



CADERNO DE QUESTÕES

Instruções

1- Você está recebendo o seguinte material:

a) este caderno com o enunciado das 8 (oito) questões comuns a todos os formandos e de outras 4 (quatro) questões, das quais você deverá responder a 2 (duas), à sua escolha, e das questões relativas às suas impressões sobre a prova, assim distribuídas:

Partes	N ^{os} das Questões	N ^{os} das pp. neste Caderno	Valor de cada questão
Questões discursivas	1 a 12	3 a 20	10,0
Impressões sobre a prova	1 a 18	21	—

b) 01 Caderno de Respostas em cuja capa existe, na parte inferior, um cartão destinado às respostas das questões relativas às **impressões sobre a prova**. O desenvolvimento e as respostas das questões discursivas deverão ser feitos a caneta esferográfica de tinta preta e dispostos nos espaços especificados nas páginas do Caderno de Respostas.

2 - Verifique se este material está em ordem e se o seu nome no CARTÃO-RESPOSTA está correto. Caso contrário, notifique **IMEDIATAMENTE** a um dos Responsáveis pela sala.

3 - Após a conferência do seu nome no CARTÃO-RESPOSTA, você deverá assiná-lo no espaço próprio, utilizando caneta esferográfica de tinta preta.

4 - Esta prova é individual. Você **PODE** usar **calculadora e régua**; entretanto são **vedadas** qualquer **comunicação** e troca de material entre os presentes, **consultas** a material bibliográfico, cadernos ou anotações de qualquer espécie.

5 - Quando terminar, entregue a um dos Responsáveis pela sala o CARTÃO-RESPOSTA grampeado ao Caderno de Respostas e assine a Lista de Presença. Cabe esclarecer que nenhum graduando deverá retirar-se da sala **antes** de decorridos **90 (noventa) minutos** do início do Exame.

6 - Você **pode** levar este **CADERNO DE QUESTÕES**.

OBS.: Caso ainda não o tenha feito, entregue ao Responsável pela sala o cartão com as respostas ao questionário-pesquisa e as eventuais correções dos seus dados cadastrais. Se não tiver trazido as respostas ao questionário-pesquisa, você poderá enviá-las diretamente à DAES/INEP (Esplanada dos Ministérios, Bloco L - Anexo II - Brasília, DF - CEP 70047-900).

7 - VOCÊ TERÁ 04 (QUATRO) HORAS PARA RESPONDER ÀS QUESTÕES DISCURSIVAS E DE IMPRESSÕES SOBRE A PROVA.

OBRIGADO PELA PARTICIPAÇÃO!

ENGENHARIA CIVIL

1

Você é o engenheiro responsável pela obra de um edifício, visitada por alunos de Engenharia Civil que estavam cursando a disciplina de Instalações Hidráulicas. Observando a instalação hidráulica executada, um dos alunos lhe perguntou em qual dos chuveiros a água chegaria com menor pressão. Para responder à pergunta do aluno, você fez o esboço representado na Figura 1 e forneceu a resposta com base nas seguintes informações:

- os chuveiros estão instalados nos pontos 8, 9, 10 e 11;
- o barrilete possui, em toda a sua extensão, o diâmetro de 32 mm;
- as colunas de água fria possuem diâmetro de 25 mm;
- as vazões que abastecem as duas colunas de água fria são idênticas;
- cada um dos ramais que levam a qualquer dos chuveiros possui uma perda de carga equivalente a 0,50 m.

Qual foi a sua resposta ao aluno? Justifique, analisando a perda de carga e a pressão dinâmica.

(valor: 10,0 pontos)

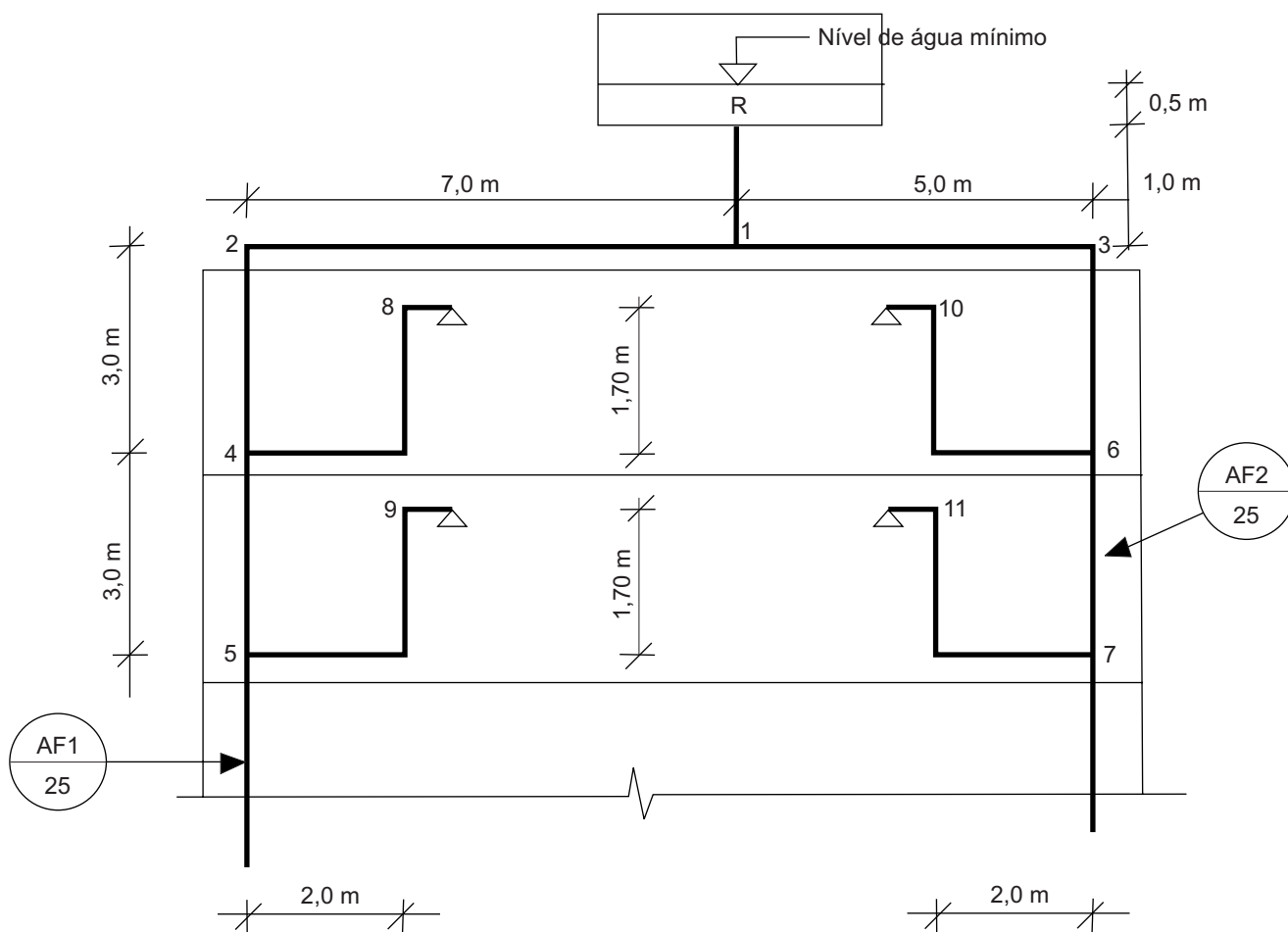


Figura 1 - Esquema da instalação de água fria.

Para a construção de uma nova rodovia, haverá necessidade da execução de um extenso aterro em determinado trecho. Assim, no projeto, foi realizado um estudo geotécnico prévio sobre amostras de terraços fluviais de duas áreas aluvionares próximas e diferentes, para determinar a possibilidade de seu uso como materiais de empréstimo.

Ao fazer os ensaios de compactação sobre a amostra da jazida **B**, comprovou-se que haveria necessidade de corrigir sua granulometria para superar a carência da fração fina, de modo a viabilizar seu uso no projeto. No estudo geotécnico realizado, também foi esclarecido que a superação dessa deficiência de finos, no solo **B**, poderia ser conseguida mediante a mistura de $x\%$ do solo **A** com $y\%$ do solo **B** ($x\% + y\% = 100\%$), que garantisse 12% de fração fina ($D < 0,075$ mm) à granulometria da mistura.

Com base nessas informações e nos dados a seguir apresentados, determine

- as porcentagens de cada uma das frações granulométricas constituintes do solo **A**, em conformidade com a classificação da NBR 6502 da ABNT; (valor: 3,0 pontos)
- se o solo **A** é ou não bem graduado, mediante uso de critério baseado nos valores de C_u (coeficiente de uniformidade) e C_c (coeficiente de curvatura); (valor: 3,0 pontos)
- qual a porcentagem do solo **A** ($x\%$) a ser usada na mistura, de modo a atender ao critério estabelecido no estudo supra-referido ($\% P_{D < 0,075} = 12\%$). (valor: 4,0 pontos)

Aproximar os resultados de granulometria e de frações granulométricas para valores inteiros em % e os valores de C_u e C_c , para uma casa decimal.

Dados/Informações adicionais

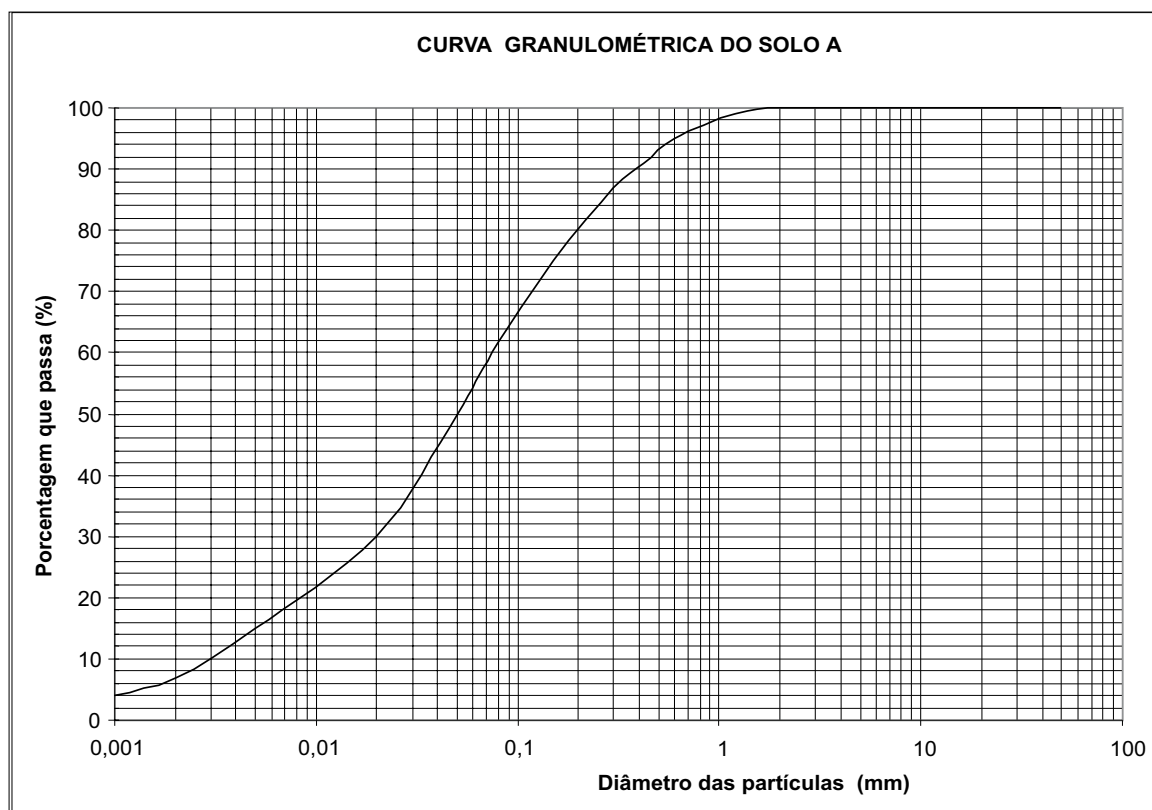


Figura 1 – Curva Granulométrica do Solo A

CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA DAS FRAÇÕES CONSTITUINTES DO SOLO, SEGUNDO A ABNT (NBR 6502)

Fração pedregulho:	$2,0 \text{ mm} \leq D < 60 \text{ mm}$
Fração areia:	$0,06 \text{ mm} \leq D < 2,0 \text{ mm}$
Fração silte:	$0,002 \text{ mm} \leq D < 0,06 \text{ mm}$
Fração argila:	$D < 0,002 \text{ mm}$

FÓRMULAS

D_n = diâmetro tal que n% das partículas sejam menores que o diâmetro D

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (C_u = \text{coeficiente de uniformidade})$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}} \quad (C_c = \text{coeficiente de curvatura})$$

CRITÉRIO PARA ANÁLISE DA GRADUAÇÃO DO SOLO

SOLO BEM GRADUADO: $C_u > 5$ e $1 < C_c < 3$

Sobre as amostras retiradas dessas duas áreas (**A** e **B**), foram realizados ensaios de granulometria (por peneiramento e por sedimentação), obtendo-se os seguintes resultados:

DIÂMETRO DAS PARTÍCULAS (mm)		% RETIDA		% RETIDA ACUMULADA		% QUE PASSA	
PENEIRAMENTO	SEDIMENTAÇÃO	A	B	A	B	A	B
50		0	0				
38		0	1				
25		0	4				
19		0	4				
9,5		0	12				
4,8		0	15				
2,0		0	16				
1,2		1	10				
0,60		4	13				
0,42		4	5				
0,30		4	5				
0,15		12	8				
0,075		15	5				
	0,05	10	2				
	0,02	20	0				
	0,005	15	0				
	0,002	8	0				
	0,001	3	0				

Fazendo parte de uma equipe de cálculo estrutural, você examinou o detalhamento da armadura principal (armadura de combate à flexão) de uma viga, representado esquematicamente na Figura 1, onde todas as outras armaduras (costelas, cisalhamento, etc.) foram omitidas. Você observou também que não estava indicado o comprimento das barras N3.

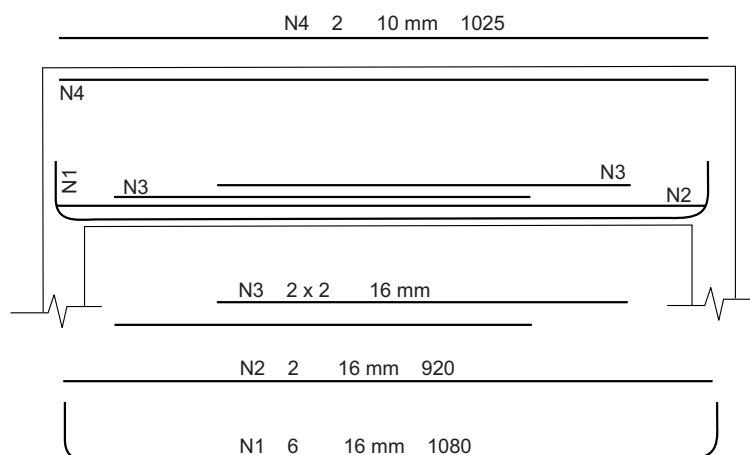


Figura 1 - Desenho esquemático do detalhamento da armadura principal no qual estão omitidas todas as outras armaduras da viga (costelas, cisalhamento, etc.).

Para determinar o comprimento das barras N3, inicialmente, você calculou e desenhou o diagrama de forças R_{st} da viga (forças de tração na armadura), simétrico em relação ao centro, e traçou 5 linhas paralelas ao eixo da viga, espaçadas igualmente de forma que a distância entre linhas contíguas representasse a força de tração absorvida por duas barras da armadura principal. Os comprimentos das linhas horizontais, medidos no interior do diagrama, estão indicados acima das mesmas (Figura 2).

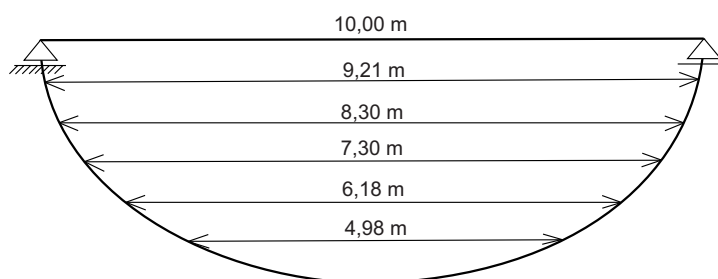


Figura 2 - Diagrama de forças de tração na armadura (forças R_{st}).

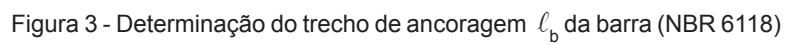
O valor calculado para a decalagem a_e , com a qual o diagrama de forças R_{st} encontrado anteriormente precisa ser deslocado, é de 0,75 m. A ancoragem das barras ocorre em zona de boa aderência e o comprimento de ancoragem (ℓ_b) deve ser obtido considerando que a armadura efetivamente utilizada (A_{se}) é igual à armadura calculada ($A_{s\,cal}$). Os pilares possuem largura de 30 cm e o vão teórico da viga é 10 m.

Segundo a NBR 6118, "o trecho da extremidade da barra de tração considerado como ancoragem tem início onde sua tensão σ_s começa a diminuir (o esforço começa a ser transferido para o concreto) e deve prolongar-se pelo menos $10\varnothing$ além do ponto teórico de tensão σ_s nula, não podendo em nenhum caso ser inferior ao comprimento necessário de ancoragem (ℓ_b)".

De acordo com o acima exposto, na armadura longitudinal de tração de peças fletidas, o trecho de ancoragem da barra terá início no ponto A (Figura 3) do diagrama de forças R_{st} deslocado; se a barra não for dobrada, o trecho de ancoragem se estenderá pelo menos até $10\varnothing$ além do ponto B.

Com base nos dados acima, determine o comprimento mínimo das barras N3, de acordo com o detalhamento da Figura 1.

(valor: 10,0 pontos)



$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{f_{ck}}{1,4}$$

Você trabalha em uma firma de consultoria que está fazendo estudos para aproveitamento dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica do seu estado. Foram apresentadas seis alternativas de projeto, que você deverá analisar.

- a) A Tabela 1 mostra uma estimativa de custos e benefícios, em unidades monetárias (UM\$), para cada uma das diferentes alternativas de soluções para o sistema de proteção contra inundações. Qual dos projetos deve ser escolhido para implantação? Justifique a sua resposta, considerando que o projeto a ser implantado é aquele que remunera mais por unidade monetária de investimento (custo).

(valor: 4,0 pontos)

Tabela 1 - Estimativa dos custos e benefícios dos projetos

Alternativas de projeto	Custo (UM\$)	Benefícios (UM\$)
I	200	250
II	240	260
III	150	135
IV	200	240
V	200	260
VI	230	260

- b) Neste estudo, uma sub-bacia hidrográfica apresenta uma resposta à ação de uma chuva com altura de 10 mm e duração de 1 h, conforme o hidrograma da Figura 1. Qual a máxima vazão da onda de cheia formada por uma chuva efetiva de projeto de 10 mm, seguida de uma chuva de 20 mm, ambas com duração de 1h? Justifique a sua resposta e esboce o hidrograma resultante.

Lembre-se de que o hidrograma resultante é proporcional às parcelas da chuva efetiva de projeto.

(valor: 6,0 pontos)

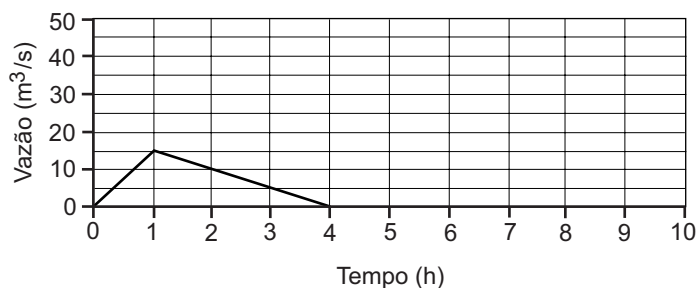


Figura 1 - Hidrograma Unitário (HU) para a sub-bacia hidrográfica para uma altura de 10 mm e duração de 1 h.

5

No condomínio onde você mora, estão construindo uma guarita cuja planta de cobertura está esquematizada na Figura 1. Você ficou responsável por quantificar os materiais necessários para a execução do telhado, conforme dados e detalhes extraídos do manual do fabricante (Figuras 2 e 3).

Após verificar que, no condomínio, já havia boa parte dos materiais, você deverá calcular apenas:

- a quantidade total de telhas, considerando perda de 10%;
- o comprimento e a quantidade total de caibros, sem perdas;
- o comprimento total de ripas, em metros, considerando 5% de perda.

(valor: 3,0 pontos)

(valor: 4,0 pontos)

(valor: 3,0 pontos)

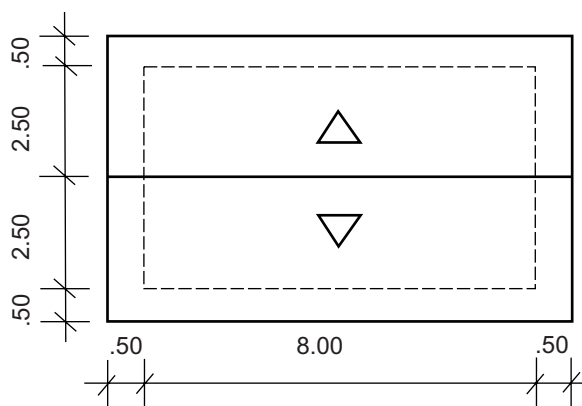


Figura 1 - Croqui da Planta de Cobertura da Guarita

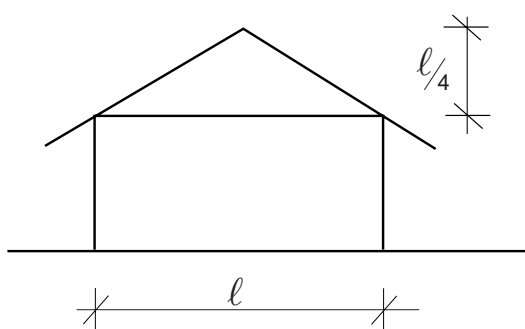


Figura 2 - Esquema do detalhe da altura da cumeeira para a telha capa-canal utilizada na obra.

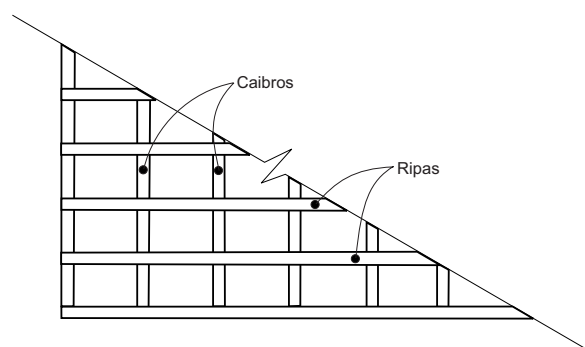


Figura 3 - Esquema do detalhe das ripas e caibros do engradamento em vista superior.

Dados/Informações adicionais

- . Telha tipo capa-canal = 25 peças/m²
- . Caibros
 - seção transversal: 4 cm x 7,5 cm
 - espaçamento: a cada 50 cm
- . Ripas
 - seção transversal: 2 cm x 5 cm
 - espaçamento: a cada 30 cm

Em uma construção a meia encosta, a laje de piso foi apoiada em estruturas metálicas compostas de perfis I, colocados de modo a oferecer a maior resistência ao momento fletor atuante.

Ao inspecionar a obra para recebimento, você verificou a existência de um recalque vertical de 1 cm no engaste A de uma das estruturas metálicas, cujo esquema estático é apresentado na Figura 1.

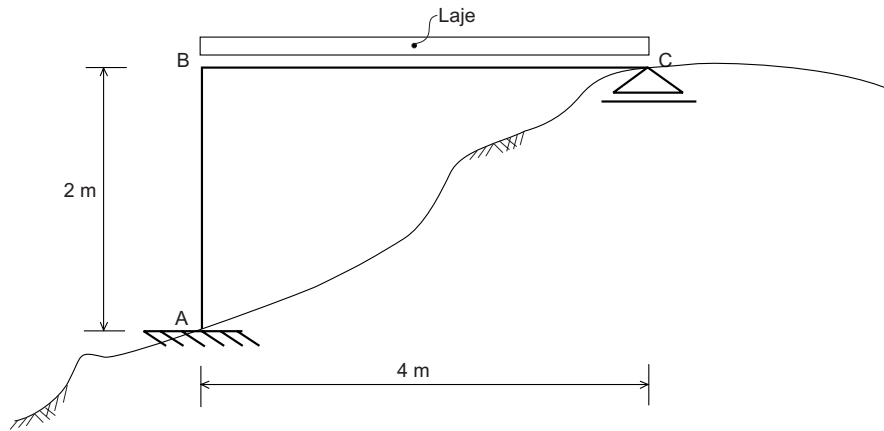


Figura 1 - Representação esquemática da estrutura metálica de apoio da laje de piso.

A fim de avaliar os esforços adicionais nessa estrutura, ocasionados pelo recalque, você utilizou o método das forças e, para tanto, escolheu o sistema principal (no qual foi colocada uma rótula no nó B) e o hiperestático X_1 (carga momento em ambos os lados da rótula inserida em B), mostrados na Figura 2. A seção transversal do perfil e a orientação dos eixos x e y estão representadas na Figura 3.

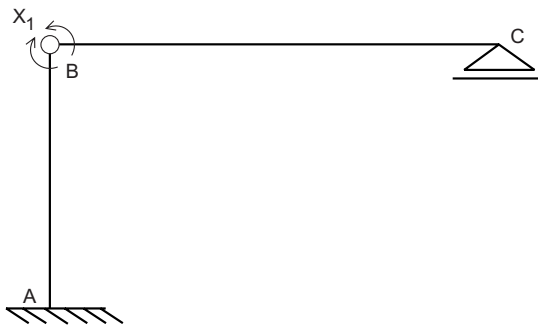


Figura 2 - Sistemas principal e hiperestático utilizados para aplicação do método das forças.

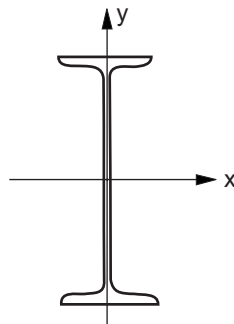


Figura 3 - Seção transversal do perfil e orientação dos eixos x e y.

Com base no que foi exposto, forneça

- a) o diagrama de momentos fletores do sistema principal e o valor das reações de apoio correspondentes para $X_1 = 1 \text{ kN.m}$; (valor: 7,0 pontos)
- b) o valor do momento fletor atuante em B, causado apenas pelo recalque em A; (valor: 1,0 ponto)
- c) as reações de apoio causadas apenas pelo recalque em A (módulo, direção e sentido). (valor: 2,0 pontos)

Dados/Informações adicionais

E = Módulo de elasticidade do aço = $2,0 \times 10^5$ MPa.

J_x = Momento de inércia do perfil em torno do eixo x = 5140 cm^4 .

R_i = Reações de apoio para $X_1 = 1 \text{ kN.m}$.

ρ_i = Valor dos recalques observados, na direção das reações de apoio para $X_1 = 1 \text{ kN.m}$.

δ_{1r} = Deformação no sistema principal, na direção do hiperestático X_1 , devida ao recalque do apoio.

δ_{11} = Deformação no sistema principal, na direção do hiperestático X_1 , devida à atuação de $X_1 = 1 \text{ kN.m}$.

E_1 = Esforço no sistema principal obtido para $X_1 = 1 \text{ kN.m}$.

E_f = Esforço final na estrutura.

Fórmulas

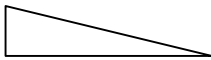
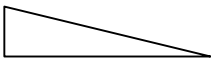
$$E J_x \delta_{1r} + E J_x \delta_{11} X_1 = 0$$

$$E_f = E_1 X_1$$

$$E J_x \delta_{11} = \left(\int \bar{M} \bar{M} ds \right)_{\text{barra horizontal}} + \left(\int \bar{M} \bar{M} ds \right)_{\text{barra vertical}}$$

$$\delta_{1r} = -\sum R_i \rho_i$$

Tabela 1 - Cálculo de $\int \bar{M} \bar{M} ds$ (combinação de diagramas) para barras retas de comprimento ℓ .

	$\bar{M}$ 	$\bar{M}$ 
M 	$M \bar{M} \ell$	$\frac{1}{2} M \bar{M} \ell$
M 	$\frac{1}{2} M \bar{M} \ell$	$\frac{1}{3} M \bar{M} \ell$

Preocupada com o estado de contaminação de um arroio que corta um bairro estritamente residencial da cidade, devido a ligações clandestinas de esgotos domésticos, a administração de um certo município contratou a sua empresa para fazer um estudo sobre as condições desse curso de água.

Informações disponíveis no órgão ambiental existente no município indicaram que o curso de água tem uma bacia de contribuição de 2 km^2 , uma vazão mínima específica de 10 L/s/km^2 , e que o arroio, naturalmente, tem uma DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) de 4 mg/L .

Para a realização do estudo, você solicitou que fosse realizado um exame de uma amostra de água, que deveria ser colhida do arroio, em época de seca (período de estiagem). O resultado desse exame indicou uma DBO de 54 mg/L .

Pesquisando na bibliografia referente ao assunto, você encontrou as seguintes informações:

- para um esgoto doméstico, a DBO considerada é de 300 mg/L ;
- no local do estudo, a contribuição de esgotos adotada para uma pessoa é 100 L/dia .

De posse dessas informações, responda às perguntas abaixo.

- a) Qual a vazão mínima do arroio, em época de seca, sem o afluxo de nenhuma vazão de esgoto ? **(valor: 2,5 pontos)**
- b) Qual a quantidade de oxigênio demandada pelo curso de água, em kg, no transcurso de um dia, considerando-se o exame realizado ? **(valor: 2,5 pontos)**
- c) Que parcela da quantidade de oxigênio demandada, em kg, no transcurso de um dia, pode ser atribuída à contaminação por esgoto clandestino ? **(valor: 2,5 pontos)**
- d) Qual a quantidade de pessoas cujos dejetos estão contribuindo para a contaminação do arroio ? **(valor: 2,5 pontos)**

Dados/Informações adicionais

Por definição, DBO é a quantidade de oxigênio utilizada por uma população mista de microorganismos durante a oxidação aeróbia da matéria orgânica contida em uma amostra de esgotos à temperatura de 20°C .

Usualmente a DBO é dada em mg/L , ou seja, o número de miligramas indica a quantidade necessária de oxigênio para que bioquimicamente seja estabilizada a matéria orgânica presente em um litro de esgoto.

Uma extensa área alagada, com N.A. na mesma cota da superfície do terreno, foi ocupada de modo desordenado por uma pequena população de baixa renda, através de palafitas improvisadas e sem infra-estrutura. Para recuperação ambiental da área e solução do problema social dessa comunidade, resolveu-se desenvolver um projeto interdisciplinar que incluía a participação da Engenharia Geotécnica Ambiental.

Com base nos estudos e investigações realizadas sobre os estratos do perfil do subsolo, para sanear a área e viabilizar a implantação da infra-estrutura e de módulos mínimos habitacionais do projeto, adotou-se a solução de construir um amplo aterro granular de 3,0 m de altura em toda a extensão do projeto, conforme indicado na Figura 1.

Fundamentando-se nessas informações e nos dados a seguir apresentados, estime

- os valores das tensões verticais total (σ_v), neutra ou intersticial (u) e efetiva (σ'_v), no meio da camada de areia densa e no meio da camada de argila mole, para a situação existente antes da execução do aterro granular de 3,0 m de altura; **(valor: 6,0 pontos)**
- as variações das tensões verticais total ($\Delta\sigma_v$), neutra ou intersticial (Δu) e efetiva ($\Delta\sigma'_v$), no meio da camada de areia densa e no meio da camada de argila mole, para o momento imediatamente após a execução do aterro granular (admitindo que não tenha ocorrido ainda dissipação de sobrepressão neutra). **(valor: 4,0 pontos)**

Aproximar os resultados das tensões e das variações de tensões para valores inteiros em kPa.

Dados/Informações adicionais

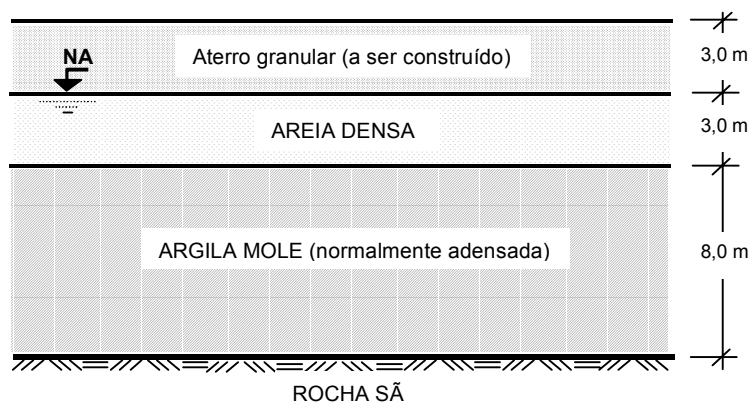


Figura 1 – Perfil do subsolo

ÁGUA : Admitir $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

ATERROGRANULAR
 $\gamma = 19,6 \text{ kN/m}^3$

CAMADA DE AREIA Densa
 $\gamma_{\text{sat}} = 20,0 \text{ kN/m}^3$

CAMADA DE ARGILA MOLE
 $\gamma_d = 14,5 \text{ kN/m}^3$
 $\gamma_s = 27,0 \text{ kN/m}^3$

FÓRMULAS

$$\gamma_d = \frac{\gamma_s}{1 + e}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{\gamma_s + e \cdot \gamma_w}{1 + e}$$

$$\sigma'_v = \sigma_v - u$$

onde:

γ = peso específico aparente do solo;

γ_d = peso específico do solo seco;

γ_s = peso específico das partículas sólidas;

γ_{sat} = peso específico do solo saturado;

γ_w = peso específico da água;

e = índice de vazios;

σ'_v = tensão vertical efetiva;

σ_v = tensão vertical total;

u = tensão vertical neutra ou intersticial.

ATENÇÃO !

A seguir são apresentadas as questões de números 9 a 12, das quais você deverá responder a **apenas duas, à sua escolha**.

Você deve indicar as 2 (duas) questões escolhidas no local apropriado no Caderno de Respostas.

Se você responder a mais de 2 (duas) questões, as excedentes **NÃO** serão corrigidas.

Num estudo de recuperação ambiental envolvendo um amplo vale com fundo rochoso, coberto por uma camada de argila saturada, constatou-se a necessidade de fazer escavações rápidas nas bordas de um lago de 8,0 m de profundidade.

Fundamentando-se nos resultados dos ensaios geotécnicos realizados sobre essa camada de argila, as escavações previstas foram projetadas com taludes apresentando inclinação 1:1. Nesse estudo, foi considerado que o mecanismo de ruptura crítico era do tipo rotacional circular, de pé de talude, com centro em "O" e raio de 16,0 m, conforme indicado no croqui (Figura 1).

Com base nessas informações e nos dados a seguir apresentados, estime

- a) o valor da coesão necessária (c_{nec}) para o equilíbrio estrito do talude (fator de segurança $FS=1$), para o caso de ruptura rápida, sem drenagem, admitindo que a massa potencialmente deslizante (área com hachuras na Figura 1) tenha seu centro de gravidade no ponto médio da corda $\widehat{AB}$; (valor: 8,0 pontos)
- b) o valor da coesão não drenada da argila (c_u). (valor: 2,0 pontos)

Aproximar os resultados finais das coesões (c_{nec} e c_u) para valores inteiros em kPa.

Dados/Informações adicionais

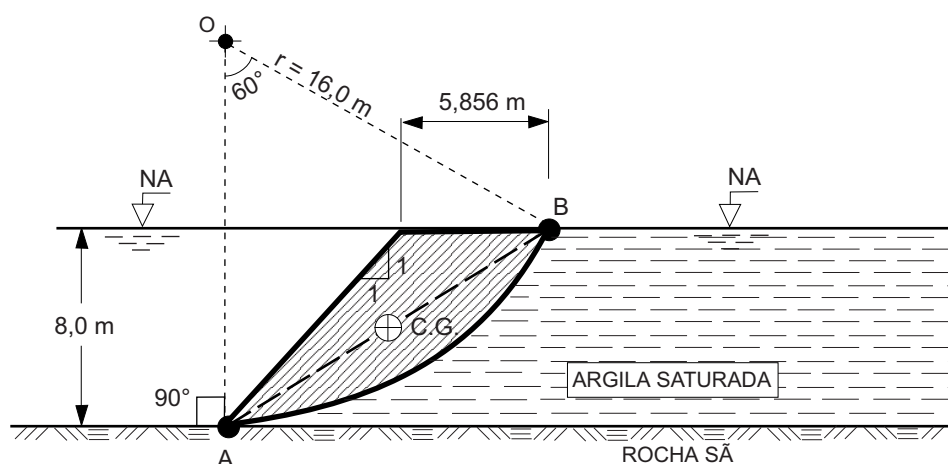


Figura 1 - Mecanismo de ruptura do talude

CAMADA DE ARGILA

q_u (resistência à compressão simples) = 36 kPa

γ_{sat} (peso específico do solo saturado) = 19,4 kN/m³

γ_w (peso específico da água) = 10 kN/m³

FÓRMULAS

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \quad , \text{ onde}$$

γ' = peso específico submerso

$FS = 1$ (equilíbrio estrito do talude):

$$M_e \text{ (momento estabilizador)} = M_i \text{ (momento instabilizador)}$$

$$M_e = c_{nec} \cdot \widehat{AB} \cdot r \quad , \text{ onde}$$

$\widehat{AB}$ = arco AB , r = raio do círculo

$$q_u = \sigma_1 - \sigma_3 \quad , \text{ onde}$$

σ_1 = tensão principal maior, σ_3 = tensão principal menor

Um artigo sobre a implantação de uma usina hidrelétrica, publicado em uma revista técnica de engenharia, informa que o RIMA (Relatório de Impacto Ambiental) dessa usina identificou 39 impactos ambientais diretos e que esses impactos foram relativamente hierarquizados, através de uma fórmula que representa a magnitude do impacto. Para isso, foi adotada uma tabela que permite a transformação da escala qualitativa para uma escala numérica, tanto dos impactos positivos quanto dos negativos. Os critérios para avaliação dos impactos negativos, segundo o artigo, foram: controle, periodicidade, abrangência e ocorrência.

A Tabela 1 enumera seis dos impactos ambientais identificados, atribuindo um código a cada um deles e indicando a fase do empreendimento em que irão ocorrer.

Tabela 1 - Impactos ambientais identificados

Fase do empreendimento	Código	Descrição dos impactos ambientais
Planejamento	01	Aumento do conhecimento técnico-científico sobre a região
Construção	02	Supressão de vegetação com alteração da biota (conjunto dos seres vivos, animais e vegetais de uma região)
Construção	03	Deslocamento compulsório da população
Construção	04	Ampliação e melhoria da malha viária
Construção	05	Aumento de produção de resíduos e poluição das águas e do solo
Operação	06	Assoreamento do reservatório (acúmulo de sedimentos)

Com relação a esses impactos, as Tabelas 2, 3 e 4 indicam, respectivamente, as categorias, a avaliação quantitativa da sua importância e a transformação da escala dos impactos negativos.

Tabela 2 - Definição das categorias dos impactos ambientais

Categoria	Símbolo	Descrição dos impactos ambientais
Impacto positivo	+	É o impacto que provoca melhoria da qualidade ambiental
Impacto negativo	-	É o impacto que provoca danos à qualidade ambiental
Impacto de difícil qualificação	DQ	É o impacto que provoca, ao mesmo tempo, efeitos positivos e negativos ao meio ambiente ou a respeito do qual não se dispõe de informações suficientes para o julgamento de sua condição

Tabela 3 - Avaliação quantitativa da importância de impactos ambientais

Fase do empreendimento	Código	Descrição dos impactos ambientais	Importância (I)
Planejamento	01	Aumento do conhecimento técnico-científico sobre a região	3
Construção	02	Supressão de vegetação com alteração da biota	1
Construção	03	Deslocamento compulsório da população	3
Construção	04	Ampliação e melhoria da malha viária	3
Construção	05	Aumento de produção de resíduos e poluição das águas e do solo	4
Operação	06	Assoreamento do reservatório (acúmulo de sedimentos)	2

Tabela 4 - Transformação da escala dos impactos ambientais negativos

Escala quantitativa				Escala numérica	
Critério		Símbolo	Definição	Avaliação relativa do critério (C)	Pontuação do critério (A)
Periodicidade Retrata a avaliação do período ou tempo de duração do impacto	Temporários	T	Impactos que ocorrem apenas durante certo período	1	1
	Cíclicos	C	Impactos que ocorrem durante períodos diferentes ou que se repetem ciclicamente	1	2
	Permanentes	P	Impactos que não têm fim previsível	1	4
Ocorrência Retrata a avaliação da probabilidade de ocorrência do impacto no contexto de seus fatores condicionantes	Certos	Ct	Impactos que seguramente ocorrem independentemente da existência de outros fatores	1	4
	Prováveis	Pr	Impactos com grande probabilidade de ocorrência em função da existência de alguns fatores condicionantes	1	2
	Incertos	In	Impactos com alguma probabilidade de ocorrência em função da existência de um grande número de fatores condicionantes	1	1

- a) Conforme a categoria, quais impactos são positivos e quais são negativos ? **(valor: 4,0 pontos)**
- b) Hierarquize os impactos negativos, quanto à sua importância, ordenando-os do menor para o maior, conforme suas magnitudes, utilizando somente os critérios de periodicidade e ocorrência. Lembre-se de observar as fases do empreendimento nas quais eles ocorrem. **(valor: 6,0 pontos)**

Dados/Informações adicionais

FÓRMULA PARA O CÁLCULO DA MAGNITUDE DE UM IMPACTO AMBIENTAL

$$MI = \left[\sum_{i=1}^{i=n} (C_i \cdot A_i) \right] \cdot I$$

onde:

MI = Magnitude do Impacto;

n = Quantidade de critérios utilizados para avaliação do impacto;

C_i = Avaliação Relativa do Critério;

A_i = Pontuação no Critério;

I = Importância do Impacto.

Uma empresa de transporte urbano quer substituir por microônibus os ônibus de uma linha que liga um bairro metropolitano ao centro de uma capital brasileira, contratando-o como consultor para orientar essa substituição. Para isso, foram-lhe fornecidas as informações a seguir.

- As paradas estão equidistantes 500 m.
- Os microônibus irão trafegar a uma velocidade comercial de 20 km/h nos dois sentidos de deslocamento (velocidade média que já inclui o tempo gasto nos pontos de parada 1 a 7).
- O tempo de parada em cada terminal (Bairro e Centro) será de 4 minutos.
- Cada microônibus é capaz de transportar 20 passageiros.
- As quantidades de passageiros que se deslocam na hora de pico nos trajetos Bairro – Centro (ida) e Centro – Bairro (volta) estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Demanda de passageiros no trajeto Bairro – Centro (ida) na hora de pico

Paradas no trajeto Bairro ⇒ Centro (ida)	Embarque de passageiros	Desembarque de passageiros	Número de passageiros transportados nos trechos entre paradas.
Terminal Bairro	170	0	
			170
Parada 1	80	10	
			240
Parada 2	95	20	
			315
Parada 3	80	40	
			355
Parada 4	90	45	
			400
Parada 5	50	65	
			385
Parada 6	30	100	
			315
Parada 7	10	125	
			200
Terminal Centro	0	200	

Tabela 2 – Demanda de passageiros no trajeto Centro – Bairro (volta) na hora de pico

Paradas no trajeto Centro ⇒ Bairro (volta)	Embarque de passageiros	Desembarque de passageiros	Número de passageiros transportados nos trechos entre paradas.
Terminal Centro	100	0	
			100
Parada 7	70	5	
			165
Parada 6	55	15	
			205
Parada 5	50	20	
			235
Parada 4	25	40	
			220
Parada 3	25	40	
			205
Parada 2	15	60	
			160
Parada 1	5	75	
			90
Terminal Bairro	0	90	

- a) No trajeto Centro – Bairro (volta), qual é o trecho crítico? (valor: 1,0 ponto)
- b) Considerando tanto a ida como a volta, qual o número de veículos necessários para atender à demanda de passageiros, ou seja, qual a frota de microônibus para a situação mais crítica do trajeto? (valor: 9,0 pontos)

Dados/informações adicionais

$$FR = \frac{TT}{TCr} \quad \text{onde,}$$

FR = Fator de Renovação da linha;
TT = Total de passageiros transportados na linha (passageiros/hora);
TCr = Total de passageiros no trecho crítico (passageiros/hora).

$$FS = \frac{TT}{FR \cdot CV} \quad \text{onde,}$$

FS = Frequência de saídas (em microônibus/hora);
CV = Capacidade de um microônibus (passageiros/microônibus).

$$IP = \frac{60\text{min}}{FS} \quad \text{onde, IP = Intervalo entre saídas (minutos entre microônibus).}$$

$$TC = TVi + TVv + TPi + TPv \quad \text{onde,}$$

TC = tempo de ciclo (minutos);
TVi = tempo de viagem entre a saída do Bairro e a chegada no Centro - ida (minutos);
TVv = tempo de viagem entre a saída do Centro e a chegada no Centro - volta (minutos);
TPi = tempo parado no Terminal Bairro (minutos);
TPv = tempo parado no Terminal Centro (minutos).

Cálculo da frota para o estudo em questão:

$$NFR = \frac{TC}{IP}$$

NFR = número de microônibus da frota

Você é o engenheiro responsável por uma obra residencial e precisa selecionar uma peça de madeira capaz de suportar uma carga axial de tração no valor de 300 kN, para uma diagonal de treliça de telhado. Você dispõe de pranchões de sucupira, de 7,5 cm x 23 cm e de 10 cm x 20 cm, ambos com 4 m de comprimento.

Calculando para o estado limite último, de acordo com a NBR 7190, verifique se as peças disponíveis podem ser utilizadas ou não. Considere, a favor da segurança, carregamento de longa duração, classe de umidade 3 e madeira de segunda categoria. O valor do coeficiente de modificação $k_{mod,3}$ deve ser tomado igual a 0,8 para se levar em conta o risco da presença de nós de madeira não detectáveis pela inspeção visual.

(valor: 10,0 pontos)

Os coeficientes de modificação $k_{mod,1}$ e $k_{mod,2}$ devem ser obtidos das Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Dados/Informações adicionais

$\gamma_{wt} = 1,80$ (coeficiente de ponderação do estado limite último para tração).

$\gamma_g = 1,30$ (coeficiente de ponderação de cargas).

$f_{t0,m}$ para sucupira = 123,4 MPa (resistência à tração paralela às fibras).

$f_{t0,k}$ = resistência característica à tração paralela às fibras.

$f_{t0,d}$ = valor de cálculo da resistência à tração paralela às fibras.

σ_{td} = tensão de tração atuante na peça de madeira.

N = esforço de tração solicitante.

N_d = valor de cálculo do esforço de tração solicitante.

Fórmulas

$$k_{mod} = k_{mod,1} \cdot k_{mod,2} \cdot k_{mod,3}$$

$$f_{t0,k} = 0,7 \cdot f_{t0,m}$$

$$f_{t0,d} = k_{mod} \cdot f_{t0,k} / \gamma_{wt}$$

$$\sigma_{td} \leq f_{t0,d}$$

$$N_d = A \cdot \sigma_{td}$$

$$N_d = \gamma_g N$$

Tabela 1 - Valores de $k_{mod,1}$

Classes de carregamento	Tipos de Madeira	
	Madeira serrada Madeira laminada colada Madeira compensada	Madeira recomposta
Permanente	0,60	0,30
Longa duração	0,70	0,45
Média duração	0,80	0,65
Curta duração	0,90	0,90
Instantânea	1,10	1,10

Tabela 2 - Valores de $k_{mod,2}$

Classes de umidade	Madeira serrada Madeira laminada colada Madeira compensada	Madeira recomposta
(1) e (2)	1,0	1,0
(3) e (4)	0,8	0,9

IMPRESSIONES SOBRE A PROVA

As questões abaixo visam a levantar sua opinião sobre a qualidade e a adequação da prova que você acabou de realizar e também sobre o seu desempenho na prova.

Assinale as alternativas correspondentes à sua opinião e à razão que explica o seu desempenho nos espaços próprios (parte inferior) do Cartão-Resposta.

Agradecemos sua colaboração.

1

Qual o ano de conclusão deste seu curso de graduação?

- (A) 2002.
- (B) 2001.
- (C) 2000.
- (D) 1999.
- (E) Outro.

2

Qual o grau de dificuldade desta prova?

- (A) Muito fácil.
- (B) Fácil.
- (C) Médio.
- (D) Difícil.
- (E) Muito difícil.

3

Quanto à extensão, como você considera a prova?

- (A) Muito longa.
- (B) Longa.
- (C) Adequada.
- (D) Curta.
- (E) Muito curta.

4

Para você, como foi o tempo destinado à resolução da prova?

- (A) Excessivo.
- (B) Pouco mais que suficiente.
- (C) Suficiente.
- (D) Quase suficiente.
- (E) Insuficiente.

5

A que horas você concluiu a prova?

- (A) Antes das 14.30 horas.
- (B) Aproximadamente às 14.30 horas.
- (C) Entre 14.30 e 15.30 horas.
- (D) Entre 15.30 e 16.30 horas.
- (E) Entre 16.30 e 17 horas.

6

As questões da prova apresentam enunciados claros e objetivos?

- (A) Sim, todas apresentam.
- (B) Sim, a maioria apresenta.
- (C) Sim, mas apenas cerca de metade apresenta.
- (D) Não, poucas apresentam.
- (E) Não, nenhuma apresenta.

7

Como você considera as informações fornecidas em cada questão para a sua resolução?

- (A) Sempre excessivas.
- (B) Sempre suficientes.
- (C) Suficientes na maioria das vezes.
- (D) Suficientes somente em alguns casos.
- (E) Sempre insuficientes.

8

Como você avalia a adequação da prova aos conteúdos definidos para o Provão/2002 desse curso?

- (A) Totalmente adequada.
- (B) Medianamente adequada.
- (C) Pouco adequada.
- (D) Totalmente inadequada.
- (E) Desconheço os conteúdos definidos para o Provão/2002.

9

Como você avalia a adequação da prova para verificar as habilidades que deveriam ter sido desenvolvidas durante o curso, conforme definido para o Provão/2002?

- (A) Plenamente adequada.
- (B) Medianamente adequada.
- (C) Pouco adequada.
- (D) Totalmente inadequada.
- (E) Desconheço as habilidades definidas para o Provão/2002.

10

Com que tipo de problema você se deparou *mais frequentemente* ao responder a esta prova?

- (A) Desconhecimento do conteúdo.
- (B) Forma de abordagem do conteúdo diferente daquela a que estou habituado.
- (C) Falta de motivação para fazer a prova.
- (D) Espaço insuficiente para responder às questões.
- (E) Não tive qualquer tipo de dificuldade para responder à prova.

Como você explicaria o seu desempenho em cada questão da parte comum da prova?

Números das questões da prova.	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Números dos campos correspondentes no CARTÃO-RESPOSTA.	11	12	13	14	15	16	17	18
O conteúdo ...								
(A) não foi ensinado; nunca o estudei.								
(B) não foi ensinado; mas o estudei por conta própria.								
(C) foi ensinado de forma inadequada ou superficial.								
(D) foi ensinado há muito tempo e não me lembro mais.								
(E) foi ensinado com profundidade adequada e suficiente.								

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 ARGILA	($D < 0,002 \text{ mm}$) :	7% = 7%	
% da fração SILTE	($0,002 \text{ mm} \leq D < 0,06 \text{ mm}$) :	54% – 7% = 47%	
% da fração AREIA	($0,06 \text{ mm} \leq D < 2,0 \text{ mm}$) :	100% – 54% = 46%	
% da fração PEDREGULHO	($2,0 \text{ mm} \leq D < 60 \text{ mm}$) :	100% – 100% = 0%	(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
A	0,003	0,02	0,075	25,0	1,8

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:

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

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

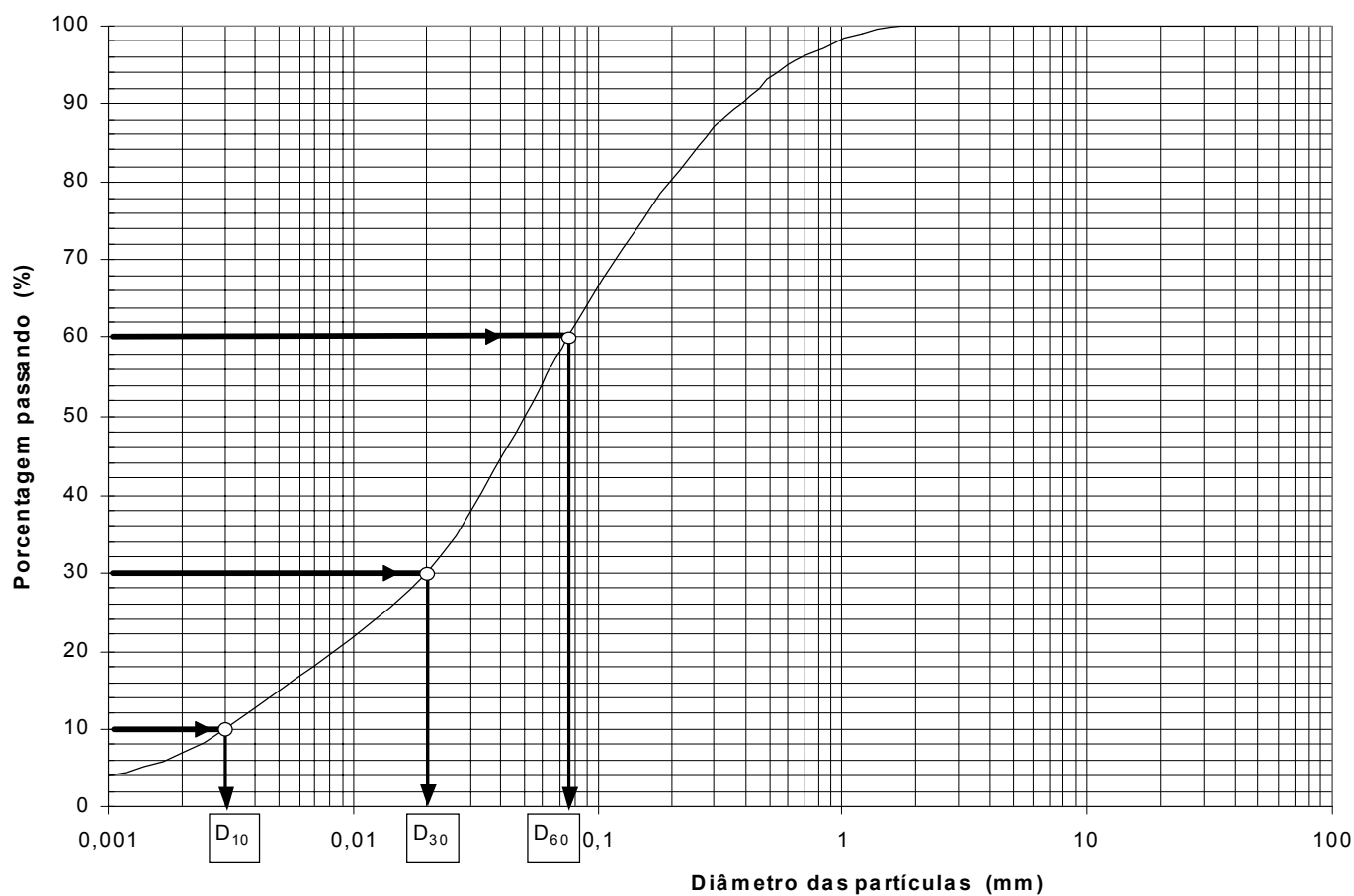
A porcentagem do solo **A** na mistura, que atende ao critério estabelecido no projeto ($P_{D < 0,075} = 12\%$) será:

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

(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	60	2
	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:

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

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

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

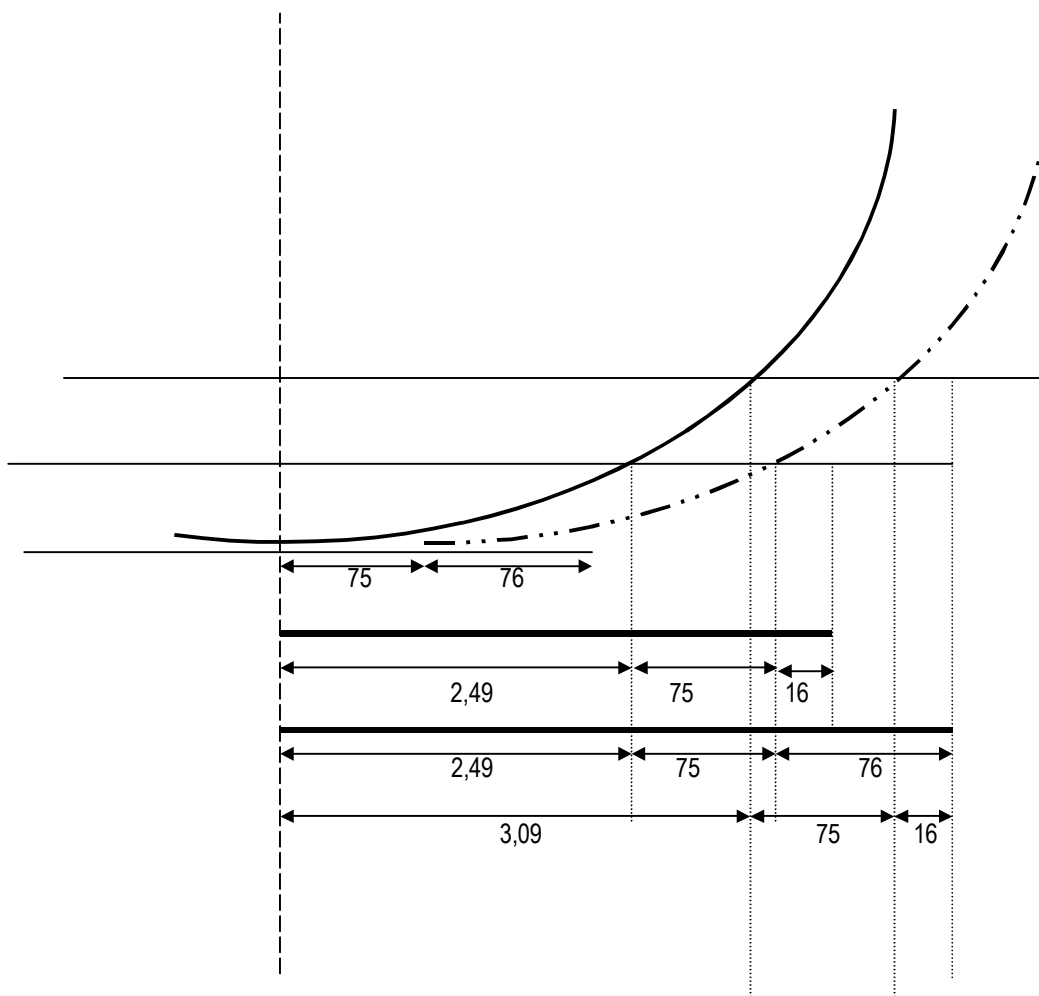
Logo, precisa-se ter, em cada lado da viga, no mínimo, 10 ferros do centro até um comprimento de 4,00 m.

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	1,30
VI	230	260	1,13

(valor: 4,0 pontos)

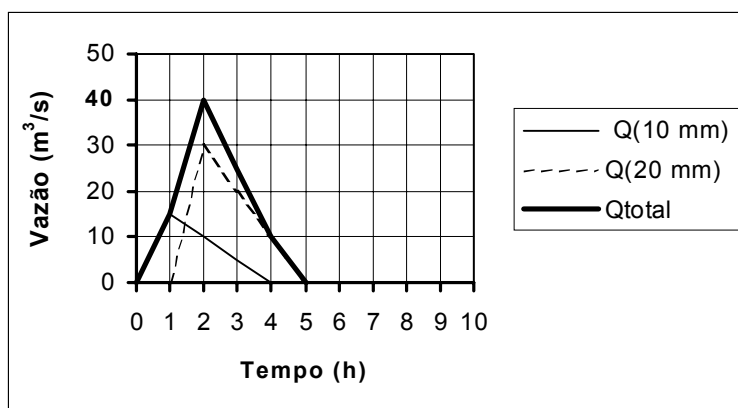
- b) A máxima vazão da onda de cheia formada por uma chuva efetiva de 10 mm, seguida de uma chuva de 20 mm, ambas com a duração de 1h (Figura 2), é proporcional à resposta da bacia sob a ação de uma chuva com altura de 10 mm e duração de 1 h, conforme o hidrograma da Figura 1. Portanto, basta, para cada 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)	$Q_{(P=10\text{ mm})}$ (m^3/s)	$Q_{(P=20\text{ mm})}$ (m^3/s)	Q_{total} (m^3/s)
0	0		0
1	15	0	15
2	10	30	40
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_{total})

(valor: 6,0 pontos)

ou apenas graficamente:

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

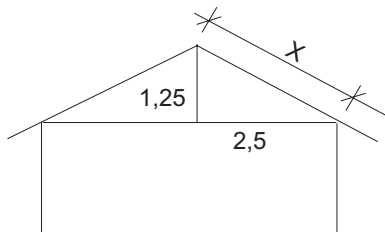
$$Q_{\text{Total}}, \text{ indicando a máxima como } 40 \text{ m}^3/\text{s}$$

(valor: 6,0 pontos)

Questão nº 5

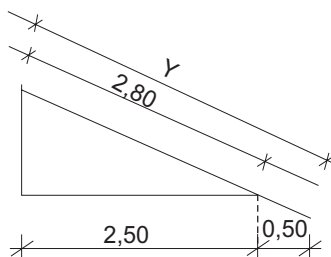
Padrão de Resposta Esperado:

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)

$$A_{\text{telhas}} = 3,36 \text{ m} \times 9,00 \text{ m} \times 2_{\text{águas}} = 60,48 \text{ m}^2$$

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

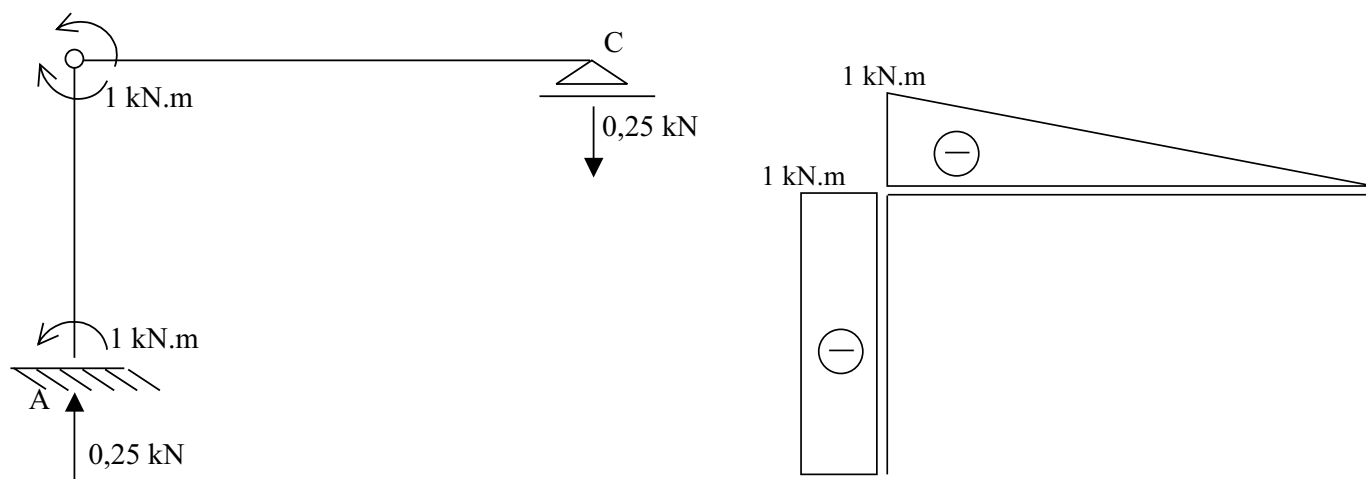
$$C = 9,00 \text{ m} \times 26 \text{ peças} = 234,00 \text{ m}$$

(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 $X_1 = 1 \text{ kN.m}$

$$EJ \delta_{1r} = -2.10^8 \cdot 5140.10^{-8} \cdot (-0,25.10^{-2}) = 25,7 \text{ m}$$

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)

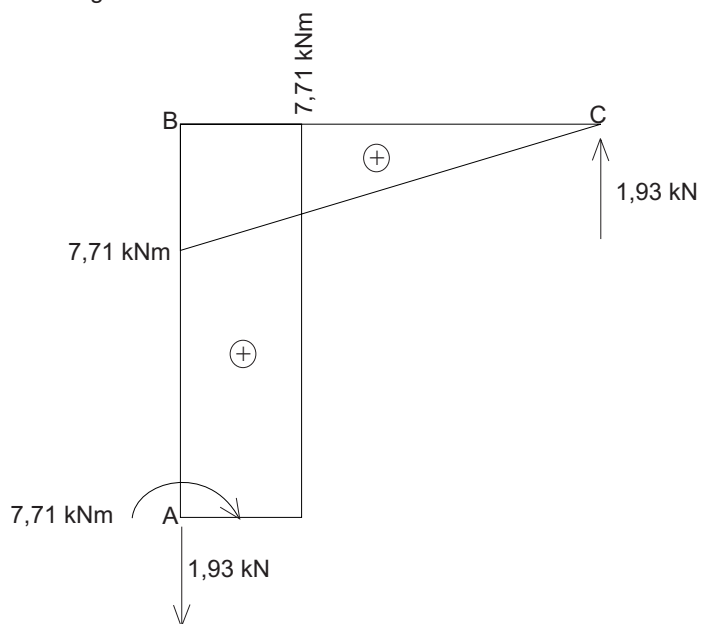
c) Reações de apoio

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:

$$M_O = \text{quantidade diária de oxigênio total demandada (kg);}$$

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

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

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:

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

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

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

Daí,

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

ou, também,

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

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

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

(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:

$$M_P = \text{quantidade diária de oxigênio demandada por pessoa (kg);}$$

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

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

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 σ_v , u , σ'_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
σ_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)	$10 \times 1,5 = 15 \text{ kPa}$	$10 \times 7,0 = 70 \text{ kPa}$
σ'_v (tensão efetiva)	$30 - 15 = 15 \text{ kPa}$	$136 - 70 = 66 \text{ kPa}$

(valor: 6,0 pontos)

b) Cálculo de $\Delta\sigma_v$, Δu , $\Delta\sigma'_v$ 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
$\Delta\sigma_v$	$19,6 \times 3,0 = 58,8 \cong 59 \text{ kPa}$	$19,6 \times 3,0 = 58,8 \cong 59 \text{ kPa}$
Δu	$19,6 \times 3,0 = 58,8 \cong 59 \text{ kPa}$	$19,6 \times 3,0 = 58,8 \cong 59 \text{ kPa}$
$\Delta\sigma'_v$	$59 - 59 = 0$	$59 - 59 = 0$

(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 γ' (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):

$$M_i = P \cdot (16,0 \sin 30^\circ \cos 30^\circ)$$

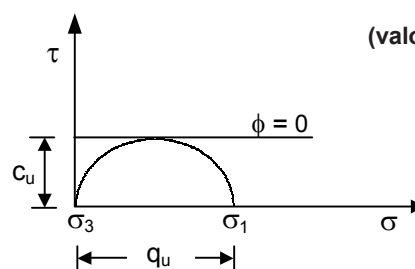
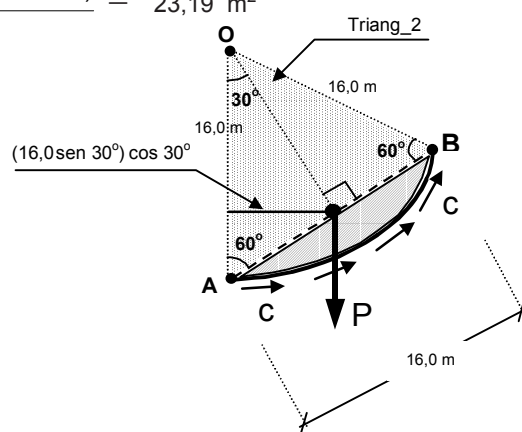
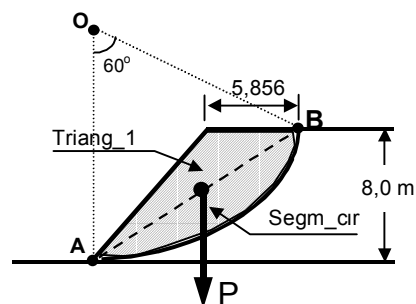
$$M_i = 438,13 \cdot (16,0 \sin 30^\circ \cos 30^\circ) = 3035,45 \text{ kN.m/m}$$

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: 8,0 pontos)

(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

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

MI = Magnitude do Impacto;

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

C_i = Avaliação Relativa do Critério (Tabela 4);

A_i = 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 ($TV_i = TV_v$) = $1,5 \cdot 8$ 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}

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

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

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

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

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

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

Verificação das peças disponíveis

$$\text{A área do pranchão de } 7,5 \text{ cm} \times 23 \text{ cm é } 172,5 \text{ cm}^2$$

$$\text{A área do pranchão de } 10,0 \text{ cm} \times 20,0 \text{ cm é } 200 \text{ cm}^2$$

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

(valor: 10,0 pontos)