

### Questão nº 1

#### Padrão de Resposta Esperado:

Será o chuveiro 8 porque este deriva da coluna com menor pressão. Apenas olhando a Figura 1, observa-se que o trecho 1-2 do barrilete é maior que o trecho 1-3. Como a vazão e os diâmetros nesses trechos são iguais, a perda de carga no trecho 1-2 será maior do que no trecho 1-3, portanto, a pressão em 2 será menor que em 3.

Como as duas colunas são abastecidas por vazões idênticas e o diâmetro das colunas de água fria é de 25 mm, as perdas de carga nas colunas serão idênticas. Como todos os chuveiros têm a mesma perda de carga de 0,50 m, o chuveiro com menor pressão será aquele que derivar da coluna com menor pressão.

Neste caso, a menor pressão ocorre no ponto 4, junção do ramal que abastece o chuveiro 8. O ponto 5 possui uma pressão disponível maior que o ponto 4, devido ao desnível geométrico entre os dois pontos. **(valor: 10,0 pontos)**

**Resposta resumida que pode ser aceita:** Será o chuveiro 8, porque a perda de carga no trecho 1-8 é maior que no trecho 1-10 e a pressão dinâmica é menor que no chuveiro 9. **(valor: 10,0 pontos)**.

Questão nº 2

Padrão de Resposta Esperado:

- a) Com base na curva granulométrica dada e na classificação granulométrica da ABNT apresentada, obtêm-se as percentagens das frações constituintes do solo:

% da fração <b>ARGILA</b>	( $D < 0,002$ mm ) :	7% = <b>7%</b>	
% da fração <b>SILTE</b>	( $0,002$ mm $\leq D < 0,06$ mm ) :	54% – 7% = <b>47%</b>	
% da fração <b>AREIA</b>	( $0,06$ mm $\leq D < 2,0$ mm ) :	100% – 54% = <b>46%</b>	
% da fração <b>PEDREGULHO</b>	( $2,0$ mm $\leq D < 60$ mm ) :	100% – 100% = <b>0%</b>	(valor: 3,0 pontos)

- b) Cálculo de  $C_u$  e  $C_c$  usando as fórmulas apresentadas:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

SOLO	$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$	$C_u$	$C_c$
<b>A</b>	0,003	0,02	0,075	<b>25,0</b>	<b>1,8</b>

Considerando que o critério para considerar o solo “bem graduado” é:

$$C_u > 5 \quad \text{e} \quad 1 < C_c < 3,$$

então, pode-se concluir que: **O SOLO A É BEM GRADUADO**

(valor: 3,0 pontos)

- c) Da curva granulométrica (ou da Tabela), para o solo **A**:  $P_{D < 0,075} = 60\%$ .

Da Tabela, para o solo **B**:  $P_{D < 0,075} = 2\%$ .

Então:

$$\begin{cases} 0,6 \cdot x + 0,02 \cdot y = 0,12 \\ x + y = 1 \end{cases}$$

$$60 \cdot x + 2(1 - x) = 12 \quad \Rightarrow \quad 58 \cdot x = 10$$

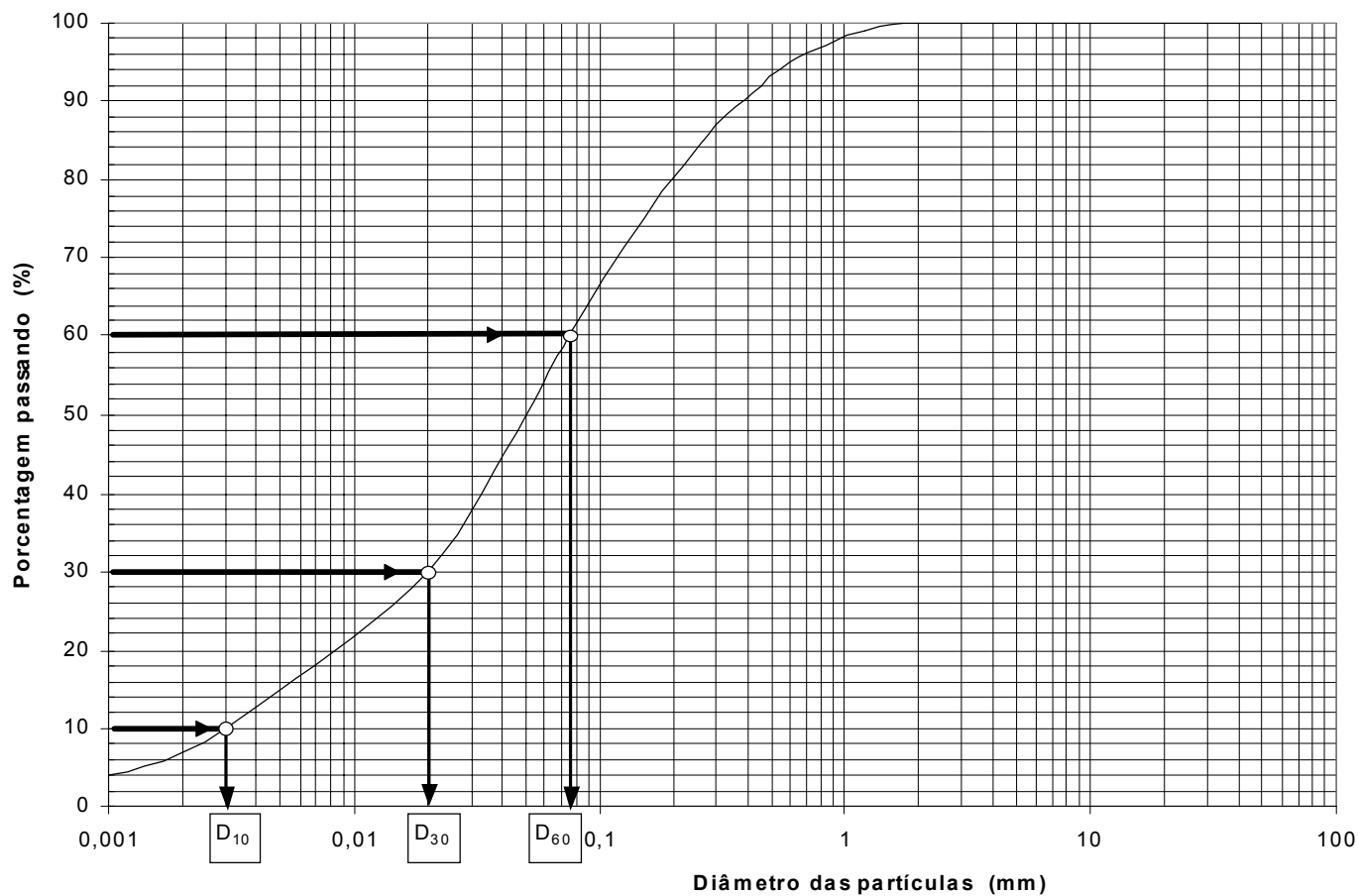
A percentagem do solo **A** na mistura, que atende ao critério estabelecido no projeto ( $\% P_{D < 0,075} = 12\%$ ) será:

$$x(\%) = 17\%$$

(valor: 4,0 pontos)

DIÂMETRO DAS PARTÍCULAS (mm)		% RETIRADA		% RETIRADA ACUMULADA		% QUE PASSA	
PENEIRAMENTO	SEDIMENTAÇÃO	A	B	A	B	A	B
50		0	0	0	0	100	100
38		0	1	0	1	100	99
25		0	4	0	5	100	95
19		0	4	0	9	100	91
9,5		0	12	0	21	100	79
4,8		0	15	0	36	100	64
2,0		0	16	0	52	100	48
1,2		1	10	1	62	99	38
0,60		4	13	5	75	95	25
0,42		4	5	9	80	91	20
0,30		4	5	13	85	87	15
0,15		12	8	25	93	75	7
0,075		15	5	40	98	<b>60</b>	<b>2</b>
	0,05	10	2	50	100	50	0
	0,02	20	0	70	100	30	0
	0,005	15	0	85	100	15	0
	0,002	8	0	93	100	7	0
	0,001	3	0	96	100	4	0

CURVA GRANULOMÉTRICA DO SOLO A



ACEITAÇÃO DE VARIAÇÃO NUMÉRICA DE RESPOSTA

Aceitar variações nas respostas finais de:

- $\pm 1\%$  para as frações granulométricas constituintes do solo (argila, silte e areia)
- $\pm 0,1$  para os parâmetros granulométricos ( $C_u$  e  $C_c$ )
- $\pm 0,01$  para a porcentagem do solo **A** na mistura (x%)

### Questão nº 3

#### Padrão de Resposta Esperado:

Valor de cálculo da resistência do concreto

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{18}{1,4} = 12,86 \text{ MPa}$$

Valor de cálculo da resistência do aço

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$$

Valor último da tensão de escorregamento da armadura

$$\tau_{bu} = 0,42 \sqrt[3]{12,86^2} = 2,31 \text{ MPa}$$

De acordo com o enunciado:

$$\frac{A_{s,calc}}{A_{se}} = 1$$

Cálculo do comprimento de ancoragem

$$\ell_b = \frac{\varnothing}{4} \times \frac{434,78}{2,31} \times 1 = 753 \text{ mm} \cong 76 \text{ cm}$$

O ponto, de um lado da viga, onde pode-se retirar de serviço as duas primeiras barras é o maior dos dois valores.

$$\text{Valor do diagrama de } R_{st} + a_\ell + 10 \varnothing = 4,98/2 + 0,75 + 0,16 = 3,40 \text{ m}$$

ou

$$a_\ell + \ell_b = 0,75 + 0,76 = 1,51 \text{ m}$$

Logo, precisa-se ter, em cada lado da viga, 12 ferros do centro até um comprimento de 3,40 m.

O ponto, de um lado da viga, onde pode-se retirar de serviço as duas barras seguintes é o maior dos dois valores.

$$\text{Valor do diagrama de } R_{st} + a_\ell + 10 \varnothing = 6,18/2 + 0,75 + 0,16 = 4,00 \text{ m}$$

ou

$$\text{Valor do diagrama de } R_{st} + a_\ell + \ell_b = 4,98/2 + 0,75 + 0,76 = 4,00 \text{ m}$$

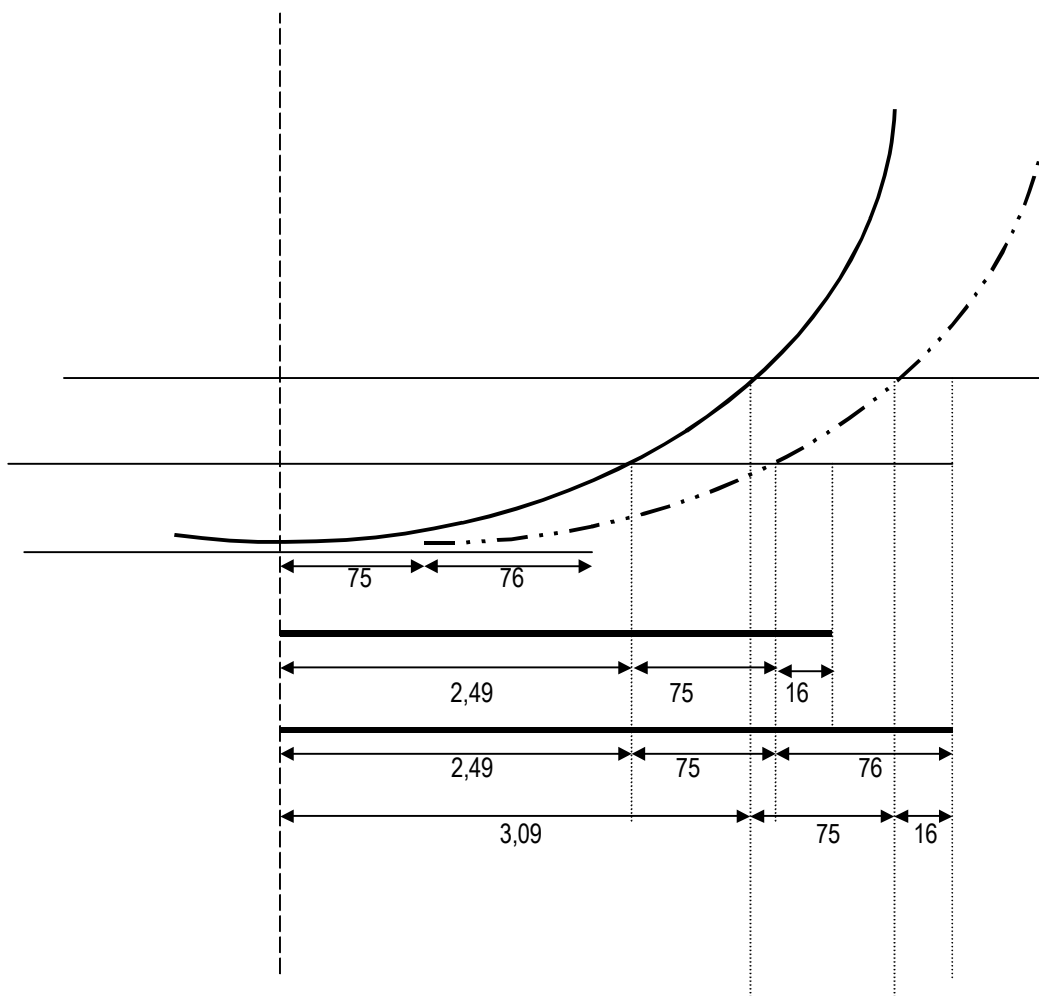
Logo, precisa-se ter, em cada lado da viga, no mínimo, 10 ferros do centro até um comprimento de 4,00 m.

Para a disposição de barras adotada na Figura 1, na qual as quatro primeiras barras têm o mesmo comprimento, este deve ser  $4,00 \text{ m} + 3,40 \text{ m} = 7,40 \text{ m}$ .

Duas barras devem estar colocadas assimetricamente em relação ao centro da viga, com 4,00 para a direita e 3,40 para a esquerda, e outras duas barras, também colocadas assimetricamente em relação ao centro da viga, com 4,00 para a esquerda e 3,40 para a direita.

(valor: 10,0 pontos)

Graficamente



Questão nº 4

Padrão de Resposta Esperado:

- a) O que se quer é o projeto que apresente a maior relação benefício/custo, ou seja, o que mais remunera por unidade de investimento. Assim, deverá ser escolhida a alternativa V.

Alternativas de projeto	Custo (UM\$)	Benefício (UM\$)	Benefício/ Custo
I	200	250	1,25
II	240	260	1,08
III	150	135	0,90
IV	200	240	1,20
V	200	260	<b>1,30</b>
VI	230	260	1,13

(valor: 4,0 pontos)

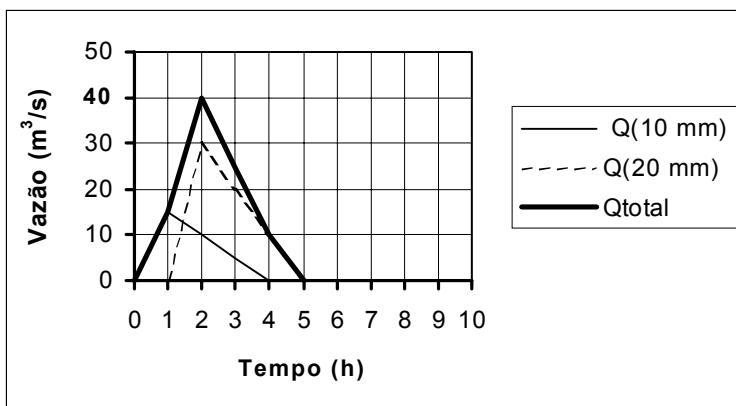
- b) A máxima vazão da onda de cheia formada por uma chuva efetiva de 10 mm, seguida de uma chuva de 20 mm, ambas com a duração de 1h (Figura 2), é proporcional à resposta da bacia sob a ação de uma chuva com altura de 10 mm e duração de 1 h, conforme o hidrograma da Figura 1. Portanto, basta, para cada precipitação de 1 h, multiplicar os valores do hidrograma unitário pela precipitação nesse período e somar os hidrogramas resultantes defasados de uma hora. Pode-se calcular analiticamente ou graficamente.

Analiticamente:

T (h)	Q <sub>(P=10 mm)</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>(P=20mm)</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>total</sub> (m <sup>3</sup> /s)
0	0		0
1	15	0	15
2	10	30	<b>40</b>
3	5	20	25
4	0	10	10
5	0	0	0

$$Q_{\text{máx}} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$$

ou Graficamente:



$$Q_{\text{máx}} = 40 \text{ m}^3/\text{s}$$

Analítica e graficamente:

$$Q_{(P=20 \text{ mm})} = 30 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (analítica ou graficamente)}$$

$$Q_{\text{Total máx}} = 40 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (analiticamente)}$$

Hidrograma resultante ( $Q_{\text{total}}$ )

(valor: 6,0 pontos)

ou apenas graficamente:

$$Q_{(P=20 \text{ mm})}$$

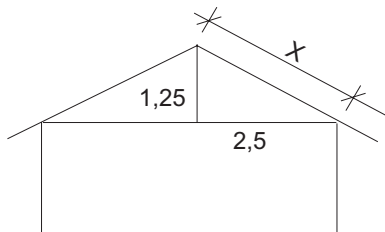
$$Q_{\text{Total}}, \text{ indicando a máxima como } 40 \text{ m}^3/\text{s}$$

(valor: 6,0 pontos)

**Questão nº 5**

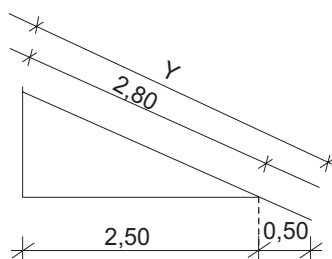
**Padrão de Resposta Esperado:**

**a) Cálculo da área de cobrimento**



$$X = \sqrt{1,25^2 + 2,5^2} = 2,80 \text{ m}$$

Por semelhança de triângulo



$$Y = \frac{3 \times 2,80}{2,50} = 3,36 \text{ m}$$

Área de cobrimento (telhas)

$$A_{\text{telhas}} = 3,36 \text{ m} \times 9,00 \text{ m} \times 2_{\text{águas}} = 60,46 \text{ m}^2$$

Quantidade de telhas:

$$Q_T = 25 \text{ peças/m}^2 \times 60,48 \text{ m}^2 = 1512 \text{ peças}$$

Perda de 10% = 151 peças

$$Q = 1512 + 151 = 1663 \text{ peças} \quad (\text{aceitar valores entre 1660 e 1670, inclusive})$$

**(valor: 3,0 pontos)**

**b) Quantidade de caibros**

$$Q = \frac{9,00}{0,50} + 1 = 19 \text{ peças}$$

$$\text{Em duas águas: } Q = 19 \times 2 = 38 \text{ peças}$$

Comprimento

$$C = 3,36 \text{ m (conforme calculado no item a)}$$

**(valor: 4,0 pontos)**

**c) Quantidade de ripas**

$$Q = \left( \frac{3,36}{0,30} + 1 \right) = 12,2$$

Perda 5% = 0,61

$$Q = 12,2 + 0,61 = 12,81 \Rightarrow 13 \text{ peças/água}$$

$$Q_{\text{Total}} = 13 \text{ peças/água} \times 2 \text{ águas} = 26 \text{ peças}$$

Comprimento total

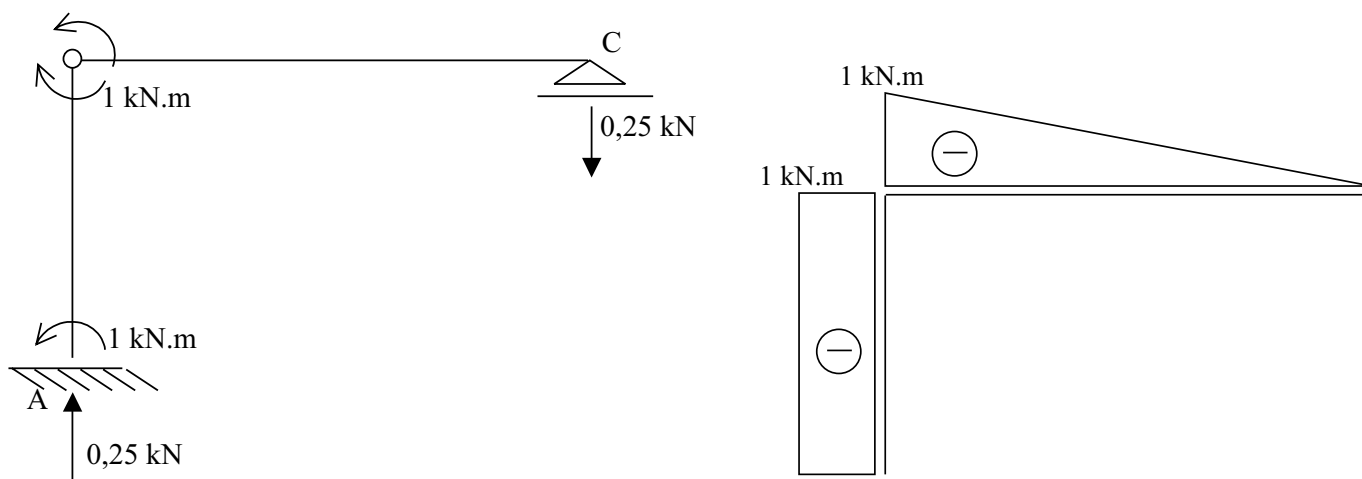
$$C = 9,00 \text{ m} \times 26 \text{ peças} = 234,00 \text{ m}$$

**(valor: 3,0 pontos)**

Questão nº 6

Padrão de Resposta Esperado:

a) Obtenção do diagrama de momentos fletores e das reações de apoio no Sistema Principal (S.P.) para  $X_1 = 1 \text{ kN.m}$



Valores:

diagrama da barra horizontal

diagrama da barra vertical

reações de apoio em A e C

reação momento em A

Cálculo de  $EJ \delta_{11}$

Combinado consigo mesmo o diagrama de momentos fletores obtido para  $X_1 = 1 \text{ kN.m}$ , utilizando a tabela fornecida:

$$EJ \delta_{11} = 1.1.2 + \frac{1}{3} \cdot 1.1.4 = 2 + \frac{4}{3} = \frac{10}{3} \text{ m}$$

Recalque do apoio no S.P. para  $X_1 = 1 \text{ kN.m}$

$$EJ \delta_{1r} = -2 \cdot 10^8 \cdot 5140 \cdot 10^{-8} \cdot (-0,25 \cdot 10^{-2}) = 25,7 \text{ m}$$

Cálculo do valor de  $X_1$

$$X_1 = -\frac{1}{\delta_{11}} \cdot \delta_{1r} = -\frac{3}{10} \cdot 25,7 = -7,71 \text{ kN.m}$$

(valor: 7,0 pontos)

b) Valor do momento fletor em B

Em consequência, o valor do momento em B é o valor do próprio hiperestático, que é 7,71 kN.m, tracionando as fibras inferiores.

(valor: 1,0 ponto)

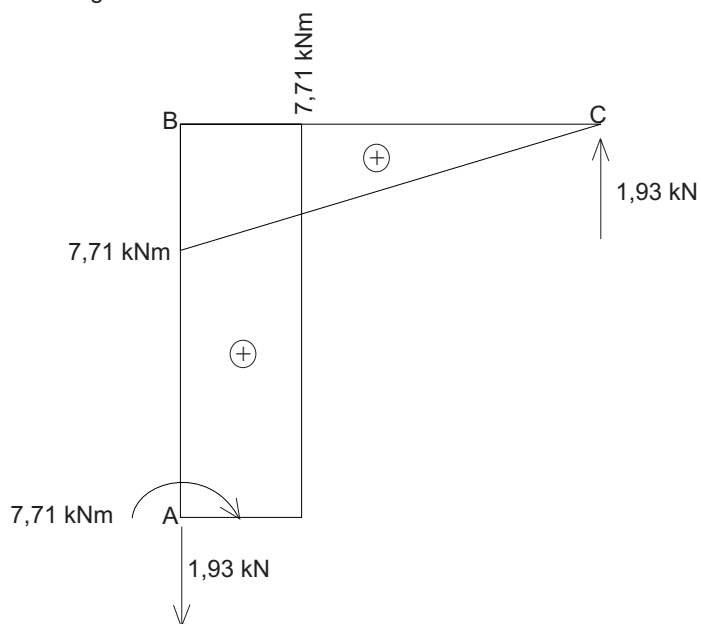
**c) Reações de apoio**

Logo, a reação de apoio vertical no engaste vale  $0,25 \cdot 7,71 = 1,93$  kN, dirigida para baixo; a reação de apoio vertical no apoio de primeiro gênero (apoio da direita) vale  $0,25 \cdot 7,71 = 1,93$  kN, dirigida para cima; e a reação horizontal no engaste é zero.

Assim, a reação momento no engaste A vale  $1 \cdot 7,71 = 7,71$  kN.m.

**(valor: 2,0 pontos)**

Diagrama



**Questão nº 7**

**Padrão de Resposta Esperado:**

**a)** Cálculo da vazão mínima do arroio, em época seca, sem o afluxo de nenhuma vazão de esgoto

Como:

$$Q = \text{vazão específica} \times \text{área de contribuição},$$

então:

$$Q = 10 \frac{\text{L/s}}{\text{km}^2} \times 2 \text{km}^2 \rightarrow Q = 20 \text{L/s}$$

(valor: 2,5 pontos)

**b)** Cálculo da quantidade de oxigênio demandada pelo curso de água, em kg, no transcurso de um dia, considerando-se o exame realizado

Como:

$$M_O = C \times Q,$$

onde:

$M_O$  = quantidade diária de oxigênio total demandada (kg);

$C = \text{DBO}_{\text{EXAME}} = 54 \text{ mg/L} = 54 \times 10^{-6} \text{ kg/L}$ ;

$Q = \text{vazão natural do arroio} = 20 \text{ L/s}$  ou  $Q = 20 \text{ L/s} \times 24 \text{ horas} \times 3.600 \text{ s} = 1.728.000 \text{ L/dia}$ .

Daí:

$$M_O = 54 \times 10^{-6} \times 1.728.000 \rightarrow M_O = 93,31 \text{ kg}$$

(valor: 2,5 pontos)

**c)** Cálculo da quantidade de oxigênio demandada atribuída à contaminação por esgoto clandestino

Como:

$$M_{\text{OEC}} = C_1 \times Q,$$

onde:

$M_{\text{OEC}}$  = quantidade diária de oxigênio demandada devido aos esgotos clandestinos (kg);

$C_1 = \text{DBO}_{\text{EXAME}} - \text{DBO}_{\text{NATURAL ARROIO}} = 54 - 4 = 50 \text{ mg/L} = 50 \times 10^{-6} \text{ kg/L}$

$Q = \text{vazão natural do arroio} = 20 \text{ L/s}$  ou  $Q = 20 \text{ L/s} \times 24 \text{ horas} \times 3.600 \text{ s} = 1.728.000 \text{ L/dia}$

Daí,

$$M_{\text{OEC}} = 50 \times 10^{-6} \times 1.728.000 \rightarrow M_{\text{OEC}} = 86,40 \text{ kg}$$

ou, também,

como para  $\text{DBO} = 54 \text{ mg/L} \rightarrow \text{quantidade de oxigênio} = 93,31 \text{ kg}$ ,

então, para  $\text{DBO} = 50 \text{ mg/L} \rightarrow \text{quantidade de oxigênio} = X$ .

$X = 86,40 \text{ kg}$

(valor: 2,5 pontos)

**d)** Cálculo da quantidade de pessoas cujos dejetos estão contribuindo para a contaminação do arroio

Como cada pessoa contribui com uma necessidade de oxigênio diária dada por:

$$M_P = C_2 \times C_E,$$

onde:

$M_P$  = quantidade diária de oxigênio demandada por pessoa (kg);

$C_2 = \text{DBO}_{\text{ESGOTO DOMÉSTICO}} = 300 \text{ mg/L} = 300 \times 10^{-6} \text{ kg/L}$ ;

$C_E = \text{contribuição diária de esgoto por pessoa} = 100 \text{ L/dia}$ ,

então:

$$M_P = 300 \times 10^{-6} \times 100 \rightarrow M_P = 0,03 \text{ kg}$$

Cálculo do número de pessoas

Como:

$$N = \frac{M_{\text{OEC}}}{M_P},$$

então,

$$N = \frac{86,40}{0,03} \rightarrow N = 2.880 \text{ pessoas}$$

(valor: 2,5 pontos)

Questão nº 8

Padrão de Resposta Esperado:

a) Cálculo de  $\sigma_v$ ,  $u$ ,  $\sigma'_v$  para a situação anterior à execução do aterro granular

Pesos específicos:

Areia densa:  $\gamma_{sat} = 20,0 \text{ kN/m}^3$

$$\gamma_d = \frac{\gamma_s}{1+e} \quad \therefore \quad e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{27,0}{14,5} - 1 = 0,86$$

$$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_s + e \cdot \gamma_w}{1+e} = \frac{27,0 + 0,86 \cdot 10}{1 + 0,86} = 19,1 \text{ kN/m}^3$$

Argila mole:  $\gamma_{sat} = 19,1 \text{ kN/m}^3$

Considerando que  $\sigma_v = \Sigma \gamma \cdot z$ ,  $u = \gamma_w \cdot h_w$  e  $\sigma'_v = \sigma_v - u$ , tem-se:

TENSÕES VERTICAIS	NO MEIO DA CAMADA DE AREIA	NO MEIO DA CAMADA DE ARGILA
$\sigma_v$ (tensão total)	$20,0 \times 1,5 = 30 \text{ kPa}$	$20,0 \times 3,0 + 19,1 \times 4,0 = 136,4 \cong 136 \text{ kPa}$
$u$ (tensão neutra)	$10 \times 1,5 = 15 \text{ kPa}$	$10 \times 7,0 = 70 \text{ kPa}$
$\sigma'_v$ (tensão efetiva)	$30 - 15 = 15 \text{ kPa}$	$136 - 70 = 66 \text{ kPa}$

(valor: 6,0 pontos)

b) Cálculo de  $\Delta\sigma_v$ ,  $\Delta u$ ,  $\Delta\sigma'_v$  para o momento imediatamente após à execução do aterro granular

Aterro granular:  $\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$

Peso específico:  $\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$

Considerando que, nesta condição,  $[\Delta\sigma_v = \gamma \cdot z]$ ,  $[\Delta u = \Delta\sigma_v \text{ (devido à construção do aterro)}]$  e  $[\Delta\sigma'_v = \Delta\sigma_v - \Delta u]$ , tem-se:

VARIAÇÃO DAS TENSÕES	NO MEIO DA CAMADA DE AREIA	NO MEIO DA CAMADA DE ARGILA
$\Delta\sigma_v$	$19,6 \times 3,0 = 58,8 \cong 59 \text{ kPa}$	$19,6 \times 3,0 = 58,8 \cong 59 \text{ kPa}$
$\Delta u$	$19,6 \times 3,0 = 58,8 \cong 59 \text{ kPa}$	$19,6 \times 3,0 = 58,8 \cong 59 \text{ kPa}$
$\Delta\sigma'_v$	$59 - 59 = 0$	$59 - 59 = 0$

(valor: 4,0 pontos)

Obs.: Aceitar variações nas respostas finais das tensões e das variações das tensões de  $\pm 2 \text{ kPa}$

**Questão nº 9**

**Padrão de Resposta Esperado:**

a) Valor da coesão necessária ( $c_{nec}$ ) para equilíbrio estrito do talude (FS=1)

Cálculo do  $\gamma'$  (peso específico submerso) da argila:

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 19,4 - 10 = 9,4 \text{ kN/m}^3$$

Cálculo da área da massa potencialmente deslizante:

$$A = A_{\text{triang}_1} + A_{\text{segm\_circ}}$$

$$A_{\text{triang}_1} = \frac{1}{2} \cdot 5,856 \cdot 8,0 = 23,42 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{segm\_circ}} = A_{\text{setor}} - A_{\text{triang}_2} = \frac{\pi \times 16,0^2}{6} - \frac{16,0 \times (16,0 \times \cos 30^\circ)}{2} = 23,19 \text{ m}^2$$

$$A = 23,42 + 23,19 = 46,61 \text{ m}^2$$

Cálculo do peso da massa potencialmente deslizante:

$$P = \gamma' \cdot A = 9,4 \cdot 46,61 = 438,13 \text{ kN/m}$$

Cálculo do momento estabilizador ( $M_e$ ):

$$M_e = c_{nec} \cdot \widehat{AB} \cdot r = c_{nec} \cdot \frac{2\pi \cdot 16,0}{6} \cdot 16,0 = 268,08 \cdot c_{nec}$$

Cálculo do momento instabilizador ou tombador ( $M_i$ ):

$$M_i = P \cdot (16,0 \text{ sen } 30^\circ \cos 30^\circ)$$

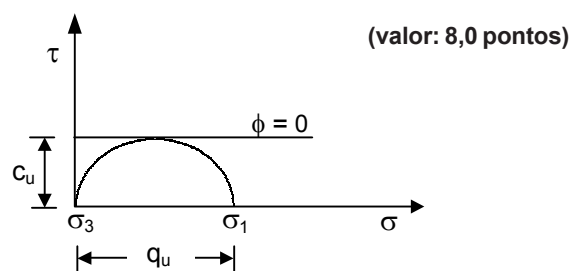
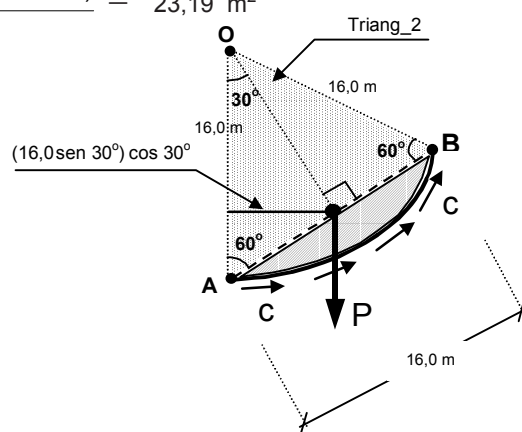
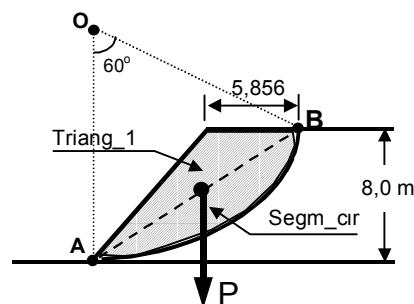
$$M_i = 438,13 \cdot (16,0 \text{ sen } 30^\circ \cos 30^\circ) = 3035,45 \text{ kN.m/m}$$

Na condição de equilíbrio estrito, tem-se:

$$M_e = M_i \therefore c_{nec} = \frac{3035,45}{268,08} = 11,3 \text{ kPa} \cong 11 \text{ kPa}$$

b) Valor da coesão não drenada da argila ( $c_u$ )

$$c_u = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{q_u}{2} = \frac{36}{2} = 18 \text{ kPa}$$



(valor: 2,0 pontos)

**Obs.:** Aceitar variações nas respostas finais de:  $\pm 1 \text{ kPa}$  para as coesões ( $c_{nec}$  e  $c_u$ )

Questão nº 10

Padrão de Resposta Esperado:

a) Identificação da categoria dos impactos em positivos e negativos (Tabela 2)

Código	Descrição dos impactos ambientais	Categoria	Símbolo
01	Aumento do conhecimento técnico-científico sobre a região	Impacto positivo	+
02	Supressão de vegetação com alteração de biota	Impacto negativo	-
03	Deslocamento compulsório da população	Impacto negativo	-
04	Ampliação e melhoria da malha viária	Impacto positivo	+
05	Aumento de produção de resíduos e poluição das águas e do solo	Impacto negativo	-
06	Assoreamento do reservatório (acúmulo de sedimentos)	Impacto negativo	-

(valor: 4,0 pontos)

b) Hierarquização dos impactos negativos

$$MI = \left[ \sum_{i=1}^{i=n} (C_i \times A_i) \right] \times I, \text{ onde:}$$

MI = Magnitude do Impacto;

n = Quantidade de critérios utilizados para avaliação do impacto (no caso n = 2);

C<sub>i</sub> = Avaliação Relativa do Critério (Tabela 4);

A<sub>i</sub> = Pontuação no Critério (Tabela 4); e

I = Importância do Impacto (Tabela 3).

Código	Descrição dos impactos ambientais	Periodicidade	Ocorrência	Importância	Magnitude (MI)	Hierarquização
02	Supressão de vegetação com alteração de biota	P (4)	Ct (4)	1	(1 . 4 + 1 . 4) . 1 = 8	1°
03	Deslocamento compulsório da população	P (4)	Ct (4)	3	(1 . 4 + 1 . 4) . 3 = 24	4°
05	Aumento de produção de resíduos e poluição das águas e do solo	T (1)	Ct (4)	4	(1 . 1 + 1 . 4) . 4 = 20	3°
06	Assoreamento do reservatório (acúmulo de sedimentos)	P (4)	Ct (4)	2	(1 . 4 + 1 . 4) . 2 = 16	2°

portanto:

Hierarquização do menor para o maior	Magnitude do Impacto	Código	Descrição dos impactos ambientais
1°	8	02	Supressão de vegetação com alteração de biota
2°	16	06	Assoreamento do reservatório (acúmulo de sedimentos)
3°	20	05	Aumento de produção de resíduos e poluição das águas e do solo
4°	24	03	Deslocamento compulsório da população

(valor: 6,0 pontos)

**Questão nº 11**

**Padrão de Resposta Esperado:**

a) No trajeto Centro – Bairro (volta), o trecho crítico é o 5 – 4, por ser o trecho onde é transportado o maior número de passageiros (235 passageiros). **(valor: 1,0 ponto)**

b) Frota de microônibus

O cálculo da FS não depende do fator de renovação e sim do trecho crítico, como podemos observar:

$$FS = \frac{TT}{FR \cdot CV} = \frac{TT}{\frac{TT}{TCr} \cdot CV} = \frac{TCr}{CV}$$

Logo o valor de FS será:

$$FS = \frac{400}{20} = 20 \text{ ônibus / hora de pico}$$

Intervalo entre as saídas

$$IP = \frac{60\text{min}}{FS} \Rightarrow IP = \frac{60\text{min}}{20} \approx 3 \text{ minutos}$$

Para o cálculo do tempo de ciclo (TC), primeiramente deve-se determinar o tempo médio de percurso entre as paradas (tp):

$$tp = \frac{0,5\text{km}}{20 \frac{\text{km}}{\text{h}}} \cdot 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 1,5 \text{ minuto}$$

Tempo entre terminais ( $TV_i = TV_v$ ) = 1,5 . 8 trechos entre paradas = 12 minutos

ou

$$TV_i = TV_v = \frac{8\text{paradas} \cdot 0,50\text{Km}}{20 \frac{\text{Km}}{\text{h}}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} = 12\text{minutos}$$

Tempo de parada nos terminais ( $TP_i = TP_v$ ) = 4 minutos

Então, o TC é dado por:

$$TC = TV_i + TV_v + TP_i + TP_v \Rightarrow TC = 12 + 12 + 4 + 4 = 32 \text{ minutos}$$

$$NFR = \frac{TC}{IP} = \frac{32}{3} = 10,6 \text{ microônibus}$$

Para o completo funcionamento da linha, deve-se arredondar o resultado para uma frota de 11 microônibus. **(valor: 9,0 pontos)**

## Questão nº 12

### Padrão de Resposta Esperado:

Valor de cálculo da força solicitante

$$N_d = 300 \cdot 1,3 = 390 \text{ kN}$$

Cálculo do coeficiente de modificação  $k_{mod}$

$$k_{mod,1} = 0,7 \text{ (da Tabela 1)}$$

$$k_{mod,2} = 0,8 \text{ (da Tabela 2)}$$

$$k_{mod,3} = 0,8 \text{ (dado no enunciado)}$$

$$\log k_{mod} = k_{mod,1} \cdot k_{mod,2} \cdot k_{mod,3} = 0,7 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,448$$

Cálculo da resistência característica à tração da madeira

$$f_{t0,k} = 0,7 \cdot f_{t0,m} = 0,7 \cdot 123,4 = 86,38 \text{ MPa}$$

Cálculo da resistência de cálculo à tração da madeira

$$f_{t0,d} = 0,448 \cdot 86,38 / 1,8 = 21,5 \text{ MPa}$$

Cálculo da área de seção transversal necessária

$$A_{nec} = 390 \text{ kN} / 21,5 \text{ MPa} = 181,4 \text{ cm}^2$$

Verificação das peças disponíveis

A área do pranchão de 7,5 cm x 23 cm é 172,5 cm<sup>2</sup>

A área do pranchão de 10,0 cm x 20,0 cm é 200 cm<sup>2</sup>

Logo apenas o pranchão de 10,0 x 20,0 cm pode ser utilizado

(valor: 10,0 pontos)