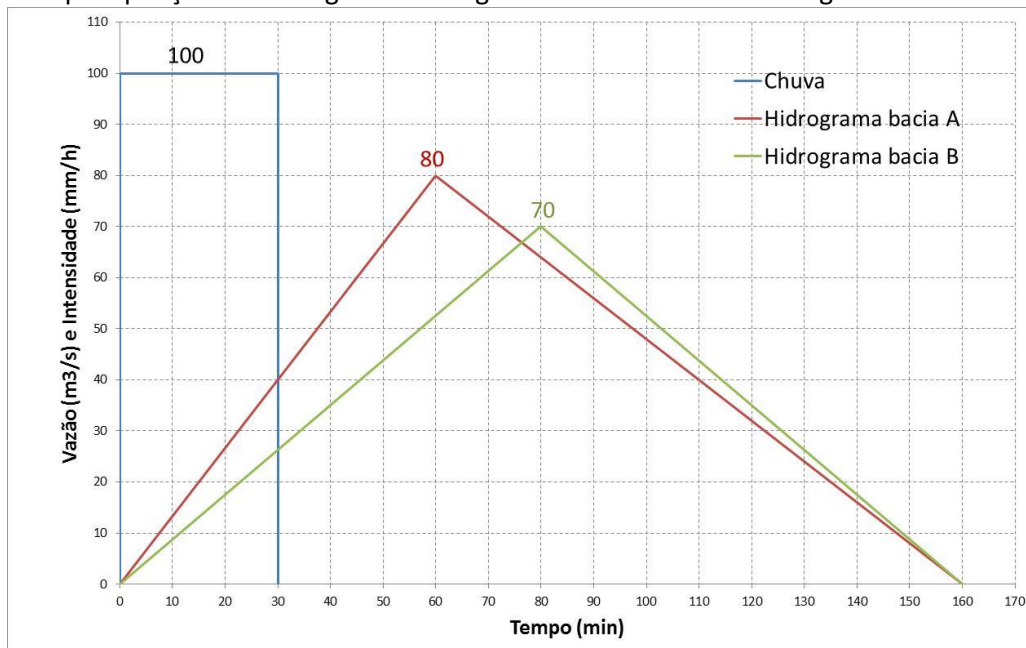


Considere que uma precipitação uniforme intensa, ocorrida uniformemente sobre duas bacias hidrográficas vizinhas, com intensidade de 100 mm/h e duração de 30 min, gerou no exutório de cada uma das bacias os hidrograma de cheia triangulares A e B. A vazão de pico do hidrograma A (bacia A) é de 80 m<sup>3</sup>/s, o tempo de base de 160 min e o tempo de pico de 60 min, conforme a figura. Já para o hidrograma B (bacia B), tem-se a vazão de pico de 70 m<sup>3</sup>/s, o mesmo tempo de base do hidrograma A e o tempo de pico de 80 min, conforme a figura. As áreas das duas bacias são: A com 30 km<sup>2</sup> e B com 10 km<sup>2</sup>. Pede-se:

- qual o coeficiente de escoamento superficial (*runoff*) da bacia A?
- qual o coeficiente de escoamento superficial (*runoff*) da bacia B?
- Em se tratando do conjunto *tipo do solo-uso do solo*, como poderíamos explicar a diferença entre os coeficientes de escoamento?

#### Gabarito

Os a precipitação e o hidrogramas triangulares estão montados na figura abaixo.



O coeficiente de escoamento é a razão entre o volume escoado e o volume precipitado, O volume precipitado é dado por  $V_{prec} = I \cdot d \cdot A$ , onde I é a intensidade (a mesma para as duas bacias), d a duração da precipitação (a mesma para as duas bacias) e A a área da bacia. Substituindo os valores,

$$I = \frac{100}{3.600} = 0,0278 \frac{mm}{s} \cdot \frac{1 m}{1.000 mm} = 2,78 \cdot 10^{-5} m/s$$

$$d = 30 \cdot 60 = 1.800 s$$

$$I \cdot d = 2,78 \cdot 10^{-5} \cdot 1800 s = 0,05 m$$

Logo,  $V_{prec} = 0,05 \cdot A$

a) Para a bacia A, temos  $A = 30 \text{ km}^2 = 30 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \rightarrow V_{prec} = 0,05 \cdot 30 \cdot 10^6 = 1.500.000 \text{ m}^3$ . O volume escoado é calculado pela área do triângulo (hidrograma triangular)

$$V_{esc} = \frac{base \cdot altura}{2} = \frac{(160 \cdot 60) \cdot 80}{2} = 380.000 \text{ m}^3$$

$$C = \frac{V_{esc}}{V_{prec}} = \frac{380.000}{1.500.000} = 0,256$$

b) Para a bacia B  $\rightarrow A = 10 \text{ km}^2 = 10 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \rightarrow V_{prec} = 0,05 \cdot 10 \cdot 10^6 = 500.000 \text{ m}^3$

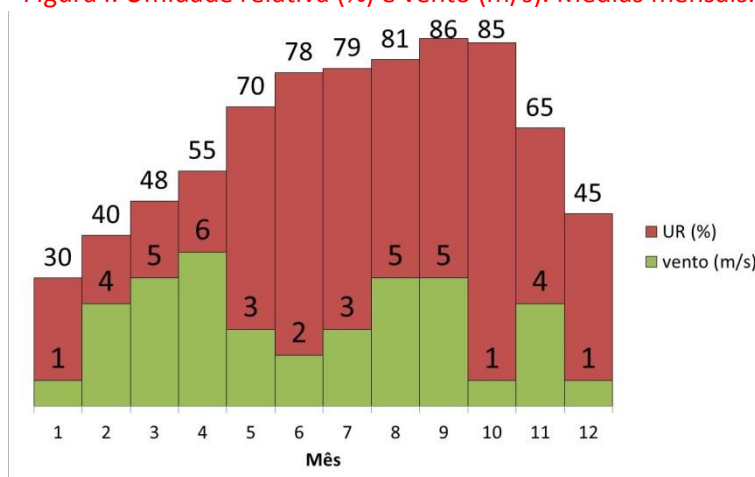
$$V_{esc} = \frac{base \cdot altura}{2} = \frac{(160 \cdot 60) \cdot 70}{2} = 336.000 \text{ m}^3$$

$$C = \frac{V_{esc}}{V_{prec}} = \frac{336.000}{500.000} = 0,672$$

c) Há diversos fatores que explicam o coeficiente de escoamento. No que concerne ao conjunto *tipo do solo-uso do solo*, a bacia A tem condições mais permeáveis. Isto pode ser decorrente de solos mais propícios à infiltração, como aqueles de texturas mais arenosas, combinado com usos do solo que não impermeabilizem demais a bacia. A bacia B pode ter mais asfalto ou solo compactado, a bacia A pode ter mais áreas vegetadas com solos profundos, por exemplo.

A evaporação mensal (E) de água em uma bacia depende da condição climática. Em um modelo simplificado, E (mm) pode ser considerada diretamente proporcional à velocidade do vento (m/s) logo acima do solo e também diretamente proporcional ao déficit de umidade relativa do ar (%), que representa o que falta para o ar ficar totalmente saturado ou UR=100%. Imagine que você tivesse em mãos valores médios da velocidade do vento e da umidade relativa do ar nos meses do ano (valores médios). Os valores estão na figura I.

Figura I. Umidade relativa (%) e vento (m/s). Médias mensais.



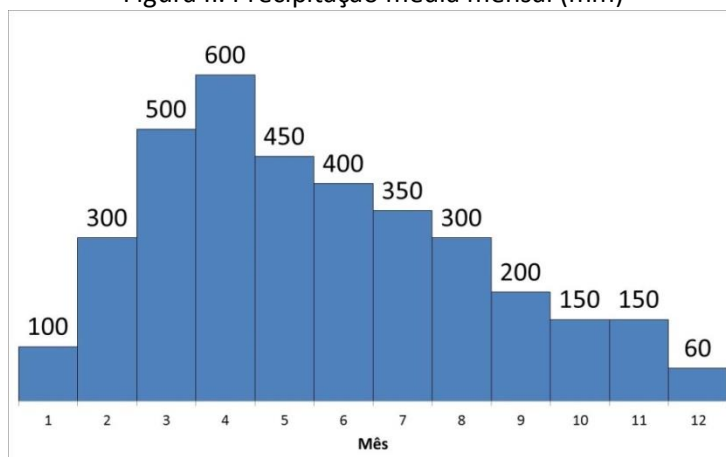
Atenção: as escalas verticais das variáveis não são as mesmas

Imagine também que você deseja estimar valores de vazões médias mensais, mas não há dados disponíveis de postos fluviométricos. No entanto, você obtém dados de precipitação. Considerando o coeficiente de proporcionalidade do modelo simplificado de evaporação igual à unidade, pede-se:

- As vazões médias mensais (m<sup>3</sup>/s), indicando o quadrimestre mais caudaloso na região dos dados;
- Os coeficientes de escoamento mensais.

A área de drenagem a montante é de 300 km<sup>2</sup> e na figura II estão os valores de precipitação média mensal. Considere que um mês tem em média 30 dias.

Figura II. Precipitação média mensal (mm)



### Gabarito

O modelo simplificado de evaporação pode ser escrito como  $E = k \cdot v \cdot (100 - UR)$ , onde k é a constante de proporcionalidade, v a velocidade do vento (m/s) e UR a umidade relativa (%). Considerando o coeficiente de proporcionalidade é  $k = 1$ , a evaporação média mensal então é calculada por  $E = v \cdot (100 - UR)$ .

Na tabela I estão: na coluna 1 os meses, nas colunas 2 e 3 os dados relativos à figura I, na coluna 4 os dados relativos à figura II, nas demais colunas os cálculos.

A evaporação por mês foi calculada pelo modelo simplificado e está na coluna 5; na coluna 6 a vazão média mensal a partir do balanço hídrico simplificado  $Q = P - E$ , o qual despreza a diferença entre o armazenamento nos tempos inicial e final.

As vazões estão em mm, de modo que na coluna 7 estão os valores convertidos para m. Na coluna 8 estão os valores de vazão convertidos para  $m^3/s$ , sendo isto feito a partir da multiplicação destes valores pelo valor da área em  $m^2$ , dividindo-se o resultado obtido por 30 dias  $86400 s/dia$ .

Para achar os valores de coeficiente de escoamento da coluna 9, basta dividir os valores da coluna 6 pelos valores da coluna 6, ou seja,  $C = Q/P$ .

Tabela I. Planilha de cálculos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mês	UR (%)	Vento (m/s)	P (mm)	E (mm)	Q (mm)	Q (m)	Q( $m^3/s$ )	C
1	30	1	100	70	30	0,030	3,5	0,30
2	40	4	300	240	60	0,060	6,9	0,20
3	48	5	500	260	240	0,240	27,8	0,48
4	55	6	600	270	330	0,330	38,2	0,55
5	70	3	450	90	360	0,360	41,7	0,80
6	78	2	400	44	356	0,356	41,2	0,89
7	79	3	350	63	287	0,287	33,2	0,82
8	81	5	300	95	205	0,205	23,7	0,68
9	86	5	200	70	130	0,130	15,0	0,65
10	85	1	150	15	135	0,135	15,6	0,90
11	65	4	150	140	10	0,010	1,2	0,07
12	45	1	60	55	5	0,005	0,6	0,08

a) A resposta da letra a então está nas colunas 6 a 8 e o quadrimestre mais caudaloso é o que vai de abril a julho.

b) A resposta da letra b está na coluna 9.