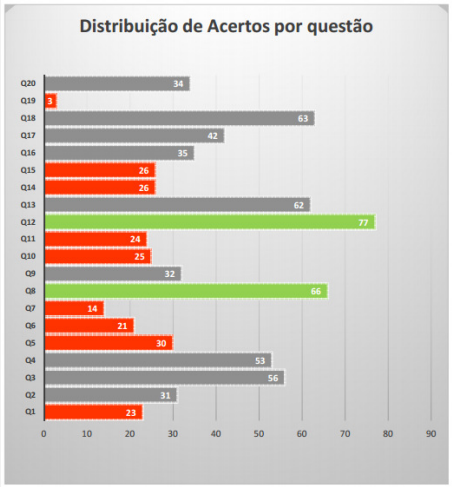
Prof. Msc. Wilson Tadeu Rosa Filho
wilson@3es.eng.br | (15) 99729-9860

Prof. Msc. Catherine Coelho
catherine@3es.eng.br | (11) 99117-9608

1



2

ENADE

Capítulo 01

ARÉA DE ESTRUTURAS

3

- **IMPORTANTE:**

AS QUESTÃO APRESENTADAS A SEGUIR ESTÃO NUMERADAS DE ACORDO COM O SIMULADO DE PREPARAÇÃO DO ENADE.

4

SUMÁRIO – ÁREA DE ESTRUTURAS

QUESTÃO 7

QUESTÃO 8

QUESTÃO 11

QUESTÃO 13

QUESTÃO 19

EXTRA I

EXTRA II

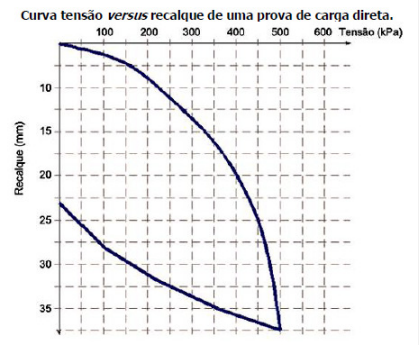
5

» QUESTÃO 07 - Questão 19 – Enade 2011.

Foi executada uma prova de carga em placa (Ø = 0,8m) de acordo com a NBR 6489 (1984) em um terreno onde será executado um prédio em fundação direta (sapata).

6

O resultado do ensaio é apresentado na figura abaixo.



7

Analisando-se o resultado do ensaio apresentado na figura, qual é a área de uma sapata quadrada isolada cuja carga do pilar é de 1.000kN, considerando o peso próprio da sapata como 5% da carga do pilar?

A. 4,67m².

B. 4,20m².

C. 2,63m².

D. 2,33m².

E. 2,10m².

8

1. Introdução teórica

A prova de carga em placa (Ø = 0,8m), de acordo com a **NBR 6489**, é um ensaio de campo que visa a reproduzir, em modelo reduzido, os efeitos da carga de compressão que será aplicada pela edificação no terreno.

9

A capacidade de suporte a ser adotada é o mais desfavorável dos valores a seguir.

a) σadm = metade do valor da tensão de ruptura;

b) σadm = metade do valor tensão máxima presumida para esse solo ou

c) σadm = metade do valor da tensão para a qual o recalque atingiu 25mm

10

2. Resolução da questão

O valor mais desfavorável de tensão aplicada é aquele que corresponde ao recalque de 25 mm, isto é, σ=450 mm.

O valor da tensão admissível a ser adotado será igual à metade desse valor, ou seja:

σadm = 225kPa = 225kN/m².

11

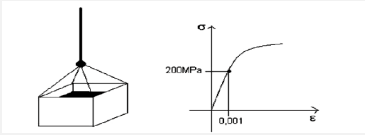
Se o valor da carga da estrutura é de 1000kN e o peso próprio da sapata é equivalente a 5% dessa carga, ou seja, 50kN, a força atuante sobre o solo terá intensidade F = 1050kN.

A área de contato sapata-solo será de
1050kN/225kN/m2 = 4,67m2.

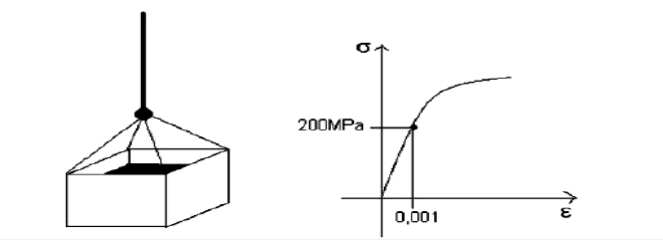
12

QUESTÃO 08 - Questão 21 – Enade 2011.

Um cabo de aço segura um recipiente que contém cimento, A deformação específica normal medida na extremidade superior do aço é de **0,1%** quando a tensão normal é de **200MPa**, como mostra o diagrama tensão x deformação do cabo de aço.



13



14

O módulo de elasticidade longitudinal desse aço é igual a

A. 20MPa.
B. 200MPa.
C. 2.000MPa.
D. 20.000MPa.
E. 200.000MPa.

15

1. Introdução teórica

Todo material, ao ser submetido a qualquer tipo de esforço, sofre deformação nas mesmas direções da atuação do esforço.

Se o esforço for de compressão, as dimensões do material sofrem redução; se o esforço for de **tração**, suas dimensões são **aumentadas.**

16

O diagrama **tensão x deformação** de um material, como aquele apresentado no enunciado da questão é a representação gráfica desse comportamento.

17

O **primeiro trecho da curva** formada com os valores das deformações correspondentes às tensões aplicadas é linear, indicando que tais deformações seguem a **Lei de Hooke**, ou seja, crescem linearmente com o incremento da tensão.

O regime de resposta do material nessa faixa de valores é denominado **regime elástico.**

18

O **Módulo de Elasticidade (E),** ou Módulo de Young, definido apenas para a região denominada elástica, representa a relação entre os valores das tensões σ aplicadas e os valores das deformações ε sofridas pelo material, ou seja,

$$E=\sigma/\varepsilon.$$

19

2. Resolução da questão

Para a solução da questão, basta conhecer esta relação e fazer a divisão:

$$E=\sigma/\varepsilon=200/0{,}001=200.000MPa.$$

20

QUESTÃO 11 - Questão 31 – Enade 2011.

A amostragem do concreto para ensaios de resistência à compressão deve ser feita dividindo-se a estrutura em lotes. De cada lote, deve ser retirada uma amostra, com número de exemplares de acordo com o tipo de controle. Cada exemplar é constituído por dois corpos-de-prova da mesma amassada. Toma-se como resistência do exemplar o maior dos dois valores obtidos no ensaio do exemplar. Para lotes com números de exemplares entre 6 e 20, o valor estimado da resistência característica à compressão (fckest), na idade especificada, considerando controle por amostragem parcial, é dado por

$$f_{ckest} = 2\frac{f_1 + f_2 + \ldots + f_{m-1}}{m-1} - f_m > 0,97 f_1$$

em que $m = \frac{n}{2}$ (despreza-se o valor mais alto de n, se for ímpar) e

$f_1 + f_2 + \ldots + f_m$ são valores das resistências dos exemplares, em ordem crescente.

21

Na tabela abaixo, estão apresentados os resultados da resistência à compressão obtidos a partir do ensaio à compressão simples, realizados aos 28 dias nos exemplares de um lote de concreto.

Exemplares	f_{c28} (MPa)
1a	30
1b	32
2a	30
2b	29
3a	29
3b	28
4a	31
4b	32
5a	30
5b	31

22

Considerando os dados e o critério apresentado, qual é a resistência característica à compressão estimada?

A. 28,0.

B. 28,1.

C. 29,0.

D. 30,8.

E. 34,5.

23

1. Introdução teórica

A questão trata de um procedimento padronizado pela Associação **Brasileira de Normas Técnicas** (ABNT) para a realização de ensaio destinado a verificar a resistência de determinada porção de concreto utilizada em uma obra.

24

2. Resolução da questão

Para resolver a questão, basta seguirmos os passos do procedimento da norma, indicados no próprio enunciado e especificados a seguir.

1) Cada exemplar é constituído por dois corpos de prova, representados pelas letras a e b após o seu número, como se observa a seguir.

Exemplares	f_{c28} (MPa)
1a	30
1b	**32**
2a	**30**
2b	29
3a	**29**
3b	28
4a	31
4b	**32**
5a	30
5b	**31**

2) O valor adotado como resistência do exemplar é o maior dos dois valores obtidos no ensaio do par. Para os exemplares em estudo, os valores estão assinalados em negrito abaixo.

1b = 32MPa, 2a = 30MPa, 3a = 29MPa, 4b = 32MPa e 5b = 31MPa

3) Para lotes com números de exemplares entre 6 e 20, em que foram retirados 10 exemplares, o valor estimado da resistência característica à compressão (fckest), na idade especificada, considerando controle por amostragem parcial, é dado por

$$f_{ckest} = 2\frac{f_1 + f_2 + ... + f_{m-1}}{m-1} - f_m > 0,97 f_1$$

No caso, temos que m = n/2 = 10/2 = 5.

Desprezamos o valor mais alto de n, se for ímpar.

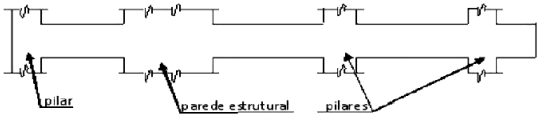
A soma $f_1 + f_2 + ... + f_m$ é resultado dos valores das resistências dos exemplares, em ordem crescente, obtidos nos ensaios, conforme especificado a seguir.

f_1 = 29 MPa, f_2 = 30 Mpa, f_3 = 31 MPa, f_4 = 32 MPa e f_5 = 32 MPa.

$$f_{ckest} = \frac{2\,(29 + 30 + 31 + 32) - 32}{(5 - 1)} = \frac{61 - 32}{} = 29 \text{ MPa.}$$

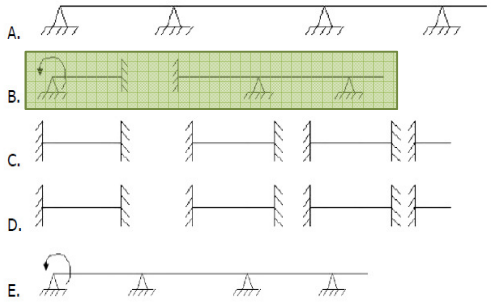
QUESTÃO 13 - Questão 34 – Enade 2011.

Em termos de esquematização estrutural de edifícios, um erro bastante comum está em considerar as condições de engastamento, total ou parcial, das lajes e vigas, que podem ser agravadas no caso de edifícios altos ou com peças de inércia muito diferentes entre si. Para o engastamento parcial de vigas, deve-se considerar o que recomenda o item 3.2.3, da ABNT NBR 6118, para apoios extremos. Falhas na adoção do modelo estrutural correto poderão levar ao surgimento de trincas nas vigas, alvenarias e revestimentos, sendo necessária a sua manutenção.



29

Para a viga apresentada acima, qual o sistema estrutural correto a ser adotado para seu cálculo?



30

1. Introdução teórica

Na definição do esquema estrutural, o símbolo utilizado para indicar um vínculo simples é apresentado na figura 5.

Figura 5. Símbolo utilizado para indicar um vínculo simples.

31

Figura 6. Vigas em pilares esbeltos.

Vínculo duplo é aquele que impede o movimento de translação entre as peças estruturais em duas direções. É o caso mais comum nas estruturas de concreto armado de edifícios, principalmente nos apoios de vigas em pilares esbeltos, como os ilustrados na figura 6.

32

Na definição do esquema estrutural, o símbolo utilizado para indicar um vínculo duplo é apresentado na figura 7.

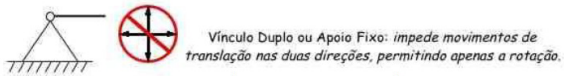


Figura 7. Símbolo utilizado para indicar um vínculo duplo.

Vínculo triplo, também denominado engaste, é aquele que impede tanto os movimentos de translação entre as peças estruturais nas duas direções quanto qualquer movimento de rotação. A figura 8 ilustra vigas engastadas.

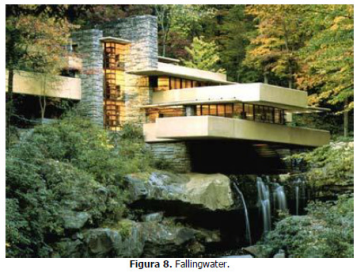


Figura 8. Fallingwater.

Na definição do esquema estrutural, o símbolo utilizado para indicar um vínculo triplo é apresentado na figura 9.

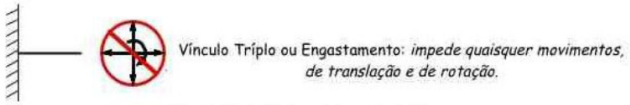


Figura 9. Símbolo utilizado para indicar um vínculo triplo.

2. Resolução da questão

A figura que representa a viga não é suficientemente clara, pois requer algumas suposições.

A primeira é que se trata de uma viga de edifício, suportada por pilares curtos, isto é, com altura da ordem de **3 m em cada andar**.

Assim, é de se supor que os comprimentos dos vãos livres entre pilares sejam bem maiores do que tal altura, normalmente da ordem de **5 ou 6 m de vão teórico.**

37

A figura também parece sugerir que o segundo pilar, da esquerda para a direita, **é um pilar robusto**, de grande rigidez, como aqueles que servem de laterais para caixas de elevadores.

Quanto aos outros três pilares, parece que, na intenção da questão, eles seriam pilares **esbeltos, de menor rigidez**

38

Com base em tais suposições, ou seja, não tomando o desenho ao "pé da letra", verifica-se que o vínculo no primeiro pilar permite apenas pequenas rotações. A rotação no sentido horário permite uma flecha no vão, que deve ser previamente corrigida por meio de contra-flecha. Trata-se, portanto, de um vínculo duplo (figura 11).

Figura 11. Vínculo duplo.

39

Já o segundo pilar, por ser muito mais robusto, não permitiria nenhum movimento, de translação ou de rotação, caracterizando-se como um vínculo triplo, tanto para o tramo à esquerda quanto para o tramo à direita (figura 12).

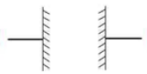


Figura 12. Vínculo triplo.

40

Quanto ao terceiro e ao quarto vínculos, sendo pilares mais esbeltos, também permitem apenas pequenas rotações, caracterizando apoios duplos como o primeiro (figura 13).

Figura 13. Apoio duplo.

41

Dessa forma, a viga seria bem representada pelo esquema estrutural constante da alternativa B (figura 14), mesmo contendo a indicação de possível rotação apenas no primeiro apoio.

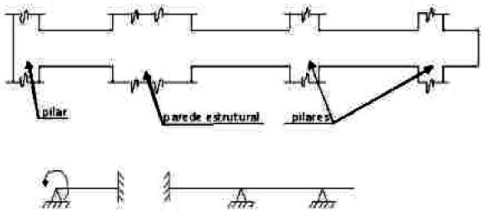
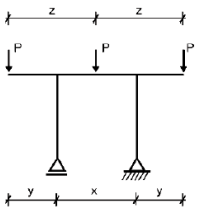


Figura 14. Representação da alternativa B.

42

QUESTÃO 19 - Questão 33 – Enade 2008.

Três linhas elevadas de gasodutos serão apoiadas por pórticos simples devidamente espaçados entre eles. Após estudo preliminar, decidiu-se que os pórticos receberiam uma padronização para fins de economia de material e rapidez na execução, devendo, ainda, apresentar o modelo estrutural da figura a seguir.



43

Desprezando o peso próprio do pórtico frente às cargas concentradas P, exercidas pelos dutos, qual a relação que deve haver entre as dimensões do vão x e do balanço y do pórtico plano, para que a estrutura, como um todo, seja submetida ao menor valor possível de momento fletor, em valor absoluto?

A. x = 0,5y
B. x = y
C. x = 2y
D. x = 4y
E. x = 8y

44

1. Introdução teórica

Como as únicas forças a serem consideradas nesse exercício são as cargas concentradas P, basta determinar uma geometria tal que a resultante dos momentos fletores nos nós seja nula, ou seja, que o momento fletor à direita desse nó tenha a mesma intensidade do momento fletor à sua esquerda, mas em sentido contrário.

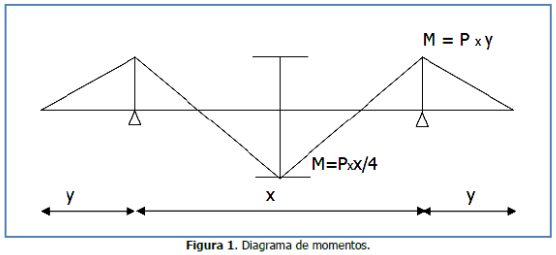


Figura 1. Diagrama de momentos.

A intensidade do momento à direita do nó, devido ao balanço, é obtida pela multiplicação do valor da intensidade da força pelo braço de alavanca, ou seja, a distância da seção considerada até a direção de aplicação da força. Nesse caso, M=P×y.

A intensidade do momento no centro do vão entre os dois apoios, sem considerar os momentos devidos às cargas em balanço, é obtida com a multiplicação do valor da carga concentrada P por um quarto da dimensão do vão teórico. Nesse caso, $M = \frac{P.x}{4}$ (figura 1).

2. Resolução da questão

A estrutura mostrada no enunciado estará submetida ao menor valor possível de momento fletor, em valor absoluto, quando o momento efetivo no meio do vão for igual ao momento sobre os apoios, ou seja,

$$\frac{P.x}{4} - P.y = P.y \rightarrow \frac{P.x}{4} = P.y + P.y \rightarrow \frac{P.x}{4} = 2P.y \rightarrow \frac{x}{4} = 2y \rightarrow x = 8y$$

QUESTÕES EXTRAS

49

EXTRA I - Questão 17 – Enade 2011.

Questão 9.[9]

Considere uma construção em concreto armado com uma laje quadrada de 5 m de lado, quatro vigas, quatro pilares e quatro elementos de fundação. O volume de concreto usado foi de $2m^3$, $1m^3$ e $1m^3$ para cada viga, pilar e laje, respectivamente. Segundo a NBR 6113 (2007), o peso específico do concreto armado é $25kN/m^3$. A laje dessa construção suporta uma carga acidental de $4,00kN/m^2$.

Considerando o peso próprio dos elementos estruturais e a carga acidental na laje, conclui-se que a carga em cada fundação é de

A. 25kN. B. 50kN. C. 70kN. D. 100kN. E. 200kN.

50

1. Introdução teórica

A carga total sobre o terreno será, então, a soma das cargas permanentes com as cargas acidentais. Nessa questão, o valor da carga permanente é igual ao peso do volume total de concreto utilizado na edificação, ou seja, o volume total multiplicado pelo valor do peso específico do concreto: (4 vigas x $2m^3$ + 4 pilares x $1m^3$ + 1 laje x $1m^3$) x $25kN/m^3$, ou seja, (8+4+1)x25=325kN.

A carga acidental total é igual ao valor da área da laje multiplicado pela carga acidental por m^2: 5mx5mx4,00kN/m^2=100kN. A carga total será a soma das cargas permanentes e das acidentais: 325kN+100kN=425kN

Dada a sua estrutura simétrica, a carga total será distribuída igualmente sobre cada um dos 4 elementos de fundação: 425kN/4=106,25kN

51

2. Resolução da questão

Nenhuma das afirmativas contém a resposta correta e a questão foi anulada.

Para que a alternativa B seja a correta no gabarito, seria necessário que o enunciado, em vez de afirmar que *o volume de concreto usado foi de $2m^3$, $1m^3$ e $1m^3$ para cada viga, pilar e laje, respectivamente,* afirmasse que *o volume de concreto usado foi de $2m^3$, $1m^3$ e $1m^3$ para as vigas, pilares e laje, respectivamente.* Teríamos:

- Carga permanente = ($2m^3$+$1m^3$+$1m^3$)x$25kN/m^3$=100kN.
- Carga acidental = 5mx5mx4,00kN/m^2=100kN.
- Carga total = 200kN.
- Carga por elemento de fundação = 200kN/4=50kN.

52

EXTRA II - Questão 16 – Enade 2011.

Ponte da Normandia (vão central 856 m).

53

Ponte do estreito de Akashi (vão central de 1991m).
Disponível em <http://aleosp2010.wordpress.com>. Acesso em 18 ago. 2011.

54

Considerando as fotos apresentadas acima, avalie as afirmações seguintes.

I. A ponte pênsil de cabo retilíneo é mais eficiente do que a de cabo curvo.

II. A ponte pênsil tem um cabo principal e outros secundários, pendurados nesse cabo, segurando o tabuleiro.

III. O Brasil tem muitas pontes estaiadas e as que hoje estão sendo construídas são as de melhor técnica existentes em todo o mundo.

IV. O Brasil tem poucas pontes estaiadas, pois entrou um pouco tarde nessa tecnologia, mas, por esse fato, aproveitou os melhores exemplos, tecnologias e materiais.

V. A ponte estaiada tem vários cabos ligados a um mastro sustentando o tabuleiro; esses cabos são todos semelhantes e de igual importância para apoiar o tabuleiro.

55

É correto apenas o que se afirma em

A. II e IV.

B. I, II e III.

C. I, III e V.

D. I, IV e V.

E. II, IV e V.

56

1. Introdução teórica

Em uma ponte pênsil, ou ponte suspensa, cada pequeno vão teórico da plataforma é suportado por cabos verticais, que são sustentados por um cabo longitudinal ancorado nas margens do rio ou braço de mar, como ilustra a figura 1.

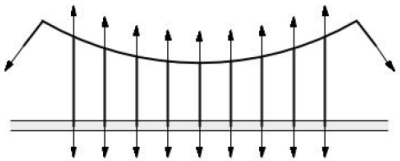


Figura 1. Suportes da plataforma de uma ponte pênsil.

57

Já em uma ponte estaiada, cada pequeno vão teórico da plataforma é suportado por cabos independentes uns dos outros, ancorados em um mastro ou no pequeno vão teórico simétrico a ele em relação ao mastro, como representados na figura 2.

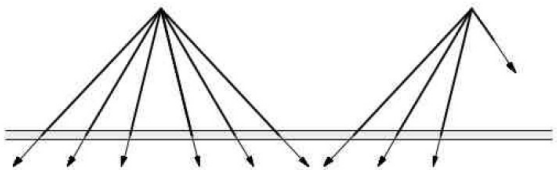


Figura 2. Suportes da plataforma de uma ponte estaiada.

58

2. Análise das alternativas

I – Afirmativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. Dada a composição dos esforços atuantes e resistentes, apenas pela catenária, devido ao seu peso próprio, já seria fisicamente impossível manter o cabo longitudinal em posição retilínea.

59

II – Afirmativa correta.

JUSTIFICATIVA. O esquema estrutural de uma ponte pênsil consiste em criar uma série de apoios intermediários para o vão total do tabuleiro, obtido por meio de tirantes ou cabos secundários, sustentados por um cabo longitudinal, ou cabo principal, ancorado nas margens do curso d'água (rio, represa ou mar) que a ponte atravessa.

60

III – Afirmativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. O Brasil não tem muitas pontes estaiadas, pois passou a empregar essa tecnologia recentemente, após a construção das grandes represas hidroelétricas nos principais rios da região sudeste, tais como o Rio Paraná e o Rio Tietê, entre outros. Graças à construção de eclusas nessas represas, esses rios tornaram-se navegáveis para grandes comboios de chatas. A possibilidade de se conseguirem vãos muito grandes, ou seja, a ausência de pilares sob o vão central, torna essa navegação significativamente mais segura, tanto para os comboios quanto para as próprias pontes.

De fato, essas técnicas são as melhores e mais avançadas, porque começamos a pesquisar, a obter conhecimento e a empregá-las recentemente, em um momento em que os modos de executar, além do próprio conhecimento teórico, no panorama internacional, já se encontravam em estágio bastante desenvolvido.

Essa afirmativa é parcialmente verdadeira e, portanto, incorreta.

61

IV – Afirmativa correta.

JUSTIFICATIVA. Conforme exposto na análise da afirmativa anterior.

V – Afirmativa correta.

JUSTIFICATIVA. Os cabos de uma ponte estaiada são independentes uns dos outros e todos têm igual importância, pois suportam as cargas de seções semelhantes as do tabuleiro. Esses cabos tanto podem estar presos a um mastro quanto podem estar presos à outra seção do tabuleiro, passando pelo mastro como que por um eixo de simetria.

62

SUMÁRIO – ADMINISTRAÇÃO FINANCEIRA

QUESTÃO 4

QUESTÃO 12

QUESTÃO 18

63

QUESTÃO 4 - Questão 13 – Enade 2011.

Deseja-se saber o custo total de um revestimento de um pavimento, em Tratamento Superficial Duplo (TSD), de uma rodovia que aparece com uma extensão de 10cm em uma escala de 1:200.000. A seção transversal desse pavimento mostra que a largura da plataforma da pista é 160mm e está desenhada em uma escala de 1:50. Considere que o custo para execução do TSD é de R$8,00/m2.

Nessa situação, qual o custo da obra?

A. R$25.600,00.

B. R$128.000,00.

C. R$160.000,00.

D. R$1.280.000,00.

E. R$2.560.000,00.

64

1. Introdução teórica

O Tratamento Superficial Duplo (TSD) é um método bastante utilizado para o revestimento do pavimento de rodovias, sobretudo por seu baixo custo e por sua facilidade de execução, tanto em estradas de tráfego leve quanto em estradas de tráfego pesado. Consiste, basicamente, na aplicação sucessiva de agregados, geralmente pedra britada, e material ligante betuminoso. O resultado é um pavimento com superfície antiderrapante impermeável, importante para a segurança dos usuários, que protege a infraestrutura da estrada contra a ação erosiva das águas pluviais, e flexível, evitando as rupturas decorrentes da dilatação e da contração, resultantes das variações de temperatura ambiental.

O conhecimento dessa técnica, contudo, não é necessário para a resolução da questão. O enunciado refere-se apenas ao custo da obra, dados o custo unitário do serviço e os elementos necessários ao cálculo da sua quantidade total, basta saber o conceito de escalas de desenho técnico.

A escala 1:N significa que N unidades de qualquer medida, na realidade física, são representadas, no desenho, por uma unidade da mesma medida.

2. Resolução da questão

Já para a leitura do desenho, o raciocínio é o inverso e mais simples. Uma extensão de 10cm, no desenho, em uma escala de 1:200.000, como a do enunciado, significa uma extensão 200.000 vezes maior na realidade física, ou seja, uma extensão de 10cmx200.000=2.000.000cm=20.000m.

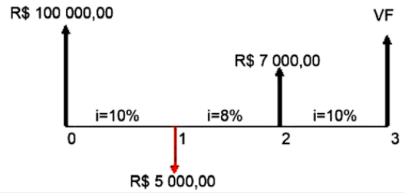
A largura da plataforma, de 160mm desenhada em escala 1:50, significa uma largura física de 160mmx50=8.000mm = 8,00m.

Assim, a área a ser pavimentada será A = 20.000mx8m = 160.000m^2.

Se o seu custo unitário é R$ 8,00/m^2, o seu custo total será de 160.000m^2 x R$ 8,00/m^2 = R$1.280.000,00.

QUESTÃO 12 - Questão 33 – Enade 2011.

Uma empresa fez um investimento inicial de R$100.000,00 com uma taxa de retorno no primeiro mês de 10%. No final desse período, necessitou fazer uma retirada de R$5.000,00. A empresa fez uma segunda aplicação do saldo a uma taxa de retorno de 8%. Em um terceiro período, a empresa reaplicou, por mais um mês, o saldo restante acrescido de R$7.000,00, agora a uma taxa de retorno de 10%. A movimentação financeira da empresa está representada no fluxo de caixa abaixo.



Com base na situação apresentada, o valor final (VF) do investimento da empresa será de

A. R$134.800,00.

B. R$132.400,00.

C. R$128.900,00.

D. R$127.700,00.

E. R$102.000,00.

69

2. Resolução da questão

Na questão, ao aplicar a importância de R$100.000,00, a uma taxa de remuneração de 10% por um mês de aplicação, a empresa já sabe que, ao final do período, teria os seus R$100.000,00 de volta, mais R$10.000,00 a título de remuneração (10%) pelo capital empatado.

Do total de R$110.000,00, a empresa fica com R$5.000,00 e aplica o saldo de R$105.000,00 por um novo período de um mês, mas, dessa vez, a uma taxa de 8%. Ao final do segundo mês, a empresa tem os R$105.000,00 que aplicou, mais a remuneração de R$8.400,00, equivalente aos 8% acordados, totalizando R$113.400,00.

Para um terceiro período, a empresa aplica os R$113.400,00, acrescidos de R$7.000,00, totalizando R$120.400,00, a uma taxa de 10%. Ao final do terceiro mês, a empresa deverá receber os R$120.400,00 aplicados, mais o valor de R$12.040,00, referente à remuneração (10%), totalizando R$132.440,00.

A alternativa mais próxima da correta é a alternativa B, R$132.400,00.

70

QUESTÃO 18 - Questão 24 – Enade 2015.

Um projeto de R$1.000.000,00 (um milhão de reais) será realizado em 5 meses. Serão executadas quatro atividades com custos que apresentam os seguintes percentuais em relação ao total: A1=20%; A2=30%; A3=40% e A4=10%. Cada atividade está distribuída, linearmente, nos seguintes meses:

ATIVIDADES	MESES
A1	1, 2, 3 e 4
A2	2, 3 e 4
A3	2, 3, 4 e 5
A4	4 e 5

71

Num cronograma financeiro montado com base nesses dados, qual é o faturamento percentual no mês 2 e, no mês 4, quais são os valores, em reais, das atividades A2 e A4, respectivamente?

A. 15% – 150.000,00 e 100.000,00

B. 15% – 100.000,00 e 50.000,00

C. 25% – 150.000,00 e 50.000,00

D. 25% – 100.000,00 e 50.000,00

E. 30% – 100.000,00 e 100.000,00

72

1. Introdução teórica

Planejamento físico financeiro operacional de empreendimentos.

Um dos pontos fundamentais do planejamento operacional financeiro para a realização de um projeto é a elaboração do seu cronograma físico-financeiro. Embora haja muitos *softwares* para elaborar esse cronograma, quase todos se baseiam no diagrama de Gantt, muito simples de preparar e fácil de visualizar. Monta-se uma tabela, ou planilha, colocando as atividades nas linhas e o tempo nas colunas, como ilustrado a seguir.

Meses / Atividades	1	2	3	4	5
A1					
A2					
A3					
A4					

Em seguida, para representar a execução de cada atividade dentro do projeto, insere-se uma barra horizontal na respectiva linha da tabela, com a extensão da sua duração, como segue abaixo.

Meses / Atividades	1	2	3	4	5
A1					
A2					
A3					
A4					

O próximo passo é calcular o custo mensal de cada atividade para distribuí-lo nas respectivas colunas.

- O custo da atividade A1 é 20% do total: 0,20x1.000.000,00 = R$200.000,00.
- A duração da atividade A1 é de 4 meses: 200.000,00/4= R$50.000,00 por mês.

Fazendo os mesmos tipos de cálculos para as demais atividades (A2, A3 e A4), temos:

A2: 300.000,00/3 = R$100.000,00 por mês

A3: 400.000,00/4 = R$100.000,00 por mês

A4: 100.000,00/2 = R$50.000,00 por mês

Lançando esses valores nos respectivos meses, a tabela fica da maneira apresentada a seguir.

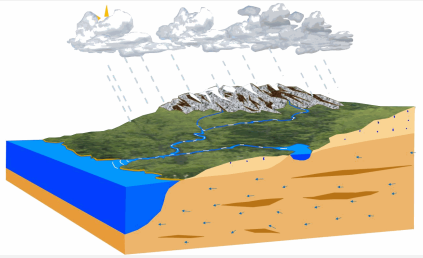
Meses / Atividades	1	2	3	4	5
A1	50.000	50.000	50.000	50.000	
A2		100.000	100.000	100.000	
A3		100.000	100.000	100.000	100.000
A4				50.000	50.000

A questão pede o faturamento percentual no mês 2. Somando-se os valores da coluna 2, temos que esse faturamento é de R$250.000,00, o que representa 25% do faturamento total.

Quanto aos valores, em reais, das atividades A2 e A4 no mês 4, basta fazer a leitura direta da tabela, ou seja, eles são, respectivamente, R$100.000,00 e R$50.000,00.

SUMÁRIO – HIDROLOGIA E HIDRÁULICA

QUESTÃO 14
QUESTÃO 20
QUESTÃO 02
QUESTÃO 03



QUESTÃO 14 - Questão 35 – Enade 2011.

Na proposta da reforma de um estádio de futebol para a Copa do Mundo de 2014, está previsto o reaproveitamento de água da chuva para molhagem do gramado e dos jardins e alimentação dos banheiros. Estima-se consumo médio mensal de 500m3 de água para molhagem do gramado e do jardim e de 1.500m3 de água para alimentação dos banheiros. O projeto prevê área de cobertura disponível para capitação de água pluvial de 25.000m2. O estádio está localizado em uma região cujo regime de chuvas apresenta as médias mensais de precipitação mostradas na tabela a seguir.

Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Volume de chuva (média mensal, em mm)	300	200	200	100	50	50	50	50	100	200	200	300

Com base nessas informações e considerando o coeficiente runnof igual a 0,80, conclui-se que o volume do reservatório para atender a demanda média mensal de água para molhagem do gramado e dos jardins e alimentação dos banheiros deve ser de

A. 2.000m3.
B. 3.000m3.
C. 4.000m3.
D. 6.000m3.
E. 12.000m3.

1. Introdução teórica

Hidrologia. Hidráulica aplicada. Gestão de águas pluviais.

A gestão de águas pluviais e o seu reaproveitamento são questões de extrema relevância no cenário atual, no que diz respeito à contenção de custos sociais, seja no tratamento para produção de água potável, seja na prevenção e na redução de enchentes.

Coletar e reter por algum tempo uma parte das águas de chuva permitem reduzir as vazões de pico nos cursos d'água, decorrentes das precipitações, minimizando o risco de enchentes nas avenidas e ruas próximas a eles. Reaproveitar as águas retidas permite reduzir o consumo de água tratada com usos para os quais a água potável não é necessária, como a utilização em vasos sanitários, a rega de jardins ou a lavagem de quintais.

As precipitações, denominação técnica para toda água que cai da atmosfera para a superfície da terra, seja em forma de chuva, de neve, de granizo ou de sereno, não seguem regras definidas ou, pelo menos, essas regras ainda não foram identificadas.

As medições sistemáticas das quantidades de precipitação, que são realizadas há cerca de 120 anos, mostram grande variação entre os diversos meses, conforme as estações do ano, como se pode observar na tabela apresentada no enunciado da questão. Elas também revelam expressiva regularidade quanto ao volume precipitado a cada ano, quer dizer, se, em determinado verão, a soma dos volumes das suas precipitações é maior do que a média esperada para esse período, no inverno seguinte ou no restante do ano, costumam ocorrer precipitações cuja soma dos volumes são, em contrapartida, menores do que a média esperada.

As medições de quantidade de precipitação são realizadas por áreas de influência em aparelhos denominados pluviômetros. A dimensão medida é a altura do volume de água coletado nesses aparelhos durante a precipitação. Por isso, as quantidades registradas são milímetros de precipitação. Assim, quando se afirma que o regime de chuvas de uma região, para dado mês, apresenta média de 200mm, significa que a média de todas as alturas dos volumes acumulados em todos os pluviômetros instalados naquela região, durante o referido mês, contabilizados todos os anos medidos, é cerca de 200mm.

81

Para efeitos de estimativa do volume precipitado em determinada área, admite-se que a precipitação seja constante em toda a área. É evidente que não há essa homogeneidade em toda a área atingida pela precipitação, nem em toda a sua duração. Porém, como é impossível equacionar todas as suas variações, a adoção de uma intensidade constante permite chegar a estimativas razoáveis e suficientes para os projetos de engenharia.

Portanto, o volume da precipitação sobre uma região é obtido pela multiplicação do valor da altura precipitada pelo valor da área atingida, conforme segue.

Volume precipitado = Altura precipitada x Área atingida.

82

É importante atentar para as unidades, pois, em geral, os valores das áreas são dados em m^2 ou km^2, enquanto a altura de precipitação é dada em mm.

Contudo, o volume de água que vai escoar pela superfície até atingir o curso d'água mais próximo não é o volume total precipitado. Uma parte irá infiltrar no terreno, outra será absorvida por vegetais e outra sofrerá evaporação durante o percurso. A proporção entre tais quantidades depende das condições climáticas e da constituição do terreno, características de cada bacia hidrográfica.

A relação entre o volume que escoa pela superfície e o volume total precipitado é denominada *coeficiente de escoamento superficial*, *coeficiente de deflúvio* ou *coeficiente de runoff*. Essa relação, indicada por C, está mostrada a seguir.

$$C = \frac{\textit{Volume escoado}}{\textit{Volume precipitado}}$$

83

2. Resolução da questão

O consumo mensal de água totaliza 2.000m^3, sendo 500m^3 para a molhagem do gramado e jardins e 1.500m^3 para alimentação dos banheiros.

A área de cobertura disponível para a captação das águas pluviais será de 25.000m^2. Para coletar os 2.000m^3 de água de chuva necessários por mês, o volume total de precipitação deveria ser *Vprecipitado = Vescoado/C, ou seja,* Vp = 2000m^3/0,8 = 2500m^3/mês.

Para esse volume precipitado, a quantidade de precipitação deveria ser

Volume precipitado = Altura precipitada x Área atingida.

2500m^3 = P(m) x 25000m^2.

Então, P = 2500m^3/25000m^2 = 0,1m = 100mm.

É necessário verificar se o total de precipitação média anual é suficiente para atender à demanda anual de 12x100mm = 1.00mm.

De acordo com a tabela apresentada no enunciado, a soma das precipitações mensais totaliza 18000 mm ao ano, o que atende à demanda.

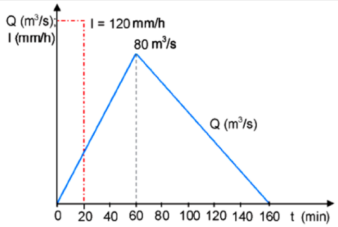
A seguir, analisando a referida tabela, verifica-se que há apenas uma sequência de quatro meses em que a estimativa das médias mensais de precipitação é inferior a 100mm.

Assim, a reserva deve ser feita para complementar o volume precipitado nesse período. Para cada mês com precipitação de 50mm, serão coletados:

Vp = 0,050m x 25000m^2 x0,8 = 1000m^3.

84

QUESTÃO 20 - Questão 35 – Enade 2011.



Considere que uma precipitação uniforme intensa, ocorrida sobre uma bacia hidrográfica, com intensidade de 120mm/h e duração de 20 min, gerou sobre a foz um hidrograma de cheia triangular com vazão de pico de 80m3/s, tempo de base de 160 min e tempo de pico de 60 min, conforme a figura. Se a área da bacia é de 30km2, qual o coeficiente de escoamento superficial (runoff) dessa bacia?

A. 0,12 B. 0,16 C. 0,24 D. 0,32 E. 0,64

85

1. Introdução teórica

Parte do volume de água precipitado em decorrência de uma chuva em uma bacia hidrográfica se infiltrará no solo antes de chegar ao curso d'água e, portanto, também não atingirá o exutório ou seção de controle adotada para determinado fim. O volume que sofrerá infiltração depende de diversos fatores, entre os quais, os tipos de solo em que ocorre o escoamento superficial, os tipos de cobertura ou de revestimento dessas superfícies e as suas condições antecedentes de saturação.

Coeficiente de escoamento superficial C, também conhecido como coeficiente de *runoff* ou coeficiente de deflúvio, é definido como a razão entre o volume de água que escoa superficialmente pela bacia e o volume total precipitado. Logo,

$$C = \frac{\text{Volume escoado superficialmente}}{\text{Volume total precipitado}}$$

Esse coeficiente, obtido para dada chuva em determinada bacia, permite prever o volume de escoamento superficial nessa bacia para outras precipitações com durações similares, com as mais diversas intensidades.

86

2. Resolução da questão

Cálculo do volume total precipitado

- O volume total precipitado V_p é o produto da intensidade I da chuva pelo seu tempo Δt de duração e pela área A abrangida pela precipitação.
- A intensidade da chuva foi I = 120mm/h = 0,120m/h.
- O tempo de duração foi Δt = 20min = 20/60h.
- A área A abrangida foi toda a área da bacia, ou seja,
- A = 30km2 = 30.000.000m^2.
- O volume total precipitado é $V_p = I.\Delta t.A$ = 0,120x(20/60)x30.000.000.
- Logo, V_p é 1.200.000m^3.

87

Cálculo do volume escoado superficialmente

- O volume escoado superficialmente V_e é o volume que gerou sobre a foz o hidrograma de cheia triangular apresentado na questão.
- A base do hidrograma triangular é numericamente igual à duração Δt, sendo que Δt=160min, ou seja, Δt=160x60s=9.600s
- A altura hidrograma triangular é numericamente igual à vazão máxima Qmáx, sendo que Qmáx = 80m^3/s.
- A área do triângulo formado pelo hidrograma é numericamente igual ao total do volume que passa pela foz nesse período e, portanto, igual ao volume escoado superficialmente. Ou seja, o volume escoado é V_e = 9.600x80/2. Logo, V_e é 384.000m^3.

88

Cálculo do coeficiente de escoamento superficial

- O coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de *runoff* é

$$C = \frac{384.000}{1.200.000} = 0{,}32$$

QUESTÃO 02 - Questão 12 – Enade 2011.

Os critérios gerais seguidos em projeto, operação e manutenção de controle de drenagem urbana, no aspecto hidrológico, envolvem diretrizes, tais como:

I. definição do volume de deflúvio.

II. picos de vazão excedendo valores naturais.

III. desvio dos primeiros instantes da chuva para um reservatório.

IV. bacia de detenção capaz de armazenar deflúvio, determinando a altura de precipitação e a liberação em período de tempo predeterminado.

É correto apenas o que se afirma em

A. I e II. B. I e IV. C. II e III. D. I, III e IV. E. II, III e IV.

1. Introdução teórica

Entende-se por drenagem urbana um conjunto de soluções de engenharia destinadas a coletar e a conduzir as águas pluviais até os cursos d'água naturais, causando o menor transtorno possível às regiões urbanas.

O conceito de "menor transtorno possível" está intimamente ligado à questão dos recursos financeiros disponíveis, como em qualquer outro setor público. No setor da saúde, por exemplo, o menor transtorno possível seria o atendimento completo e imediato a qualquer cidadão que necessitasse desse suporte; no setor dos transportes, seria a condução rápida e confortável de e para qualquer lugar, em qualquer instante.

Como os recursos financeiros são limitados e, geralmente, inferiores às necessidades, alguns parâmetros de atendimento devem ser definidos antes de se dimensionarem as referidas soluções de engenharia. No setor da drenagem urbana, uma das principais definições é a vazão de projeto.

Definir uma vazão de projeto significa adotar uma vazão máxima de escoamento superficial para a qual o sistema de drenagem a ser projetado deve ser suficiente. Eventuais vazões superiores a essa não serão suportadas pelo sistema e provocarão enchentes. Por isso, devem ser eventuais e não frequentes.

Esse parâmetro é a função das quantidades e intensidades das precipitações em cada região e das características do terreno. Nas áreas pavimentadas, por exemplo, quase não há infiltração das águas pluviais no solo. Assim, quase todo o volume de dada precipitação transforma-se em volume escoado, ou volume de deflúvio.

As características de uso e de ocupação do solo costumam modificar-se ao longo do tempo. Áreas de pasto ou de várzea transformam-se em áreas industriais ou residenciais, onde ruas de terra são pavimentadas, gerando volumes crescentes de deflúvio. Quando essa elevação atinge volumes que não podem ser conduzidos pelos canais de escoamento disponíveis, tornam-se necessários os reservatórios de retenção, que seguram parte do escoamento antes do momento da vazão de pico, para devolvê-la mais tarde à rede de drenagem. Na área urbana, são mais conhecidos os piscinões e os tanques de retenção de edifícios. Tais retenções também poderiam ser feitas com mais eficiência por meio de pequenas represas de regularização de montante das regiões mais inundáveis.

93

2. Análise das afirmativas

I – Afirmativa correta.

JUSTIFICATIVA. Sem conhecer o volume que vai escoar, não seria possível dimensionar coletores nem eventuais tanques de retenção.

II – Afirmativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. Uma das principais premissas de um projeto de drenagem é aceitar que ocorram vazões que excedam à vazão de projeto, provocando enchentes, desde que sejam eventuais para um período de recorrência assumido como tolerável.

94

III – Afirmativa correta.

JUSTIFICATIVA. O volume retido antes do momento da vazão de pico contribui para reduzir essa vazão, critério para definição dos tanques de retenção já mencionados.

IV – Afirmativa correta.

JUSTIFICATIVA. Representa o mesmo princípio da afirmativa III, com menos clareza de definição.

Alternativa correta: D.

95

QUESTÃO 03 - Questão 11 – Enade 2011.

Os sistemas de transporte de água de abastecimento e de coleta de esgotos sanitários devem ser, respectivamente, projetados e calculados como

A. condutos forçados e condutos livres.
B. condutos livres e condutos forçados.
C. condutos sob pressão igual à atmosférica.
D. condutos por gravidade e condutos forçados.
E. condutos sob pressão diferente da atmosférica.

96

QUESTÃO 03 - Questão 11 – Enade 2011.

Os sistemas de transporte de água de abastecimento e de coleta de esgotos sanitários devem ser, respectivamente, projetados e calculados como

A. condutos forçados e condutos livres.
B. condutos livres e condutos forçados.
C. condutos sob pressão igual à atmosférica.
D. condutos por gravidade e condutos forçados.
E. condutos sob pressão diferente da atmosférica.

97

1. Introdução teórica

A água, como qualquer outro líquido, escoa naturalmente dos pontos mais altos para os pontos mais baixos do relevo. Se depender apenas da natureza, é completamente verdadeiro o dito popular *"fogo de morro acima, água de morro abaixo..., ninguém segura"*. Para dirigir o escoamento, isto é, para conduzir a água para determinado lugar, é necessário utilizar condutos.

Quando tais condutos apenas dirigem o escoamento, são abertos para a atmosfera, ou, pelo menos, mantêm uma linha da superfície do escoamento sob pressão atmosférica, empregando apenas a ação da força da gravidade, eles são denominados condutos livres.

Quando se pretende contrariar a natureza e conduzir a água morro acima, torna-se necessário introduzir energia no sistema. Quando a água desce, mas queremos impedir o escoamento, mantendo-a no canal, à disposição, ele deve estar fechado. Dessa maneira, haverá pressão interna maior do que a atmosférica dentro do conduto, denominado conduto forçado.

98

O estudo do escoamento de líquidos é dividido em duas formas distintas de tratamento: o escoamento em condutos livres e o escoamento em condutos forçados. A diferença entre ambos é, basicamente, a pressão interna atuante no conduto.

A energia da água é constituída dos três componentes que seguem.

- Energia potencial ou de posição é função de sua altura em relação ao nível do mar ou a qualquer outra referência adotada.
- Energia cinética é função da sua velocidade de escoamento.
- Energia piezométrica é função da pressão.

Nos condutos livres, a energia piezométrica é nula, pois sempre há uma superfície ou uma linha do líquido livre em contato direto com a atmosfera, como ilustra a figura 1. Assim, a causa

99

do escoamento é apenas a ação da força da gravidade. São exemplos de condutos livres rios, represas, canais artificiais, calhas de coleta de águas pluviais de telhados, sarjetas e galerias, bem como toda a rede coletora de esgotos.

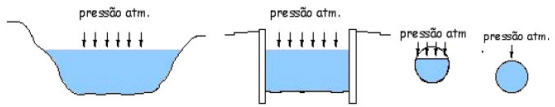


Figura 1. Exemplos de seções transversais de condutos livres.

100

Com relação aos tubos, tanto coletores de esgotos quanto de águas pluviais, pode ocorrer uma situação em que, eventualmente, o líquido escoando ocupe todo o espaço disponível. Enquanto houver pelo menos uma linha do líquido submetida apenas à pressão atmosférica, o escoamento continua sendo em conduto livre e, nesse caso extremo, é denominado escoamento em conduto livre à seção plena.

Já no escoamento de líquidos em condutos forçados, além de ocupar toda a seção do conduto, o líquido está submetido a uma pressão interna maior do que a atmosférica. Nesse caso, a causa principal do escoamento é a diferença de pressão, ou seja, o líquido flui de um ponto de maior pressão para outro ponto de menor pressão.

101

2. Análise da questão

Os sistemas de transporte de água de abastecimento, na rede pública ou na área interna dos domicílios, sempre estão submetidos à pressão interna maior do que a atmosférica. Devem, portanto, ser projetados e calculados como condutos forçados.

Os sistemas de coleta de esgotos sanitários são condutos que devem funcionar, no máximo, com escoamento à seção plena, projetados e calculados como condutos livre.

Alternativa correta: A.

102

SUMÁRIO – TOPOGRÁFIA E OBRAS DE TERRA

QUESTÃO 05

QUESTÃO 06

QUESTÃO 10

QUESTÃO 17

103

QUESTÃO 5 - Questão 15 – Enade 2011.

Um topógrafo está levantando as dimensões de um terreno irregular para fins de loteamento urbano. Com o teodolito instalado em um ponto A, ele lê a mira no ponto B, anotando os seguintes dados:

Fio superior (fs) = 1.595mm;

Fio médio (fm) = 800mm;

Fio inferior (fi) = 96mm;

Constantes do aparelho: f/i=100 e f+i=0;

Ângulo zenital (Z) = 87º.

BORGES, A. C. *Topografia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

Nessa situação, a distância inclinada que o topógrafo lê entre os pontos A e B é de

A. 80,0m. B. 70,4m. C. 79,5m. D. 149,9m. E. 159,5m.

104

1. Introdução teórica

Teodolito é um aparelho topográfico que se destina fundamentalmente a medir ângulos horizontais, mas também possibilita determinar distâncias horizontais e verticais, por meio da taqueometria (BORGES, 1977).

A figura 1 ilustra a imagem da mira situada em um ponto B, vista por meio da luneta do teodolito instalado em um ponto A.

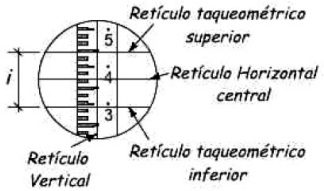


Figura 1. Imagem vista na lente ocular de um teodolito.

105

A geometria utilizada no procedimento fundamenta-se na semelhança de triângulos, como ilustra a figura 2. Nela, *P* é o ponto onde se situa a vista do observador. O eixo vertical do aparelho passa pelo ponto *C*. *O-O* é a lente ocular e O_1-O_1, a lente objetiva do teodolito. O ponto *F* é onde se situa o foco do aparelho e, no ponto *B*, está posicionada a mira.

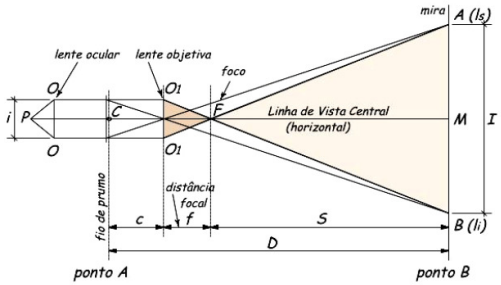


Figura 2. Geometria ótica do sistema.

106

O triângulo O_1-O_1-*F* é semelhante ao triângulo *A-B-F*. Dessa semelhança de triângulos, é possível decorrer que $\frac{S}{f} = \frac{A\text{-}B}{O_1\text{-}O_1}$

A indicação *A-B* é a diferença entre a leitura no retículo taqueométrico superior (*ls*) e a leitura no retículo taqueométrico inferior (*li*). O segmento O_1-O_1 é igual a *i*. Assim,

$S=(ls - li).f/i$ e, portanto, $D=(ls-li).(f/i)+(f+c)$.

Os valores (f/i) e $(f+c)$ são denominados constantes de Reichembach do aparelho: constante multiplicativa e constante aditiva, respectivamente.

Se o terreno a ser medido é inclinado, a geometria do sistema mantém-se. No entanto, como a mira é colocada na posição vertical, o segmento *A-B* não coincide com a diferença das leituras *ls* e *li*, como mostra a figura 3.

107

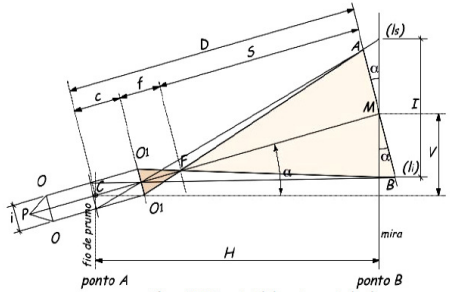


Figura 3. Sistema instalado em terreno inclinado.

Nesse caso, empregando trigonometria e utilizando simplificações razoáveis, do ponto de vista da engenharia, Borges demonstra que $D=(ls - li).(f/i).\cos\alpha+(f+c)$.

Alguns taqueômetros, sobretudo os de origem europeia, preferem usar o ângulo zenital (z) para definir a inclinação do terreno, em vez do ângulo α, formado com o plano horizontal, como o da questão. Assim, basta fazer a transformação: $\alpha=90^0-z$.

108

2. Análise da questão

A solução da questão é dada pelos cálculos que seguem.

- $\alpha=90^o-z=90^o-87^o=3^o$
- $\cos\alpha=0,99999999=1$
- $ls - li = 1.595mm-96mm=1.499mm$
- $f/i = 100$
- f+c=f+i=0
- $D=(ls - li).(f/i).\cos\alpha+(f+c)=1.499.100.1+0=149.900mm=149,9m.$

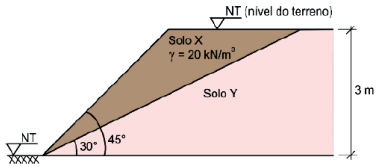
Alternativa correta: D.

109

QUESTÃO 6 - Questão 36 – Enade 2008.

Um corte em solo tem sua geometria representada na figura a seguir. Sondagens indicaram a existência de dois horizontes de características geotécnicas bem diferentes, suscitando dúvidas quanto à estabilidade da escavação. Ensaios de laboratório determinaram que os parâmetros de resistência ao cisalhamento na interface solo X e solo Y são: coesão de 5kPa e ângulo de atrito interno (φ) tal que tg φ=0,5.

(Considere: $\cos30^o$ = 0,9 e $\text{sen}30^o$ = 0,5)



Nessas condições, o coeficiente de segurança quanto ao deslizamento para a cunha de solo X sobre o solo Y é

A. 1,00 B. 1,50 C. 1,65 D. 1,73 E. 2,00

0

1. Introdução teórica

Mecânica dos solos. Estabilidade de maciços terrosos. Estado de tensões no subsolo.

O coeficiente de segurança quanto ao deslizamento de um maciço de terra é definido pela relação entre a sua resistência ao cisalhamento e a tensão de cisalhamento atuante num determinado plano, conforme indicado a seguir.

$$Coeficiente\ de\ Segurança = \frac{Resistência\ ao\ cisalhamento}{Tensão\ de\ cisalhamento\ atuante}$$

A resistência ao cisalhamento de um solo é a sua capacidade de suportar cargas sem se romper. A correta determinação do valor dessa resistência é um dos mais complexos problemas de engenharia (HAEFELI, *apud* CAPUTO, 1996).

111

A maior parte dos materiais de construção, tais como o concreto, o aço, o vidro e o alumínio, apresenta comportamentos e resistência bastante conhecidos e calculáveis. Já os solos, por serem materiais heterogêneos, constituídos de partículas sólidas, líquidos e gases, em quantidades e proporções que variam continuamente, sobretudo em função das chuvas e das secas, a rigor, apenas apresentam tendências de comportamento e boas estimativas de resistência (figura 1).

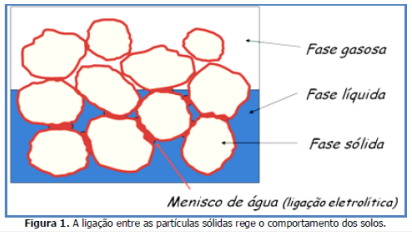


Figura 1. A ligação entre as partículas sólidas rege o comportamento dos solos.

112

As partículas líquidas e gasosas, geralmente água do lençol freático e ar, ocupam os espaços vazios existentes entre as partículas sólidas. Por isso, é importante lembrar que os resultados obtidos com ensaios, modelos e cálculos matemáticos são exatos apenas para aquelas condições de uma amostra ou de um ensaio de determinado solo.

Do ponto de vista prático, porém, para a Engenharia de Solos é muito mais importante prever o comportamento do maciço terroso, em face das mudanças do estado de tensões provocadas por uma construção, do que os próprios resultados numéricos obtidos. Considerar corretamente o que pode ocorrer com uma camada de solo coesivo após uma escavação, por exemplo, é mais importante do que conhecer o valor exato da sua *coesão*, determinado em laboratório, com o ensaio de uma amostra em condições aproximadamente similares às de campo.

113

A resistência de um solo ao cisalhamento depende basicamente da *coesão* e do atrito entre as suas partículas sólidas.

A *coesão* do solo é, basicamente, a intensidade da ligação entre as suas partículas sólidas. De uma maneira simples, os solos coesivos são aqueles cujas partículas sólidas grudam mais fortemente umas nas outras. É o caso das argilas, cujas partículas são as de menor tamanho e com formato achatado (figura 2).

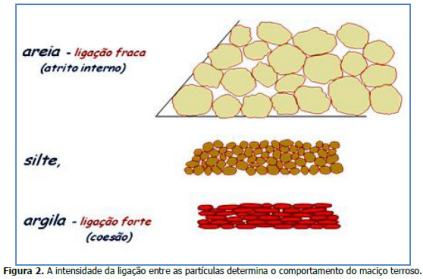


Figura 2. A intensidade da ligação entre as partículas determina o comportamento do maciço terroso.

114

Os solos arenosos, cujas partículas são maiores e com formato granular, têm baixíssima coesão. É necessário molhar muito a areia para que as suas partículas se prendam um pouco umas às outras. No caso das esculturas de praia, por exemplo, à medida que o calor do sol vai retirando a sua umidade, as partículas se desprendem e a escultura se desfaz.

O atrito interno é a força do atrito entre as superfícies das partículas sólidas. As areias têm bastante atrito interno e quase nenhuma coesão. Já os siltes, que são constituídos de partículas intermediárias, têm um pouco de coesão e, também, atrito interno.

Na natureza, os solos são encontrados quase sempre nas mais variadas combinações dessas três partículas básicas. Encontram-se no campo, por exemplo, siltes arenosos, argilas siltosas pouco arenosas, solos arenosos pouco argilosos e assim por diante. O nome principal, solo arenoso, solo argiloso ou solo siltoso, é atribuído em função do tipo de partículas predominantes. Os solos naturais, portanto, têm alguma coesão e algum atrito interno, cuja combinação gera a sua resistência ao cisalhamento.

115

A resistência ao cisalhamento é definida como a tensão de cisalhamento atuante sobre o plano de ruptura, no instante da ruptura (CAPUTO, 1996). A tensão resistente ou a resistência ao cisalhamento de um solo é a máxima tensão a que o solo pode ser submetido sem se romper.

O coeficiente de segurança é, então, definido pelo seguinte quociente:

$$Coeficiente\ de\ Segurança = \frac{Tensão\ resistente}{Tensão\ atuante}$$

As tensões atuantes ou resistentes na interface dos solos X e Y são decorrência do peso da cunha de solo X.

116

Para o cálculo da resistência ao cisalhamento τ_f de dado solo, estabeleceu-se a relação τ_f dada por $c+\sigma\ tg\varphi$, em que c é a coesão, σ é a tensão normal atuante no plano de ruptura e φ é o ângulo de atrito interno do solo.

A tensão atuante num plano genérico no interior de um maciço terroso pode ser decomposta, para efeito de análise, em dois componentes, um normal e outro paralelo ao plano considerado (PINTO, 2002), como representado na figura 3.

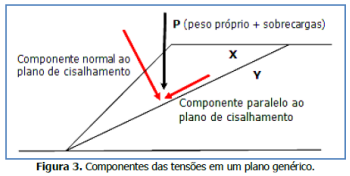


Figura 3. Componentes das tensões em um plano genérico.

O componente paralelo ao plano será o responsável pelo esforço cisalhante, enquanto que o componente perpendicular ao plano provocará o esforço resistente por atrito entre as superfícies dos solos X e Y.

2. Análise da questão

É necessário, em primeiro lugar, observar com bastante atenção o texto e a figura da questão. Quando se pensa em estabilidade de um talude, ou mais precisamente, em cálculo do coeficiente de segurança quanto ao deslizamento de um maciço terroso, frequentemente, a primeira coisa que vem à cabeça é o Método Sueco, ou de Fellenius, com a superfície de ruptura curva, mostrada na figura 4, por ser o método que conduz aos resultados mais confiáveis e, também, o mais consagrado.

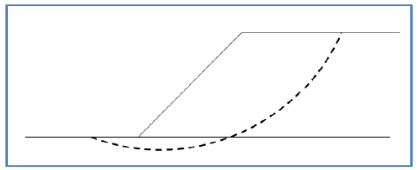


Figura 4. Representação da superfície de ruptura curva do maciço.

Contudo, a questão não está pedindo o coeficiente de segurança quanto ao deslizamento do talude por ruptura na superfície curva. O texto cita a constatação, por meio de sondagens, de uma descontinuidade na constituição do maciço. O coeficiente de segurança pedido no problema é o da interface dos dois solos, geotecnicamente bastante distintos, cuja superfície é plana e definida, e não do talude do maciço, tratado como um todo homogêneo.

Dessa forma, para analisar a estabilidade quanto ao deslizamento na referida interface, pode-se tomar uma faixa, ou lamela, do maciço em questão, com 1 m de largura, para analisar os esforços atuantes e resistentes, como ilustrado na figura 5.

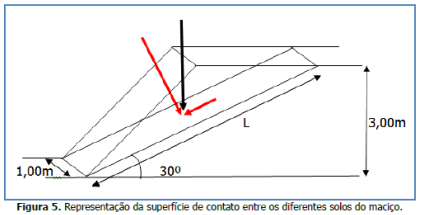


Figura 5. Representação da superfície de contato entre os diferentes solos do maciço.

A dimensão L indicada na figura 4 é calculada por

$$L = \frac{3}{sen30^\circ} = \frac{3}{0,5} = 6,00\,m$$

A área da superfície de contato é A_s = 1xL = 1x6 = 6,00m^2.

Na figura 6, está representado o corte lateral do maciço terroso.

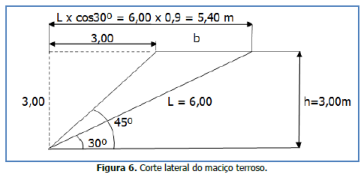


Figura 6. Corte lateral do maciço terroso.

A área do triângulo da figura 5 que representa a lamela de solo X é

$$A_L = \frac{b.h}{2} = \frac{(5,4-3).3}{2} = 3,60\,m^2$$

O valor do peso P dessa lamela é dado pelo seu volume V multiplicado pelo peso específico γ do solo X: P = γ x V. Logo,

P = $\gamma x A_L x 1{,}00$ (A_L é a área da seção da lamela de solo X).

P = 20x3,6x1 = 72kN.

O esforço cisalhante é o componente da força peso paralelo à superfície de contato. O seu valor é P.sen30º = 72.0,5 = 36kN.

A tensão resistente ao cisalhamento é $\tau_r = c + \sigma\, tg\varphi$, sendo que σ é a tensão normal ao plano de cisalhamento, ou seja, o componente normal da força peso dividido pela área da superfície de contato (A_S) entre os solos X e Y. Vejamos:

$$\sigma = \frac{P.\cos 30}{A_S} = \frac{72.0{,}9}{6} = 10{,}8\,kN/m^2$$

Assim sendo, $\tau_r = c + \sigma.tg\varphi$ = 5+10,8x0,5 = 10,4kN/m².

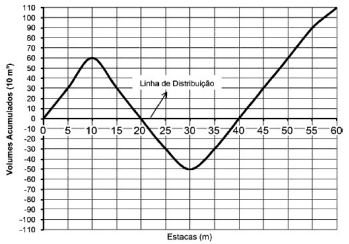
Dessa forma, o coeficiente de segurança fica

$$Coeficiente\ de\ Segurança = \frac{Tensão\ resistente}{Tensão\ atuante} = \frac{10{,}4}{6{,}0} = 1{,}73$$

Alternativa correta: D.

QUESTÃO 10 - Questão 27 – Enade 2011.

Em razão dos jogos da copa de 2014, foi proposta a ampliação de uma pista de pouso e decolagem de um aeroporto. A pista a ser ampliada terá um comprimento de 1200m e foi estaqueada com um total de 60 estacas de 20 cada. O projeto de terraplenagem da ampliação dessa pista foi realizado e a equipe de topografia apresentou o diagrama de massas ilustrado na figura a seguir.



A partir da linha de distribuição representada no diagrama, qual é o volume do bota-fora?

A. 110m³. B. 500m³. C. 600m³. D. 1.100m³. E. 1.200m³.

1. Introdução teórica

Topografia. Terraplenagem. Compensação.

Nos projetos de terraplenagem, a compensação dos volumes de cortes e de aterros representa um dos aspectos que mais pode influir no custo de uma obra. Nos casos em que o volume de terra cortada, ou escavada, é maior do que o volume de aterro, a terra excedente tem de ser retirada da obra, operação que chamada de bota-fora. Quando, ao contrário, o volume de corte é insuficiente para a execução dos aterros, é preciso trazer terra de outro lugar, tecnicamente denominado jazida. Essa operação é denominada importação de terra. Sempre que não houver necessidade de importação ou de bota-fora, o movimento de terra restringe-se ao próprio local da obra, o que significa que o custo de transporte estará reduzido ao mínimo indispensável.

A compensação dos volumes de corte e de aterro depende, basicamente, da definição da cota de nível de acabamento do terrapleno. Quanto mais baixa é essa cota, menor é a necessidade de aterro, e quanto mais elevada, maior é o volume de aterro.

Um diagrama de massas, como o apresentado na questão, embora se pareça muito com o perfil de um terreno a ser terraplenado, não representa graficamente os volumes de corte e de aterro necessários à sua execução. Conhecido também como Diagrama de Brückner, o diagrama de massas representa, em cada ponto ao longo de um eixo de um terrapleno, o saldo dos volumes acumulados de corte e de aterro, desde a sua origem.

Para a construção desses diagramas, o eixo do terrapleno deve ser dividido em segmentos iguais, em geral de 20 m de comprimento, utilizando-se o que se denominam estacas. A seguir, são mostradas as áreas das seções transversais, de corte ou de aterro, em cada estaca, como ilustra a figura 1.

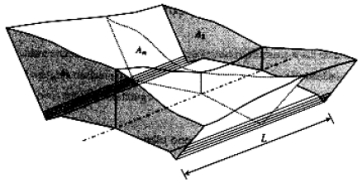


Figura 1. Seções transversais nas estacas de um terrapleno.
Fonte. PONTES FILHO (1998).

Aos volumes obtidos entre duas estacas consecutivas são atribuídos valores positivos quando de corte e valores negativos quando de aterro. Os resultados da soma algébrica acumulada, desde a origem até cada estaca, são lançados como ordenadas em cada ponto da linha de distribuição.

Dessa forma, para saber se é necessário bota-fora ou empréstimo, desde a origem até um ponto qualquer do eixo do terrapleno, bem como para estimar seu respectivo volume, basta uma leitura direta do valor algébrico da ordenada correspondente àquela estaca.

125

2. Análise da questão

O final da pista ampliada, totalizando 1.200 m de comprimento, situa-se na estaca 60 do diagrama de massas apresentado na questão, conforme reproduzido na figura 2.

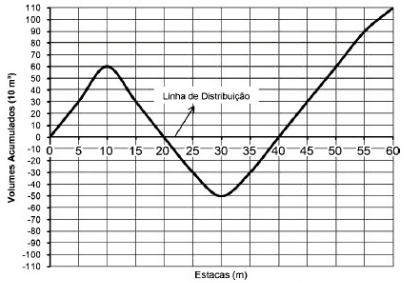


Figura 2. Reprodução da figura do enunciado.

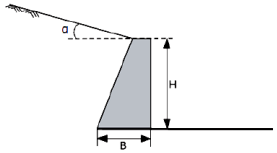
O volume acumulado indicado nessa estaca é de $110x10m^3$, com valor positivo. Portanto, o volume do bota-fora é de $1.100m^3$.

Alternativa correta: D.

126

QUESTÃO 17 - Questão 33 – Enade 2005.

O muro de contenção mostrado na figura deve garantir a estabilidade de um talude de solo não coesivo, cuja envoltória de resistência ao cisalhamento é definida pelo ângulo de atrito Φ.



A partir da análise da figura e das informações fornecidas, conclui-se que

A. quanto maior for o ângulo de atrito Φ, maior será o empuxo do solo no muro.

B. quanto maior for o ângulo α, menor será a tensão de compressão máxima na base do muro.

C. aumentando-se a largura B, diminui-se o fator de segurança quanto ao deslizamento.

D. no caso de α = 0, a direção da resultante do empuxo do solo é horizontal e dista H/3 da base do muro.

E. para que o muro seja estável quanto ao tombamento, é necessário que a direção da resultante do empuxo passe pelo centro de gravidade da seção transversal do muro.

127

1. Introdução teórica

Mecânica dos solos. Obras de terra. Contenção de maciços terrosos.

A questão é extremamente conceitual. Trata da contenção de maciços de terra, um assunto de grande importância que frequentemente é negligenciado em obras de pequeno e de médio porte.

O muro de arrimo por gravidade apresentado na questão é uma dentre as diversas formas de contenção de maciços terrosos. A sua estabilidade ocorre por efeito da força de gravidade, ou seja, pelo equilíbrio entre os esforços solicitantes, devido ao empuxo do maciço de terra e ao peso próprio do muro, e os esforços resistentes do terreno (figura 1).

128

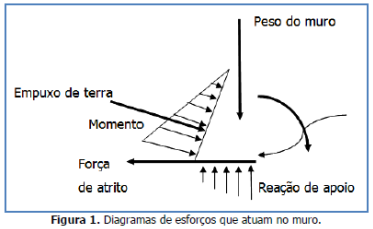


Figura 1. Diagramas de esforços que atuam no muro.

A análise da estabilidade pode ser assim dividida:

1. análise quanto ao afundamento do muro; equilíbrio das forças verticais.
2. análise quanto ao escorregamento horizontal; equilíbrio das forças horizontais.
3. análise quanto ao tombamento do muro; equilíbrio de momentos em relação à linha formada pelo encontro da base do muro com a sua face livre, isto é, a face oposta à que fica em contato com o maciço terroso a ser contido, neste caso, à direita.

As forças verticais são o peso próprio do muro de arrimo, o componente vertical do empuxo ativo do maciço terroso e a reação de apoio do solo subjacente, que será no máximo igual à sua resistência à compressão.

As forças horizontais são o componente horizontal do empuxo ativo e a força de atrito entre a base do muro e o solo.

O momento resultante é soma vetorial dos momentos devidos aos componentes do empuxo do maciço, do momento devido ao peso próprio do muro e do momento devido à excentricidade da reação de apoio (figura 2).

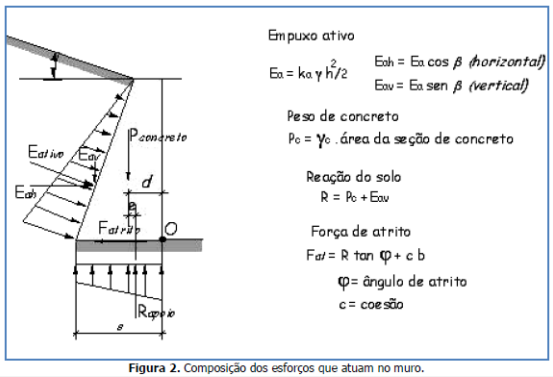


Figura 2. Composição dos esforços que atuam no muro.

O empuxo ativo cresce linearmente com a altura do talude, seu componente horizontal age no sentido de provocar deslizamento no muro e deve ser equilibrado pela força de atrito entre o muro e solo. A força de atrito é originada pelo componente vertical do empuxo, acrescido do peso próprio do muro. O momento em relação à base do muro, devido ao componente horizontal do empuxo, deve ser equilibrado pelo binário formado pela força peso do muro e pela reação de apoio oferecida pelo solo. Finalmente, a capacidade de suporte do solo, $\sigma_{admissível}$, deve ser maior ou igual ao peso do muro.

2. Análise da questão

A - Alternativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. O coeficiente de empuxo em repouso, obtido pela expressão k_0=1-senΦ, diminui com o aumento do ângulo de atrito Φ. Assim, quanto maior for o ângulo de atrito, menor será o empuxo do maciço terroso sobre o muro.

B - Alternativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. A tensão de compressão máxima, ou tensão admissível, é uma característica do solo e, por isso, independe do ângulo do talude.

C - Alternativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. O fator de segurança é definido como a seguinte relação:

$$Fator\ de\ segurança = \frac{Tensão\ resistente}{Tensão\ atuante}$$

Aumentando a largura B, teremos maior volume de concreto e, portanto, peso maior. O peso é uma força normal à superfície de escorregamento e, por isso, o seu aumento provoca elevação na correspondente da força de atrito. Dessa forma, na direção horizontal estaremos aumentando esforço resistente sem aumentar o esforço atuante e, por isso, não estaremos diminuindo o fator de segurança quanto ao deslizamento, mas sim o aumentando.

D - Alternativa correta.

JUSTIFICATIVA. O empuxo em repouso pode ser calculado pela expressão $\sigma_v = k_0 . Y . Z$. A distribuição das tensões em função da profundidade é representada por um diagrama triangular cuja área é numericamente igual ao valor da força resultante, sendo que o ponto de aplicação é o baricentro do triângulo.

E - Alternativa incorreta.

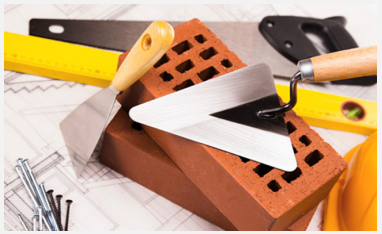
JUSTIFICATIVA. Para que o muro seja estável quanto ao tombamento, é necessário que o momento resultante das forças atuantes e das forças resistentes, em relação à aresta extrema da base, oposta ao talude, seja igual a zero.

SUMÁRIO – MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

QUESTÃO 01

QUESTÃO 09

QUESTÃO 15



QUESTÃO 1 - Questão 9 – Enade 2011.

De acordo com a ABNT NBR 6118 (2003), nos projetos das estruturas correntes, a agressividade ambiental deve ser classificada de acordo com o apresentado no Quadro I e pode ser avaliada, simplificadamente, segundo as condições de exposição da estrutura ou de suas partes.

Quadro 1. Classes de agressividade ambiental.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana [1), 2)]	Pequeno
III	Forte	Marinha [1)]	Grande
		Industrial [1), 2)]	
IV	Muito forte	Industrial [1), 3)]	Elevado
		Respingos de maré	

[1)] Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

[2)] Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

[3)] Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. ABNT NBR 6118:2003. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Disponível em <cct.uema.br/Normas/NBR6118_2003Corr%20-%20Projeto%20de%20estruturas%20de concreto- 20Procedimentos.pdf>. Acesso em 09 set. 2011.

137

Tendo como referências as informações acima, é correto afirmar que a agressividade do meio ambiental nas estruturas de concreto ou de suas partes está relacionada

A. somente às ações mecânicas, às variações volumétricas de origem térmica, à retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto.

B. somente às ações físicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e de outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto.

C. às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, dependendo das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e de outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto.

D. somente às ações químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e de outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto.

E. às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e de outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto.

138

1. Introdução teórica

1.1. Ciência dos materiais. Materiais de construção civil. Agressividade do meio ambiente.

O enunciado aborda um dos assuntos mais importantes para a engenharia na atualidade, já que a própria concepção do concreto, como um material de grande resistência e durabilidade, vem sendo questionada em função de uma série de acidentes recentes, causados por agressão do meio ambiente.

Entre os efeitos dessa agressividade, um dos mais graves é a oxidação e a consequente corrosão da armadura de aço, que pode colocar em risco a integridade da estrutura ou, pelo menos, reduzir a sua vida útil.

A solução dessa questão, aparentemente, é bastante simples. Porém, sem a devida atenção na leitura, tanto do enunciado quanto das alternativas de resposta, é possível ser induzido ao erro. A agressão do ambiente às estruturas deve ser encarada sob dois pontos de vista: um relativo aos fatores que determinam o grau de agressividade do meio em si e o outro, às condições da própria peça estrutural, que permitem maior ou menor agressão.

139

Do ponto de vista do meio ambiente, a agressão pode ocorrer devido a ações físicas e a ações químicas. Ação física é, por exemplo, a erosão do concreto devido às águas pluviais, aos ventos e às marés. Ações químicas são eventuais reações de elementos presentes no meio com componentes do concreto ou do aço, dentre as quais as mais frequentes e significativas são a oxidação e a corrosão da armadura.

Do ponto de vista das condições da peça estrutural, a agressão que efetivamente ocorrerá será proporcional ao grau de deformações da própria peça. As deformações sofridas podem ocorrer devido às cargas permanentes e acidentais, às variações climáticas, à retração hidráulica, por perda de água durante os processos de pega e cura do concreto e, também, devido a eventuais baixos teores de umidade do ar que a envolve, durante sua vida útil.

O concreto armado, em regime normal de trabalho, sempre apresenta fissuras. Quanto mais elevadas são as deformações, maior é a ocorrência de fissuras, seja em quantidade, seja em amplitude de abertura. Quanto maior for a amplitude das fissuras, maior será a exposição da armadura de aço à agressão do meio. Por isso, ainda que o engenheiro, de projeto ou de manutenção, pouco possa fazer em relação às características de dado meio ambiente, ele tem a possibilidade de agir decisivamente nas características defensivas da estrutura que está concebendo.

140

O quadro 1, apresentado no enunciado, trata apenas da agressividade do ambiente e, portanto, a análise das alternativas deve ser feita somente com base nesse enfoque, não importando as condições da peça estrutural. Esse quadro apresenta apenas as classes de agressividade que devem ser consideradas na concepção do projeto, no cálculo de cada peça estrutural e no programa de manutenção a ser estabelecido, para que os efeitos da agressão ambiental na estrutura sejam minimizados.

1.2. Comentários adicionais

Conforme introduzido no item 1.1, a questão aborda um dos temas mais relevantes para a engenharia civil: a agressividade ambiental e suas interações com as obras civis.

Sobre esse assunto, cumpre lembrar que, modernamente, a durabilidade das estruturas é um dos principais parâmetros do projeto de uma obra. Assim, cabe ao calculista de uma estrutura de concreto armado e protendido incorporar, na conceituação do projeto, os preceitos e as normas da ABNT referentes ao meio ambiente em que a obra se encontra.

141

A principal medida a ser tomada para proteger a estrutura da agressividade ambiental é a denominada espessura de cobrimento da armadura, representada por uma camada de concreto que protege as barras de aço da agressividade do ambiente (sol, chuva, CO, CO_2, NOx, sal marinho etc.). Esse cobrimento, detalhado pela NBR (Norma Brasileira) e por outras normas do exterior, depende da agressividade ambiental e do tipo de estrutura.

Exemplificando: para as classes de agressividade ambiental I (fraca), II (moderada), III (forte) e IV (muito forte), as espessuras do cobrimento são, respectivamente, 20mm, 25mm, 35mm e 45mm para lajes de concreto armado. Já para vigas e pilares de concreto armado, esses valores passam a ser 25mm, 35mm, 40mm e 50mm, respectivamente.

Vale ressaltar que o engenheiro deve estar consciente tanto da importância da agressividade ambiental nos projetos civis quanto das providências práticas a serem tomadas no projeto para assegurar a durabilidade das estruturas.

142

2. Análise da questão

A – Alternativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. As ações mecânicas atuantes, as variações volumétricas de origem térmica e a retração hidráulica que ocorrem na estrutura possibilitam a agressão, mas não afetam a agressividade do meio ambiente. A agressividade do meio é uma característica própria, independentemente de haver ou não a estrutura nele inserida.

B – Alternativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. A agressividade do meio ambiente é uma característica de cada meio, independentemente das ações físicas que atuam sobre as estruturas de concreto.

143

C – Alternativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. A agressividade do meio ambiental nas estruturas de concreto ou de suas partes está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, mas não depende de ações mecânicas, de reações volumétricas de origem térmica e nem de retração hidráulica que ocorre em toda peça estrutural de concreto.

D – Alternativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. A agressividade do meio ambiental nas estruturas de concreto está relacionada não somente às ações químicas, mas também às ações físicas características nesse meio, como a erosão causada pela chuva e pelo vento.

E – Alternativa correta.

JUSTIFICATIVA. A agressividade do meio ambiente nas estruturas de concreto ou de suas partes está relacionada às ações físicas e químicas características desse meio, independentemente de qualquer característica das estruturas contidas no meio. O que depende dos esforços internos ou externos atuantes nas peças estruturais é o efeito da agressividade, ou seja, é o grau de agressão que tal estrutura sofrerá.

144

QUESTÃO 9 – Questão 26 – Enade 2011.

Determinado elemento de alvenaria é formado pela composição principal de cal e agregados finos, com pequenas dosagens de cimento. Esse elemento possui alta resistência e é utilizado para alvenaria autoportante (estrutural) não armada, podendo, também, compor as alvenarias do tipo à vista.

Essa descrição refere-se ao

A. bloco cerâmico.
B. bloco de concreto.
C. bloco silicocalcário.
D. bloco de concreto celular.
E. bloco cerâmico para alvenaria estrutural.

145

1. Introdução teórica

Materiais. Alvenaria estrutural.

A alvenaria estrutural, armada ou não armada, constitui um dos mais tradicionais e versáteis sistemas construtivos empregado em edificações dos mais variados portes, desde as mais simples e artesanais até as mais sofisticadas e elaboradas com processos de racionalização e de industrialização.

Trata-se de um bloco fabricado com alta tecnologia, utilizando prensas e autoclaves de grande porte, o que lhe permite ter elevada precisão de dimensões e ótimo acabamento para superfícies à vista.

Ao mesmo tempo, porém, só é produzido em poucos dos grandes centros industriais do país, o que implica cuidadoso planejamento logístico para suprimento em grandes empreendimentos e quase inacessibilidade ao material para pequenos e microempreendimentos.

Os demais blocos utilizados em alvenaria estrutural, tais como os blocos de concreto e os blocos cerâmicos, por não necessitarem de tecnologia sofisticada, podem ser produzidos em qualquer lugar, muitas vezes até no próprio canteiro de grandes obras, quando a economia de escala assim o permite.

146

2. Análise da questão

A – Alternativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. Os blocos cerâmicos são compostos principalmente de material argiloso, como os tradicionais tijolos de barro maciços e as telhas cerâmicas, e não de cal, agregados finos e cimento.

B – Alternativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. Os blocos de concreto são compostos basicamente de cimento e de agregados finos, não contendo cal. Além de serem utilizados em alvenarias estruturais, armadas ou não, também podem compor alvenarias do tipo à vista.

C – Alternativa correta.

JUSTIFICATIVA. O texto do enunciado descreve as características e aplicações do bloco silicocalcário.

147

D – Alternativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. Os blocos de concreto celular são compostos de concreto, bastante plástico, tendo apenas areia como agregado, sem a utilização de cal.

E – Alternativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. Os blocos cerâmicos, tanto para alvenaria estrutural quanto para vedação, são compostos basicamente de material argiloso.

148

QUESTÃO 15 – Questão 24 – Enade 2011.

Devido aos problemas causados pela geração desordenada dos resíduos nos grandes centros urbanos, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) criou, no ano de 2002, a Resolução n.° 307, que responsabiliza o gerador pelo destino a ser dado ao seu resíduo. Uma empresa, preocupada com a destinação correta dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) gerados, encomendou um estudo para investigar se os RCDs podem ser empregados em camadas granulares de pavimentos asfálticos. A equipe contratada investigou a viabilidade técnica, econômica e ambiental do uso desse material na área da pavimentação. Ao fazer a classificação do RCD, verificou que o mesmo foi classificado como não perigoso e inerte. Ao verificar os valores de aquisição e transporte do RCD, descobriu que seus custos eram inferiores quando comparados aos dos agregados graníticos convencionalmente usados em obras rodoviárias locais.

Para realizar a análise técnica do resíduo, a empresa sugeriu ensaiar dois tipos de misturas: uma identificada como M1, constituída de uma mistura estabilizada de solo com brita convencional, e a outra identificada como M2, constituída de uma mistura do mesmo solo com RCD. A equipe resolveu estudar a viabilidade do emprego das duas misturas em camadas granulares de pavimentos à luz de métodos de dimensionamento empírico (com base nos resultados do Índice de Suporte Califórnia) e mecanístico-empírico (com base nos resultados do ensaio de Módulo de Resiliência).

149

A tabela a seguir mostra os resultados de alguns ensaios realizados com as misturas investigadas.

Tabela - Resultados dos ensaios das misturas investigadas.

Misturas	LL (%)	LP (%)	Expansão (%)	CBR (%)	$MR = k_1 \cdot s_d^{k2}$ (MPa)			$MR = k_1 \cdot s_3^{k2}$ (MPa)		
					k_1	k_2	R^2	k_1	k_2	R^2
M1	14	10	0,02	18	171,06	-0,151	0,339	351,57	0,514	0,956
M2	15	11	0,20	20	424,14	0,107	0,347	316,42	0,522	0,961

Dados:
LL = Limite de Liquidez;
LP = Limite de Plasticidade;
CBR = Índice de Suporte Califórnia;
MR = Módulo de Resiliência;
K_1 e K_2 = constantes obtidas do ensaio triaxial dinâmico;
R^2 = coeficiente de correlação;
s_d = Tensão desvio;
s_3 = Tensão de confinamento.

Considerando os resultados do programa experimental para aplicação no dimensionamento de um pavimento, analise as afirmações a seguir.

150

I. O comportamento resiliente das misturas testadas é melhor explicado pela tensão desvio.
II. Os resultados do CBR e da expansão da mistura 2 (M2) revelam que ela pode ser usada em camada de sub-base de pavimento.
III. Os resultados do CBR e da expansão da mistura 1 (M1) e da mistura 2 (M2) revelam que elas podem ser usadas em camadas de base de pavimento.
IV. No dimensionamento mecanístico-empírico, deve-se utilizar o modelo do módulo de resiliência em função da tensão de confinamento para as misturas M1 e M2.

É correto apenas o que se afirma em

A. I. B. II. C. III. D. II e IV. E. I, III e IV.

151

1. Introdução teórica

Proteção ambiental. Reuso de resíduos de construção e de demolição. Estradas. Materiais. Pavimentação.

O reaproveitamento de materiais contidos nos resíduos de construções e de demolições é um assunto cada vez mais importante no âmbito da engenharia civil, pelos danos causados ao ambiente, por sua disposição descuidada ou pelo excessivo desperdício de recursos que o seu descarte puro e simples representa.

Assim, reaproveitamento significa redução na necessidade de obtenção de material novo e, consequentemente, redução da exploração dos recursos naturais.

Uma forma de reaproveitar muitos dos resíduos sólidos é sua utilização na pavimentação de estradas, substituindo agregados como a pedra britada, tradicionalmente proveniente de rochas graníticas.

152

O dimensionamento do pavimento de uma estrada destina-se a especificar os materiais e as espessuras de cada uma das suas camadas, sub-leito, sub-base, base e revestimento, visando à determinada durabilidade. Para isso, foram desenvolvidos os métodos mencionados no enunciado: métodos empíricos (com base nos resultados do Índice de Suporte Califórnia), que se fundamentam na experiência obtida e em ensaios realizados no campo, e métodos mecanístico-empíricos (com base nos resultados do ensaio de módulo de resiliência), que se fundamentam em uma teoria de comportamento elástico do conjunto de camadas.

O Índice de Suporte Califórnia, obtido por meio do ensaio CBR (*Califórnia Bearing Ratio*), concebido pelo Departamento de Estradas da Califórnia (EUA), é a relação, em porcentagem, entre o valor da pressão necessária para dada penetração de um cilindro padronizado em uma amostra do solo e o valor da pressão necessária para a mesma penetração desse cilindro em uma camada padronizada de brita graduada.

153

Os solos são materiais compostos constituídos de partículas sólidas, de líquidos, geralmente água, e de ar, presentes nos espaços vazios existentes entre as partículas sólidas. São materiais que sofrem deformações quando submetidos a tensões, seguindo regimes similares aos demais materiais. Para tensões até certo valor, o regime é elástico, ou seja, a deformação cresce linearmente com a elevação da tensão e, retirando-se a tensão, a deformação desaparece. A partir desse valor de tensão, o regime passa a ser plástico, ou seja, a deformação cresce não mais linearmente com o aumento de tensão e não desaparece quando a tensão é removida. Finalmente, para dado valor de tensão, a deformação prossegue, crescendo até atingir a ruptura.

No entanto, para o material solo, as quantidades das fases líquida e gasosa, em relação à mesma quantidade de partículas sólidas, são variáveis; os limites entre tais regimes de deformação também são variáveis, principalmente em função do seu teor de umidade. Assim, esses limites são definidos para dada tensão.

154

Limite de liquidez (LL) é o teor de umidade acima do qual um dado solo deixa de se comportar em regime elástico e passa a se deformar em regime plástico e limite de plasticidade (LP) é o teor de umidade acima do qual esse solo atinge a ruptura, tornando-se quebradiço.

Resiliência refere-se à capacidade do material, após cessar a aplicação de uma tensão, voltar ao estado em que estava antes dessa aplicação. O módulo de resiliência, determinado em ensaios com aplicação repetida de tensão e medição dos valores das respectivas deformações recuperáveis, é definido pela relação entre a tensão efetivamente aplicada no eixo da amostra, denominada tensão desvio, ou tensão desviadora, e a deformação resiliente correspondente a certa quantidade de aplicações.

Contudo, o conhecimento desses conceitos fundamentais ainda não seria suficiente para solucionar a questão. Seria necessário, também, empregar detalhes específicos das Normas Técnicas, procedimento não recomendado, sem consulta, para profissionais especialistas na área.

O examinando teria que saber de cor que, na sub-base, é necessário CBR≥20 para qualquer tipo de tráfego, e que, na base, são necessários CBR≥40 para tráfego leve, CBR≥60 para tráfego médio e CBR≥80 para tráfego pesado, além de expansão ≤ 0,5%.

155

2. Análise da questão

I – Afirmativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. O comportamento resiliente das misturas testadas é mais bem explicado pela tensão desvio. O comportamento resiliente é característico de um material ou de uma mistura e, portanto, não é determinado nem explicado pela tensão que sobre ele é aplicada.

II – Afirmativa correta.

JUSTIFICATIVA. Os resultados do CBR e da expansão da mistura 2 (M2) revelam que ela pode ser usada em camada de sub-base de pavimento. O Índice de Suporte Califórnia, obtido com os resultados do CBR, indica capacidade de suporte da mistura M2 de 20%, igual ao valor mínimo exigido pela Norma Brasileira, e expansão de 0,2%, inferior ao valor máximo exigido.

156

III – Afirmativa incorreta.

JUSTIFICATIVA. Os resultados do CBR e da expansão da mistura 1 (M1) e da mistura 2 (M2) revelam que elas podem ser usadas em camadas de base de pavimento. O valor do CBR é inferior ao mínimo exigido pela Norma, qualquer que seja o tipo de tráfego.

IV – Afirmativa correta.

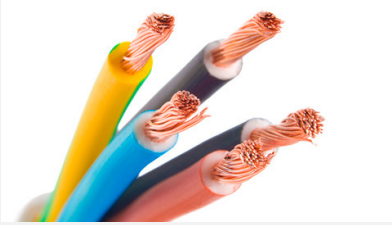
JUSTIFICATIVA. No dimensionamento mecanístico-empírico, deve-se utilizar o modelo do módulo de resiliência em função da tensão de confinamento para as misturas M1 e M2. O módulo de resiliência é função da tensão efetivamente aplicada no eixo da amostra, representada pelo valor total da tensão aplicada menos o valor da pressão hidrostática de confinamento. Trata-se de uma afirmação um pouco estranha, mas que não deixa de ser verdadeira.

Alternativa correta: D.

157

SUMÁRIO – ELÉTRICA

QUESTÃO 16



158

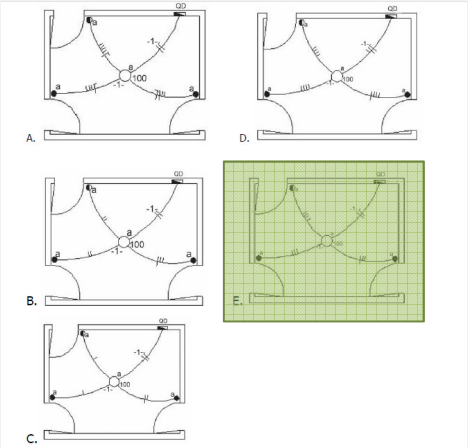
QUESTÃO 16 – Questão 18 – Enade 2011.

Em uma situação hipotética de implantação de uma obra de construção civil, foram solicitadas a um engenheiro júnior, pelo gerente do empreendimento, várias tarefas, destacando-se as relacionadas com as instalações elétricas.

Como primeira tarefa, o gerente do empreendimento solicitou que o engenheiro fizesse a distribuição elétrica da iluminação de uma das salas do escritório da obra, que se encontra com suas tubulações secas (eletrodutos e caixas sem fiação) já distribuídas e que não poderão sofrer alteração alguma ou acréscimo. O circuito é único e monofásico.

Considerando essas informações e a simbologia da norma ABNT NBR 5410, qual dos esquemas abaixo seria correto o engenheiro apresentar para o gerente, como a solução para a instalação solicitada.

159



160

1. Introdução teórica

Instalações elétricas prediais.

Engenheiros civis, de modo geral, recebem formação em instalações elétricas suficiente para o projeto e a compreensão de pequenas instalações prediais. Para as instalações maiores ou mais complexas, eles devem recorrer a engenheiros eletricistas, especialistas em tais serviços.

Os conhecimentos referem-se, basicamente, ao tipo de corrente, alternada ou contínua; ao tipo de ligação, monofásica, bifásica ou trifásica; à tensão elétrica, 127 V ou 220 V; aos condutores, à fase, ao neutro, à terra; aos dispositivos de segurança; e aos elementos de consumo e de comando, como lâmpadas, aparelhos eletrodomésticos, tomadas e interruptores.

A energia elétrica para instalações prediais é fornecida em corrente alternada, por meio de três condutores, um sem diferença de potencial com o solo, denominado neutro ou terra, e dois chamados de fases, ou vivos, que, ligados individual ou simultaneamente em um dado circuito, fornecem tensão de 127 V ou tensão de 220 V. Para ligar uma lâmpada em 127 V, por exemplo, é necessário fechar um circuito entre uma das fases e o neutro, como ilustra a figura 1.

161

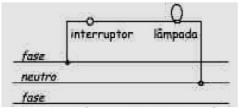


Figura 1. Circuito elétrico para ligação de uma lâmpada.

Para comandar, a partir de dois pontos distintos, uma lâmpada ligada em 127 V, são necessários dois interruptores paralelos no circuito entre uma das fases e o neutro, como ilustra a figura 2.

Figura 2. Circuito elétrico para ligação de uma lâmpada, comandado de dois pontos.

Qualquer que seja a situação do circuito em dado momento, aberto ou fechado, a comutação de qualquer um dos interruptores inverterá a situação, acendendo ou apagando a lâmpada.

162

Para comandar, a partir de três pontos distintos, uma lâmpada ligada em 127 V, são necessários dois interruptores paralelos e um interruptor intermediário no circuito entre uma das fases e o neutro, como ilustra a figura 3.

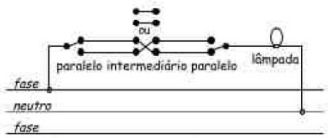


Figura 3. Circuito elétrico para ligação de uma lâmpada, comandado de três pontos.

O interruptor intermediário é substancialmente diferente do paralelo, mas, observando as posições possíveis, verifica-se que uma comutação em qualquer um dos pontos inverterá a situação do circuito.

É possível comandar a instalação de quantos pontos se desejar adicionando mais interruptores intermediários no circuito. Os condutores que interligam os interruptores são denominados retornos.

163

Para ligar uma lâmpada ou uma tomada em tensão elétrica de 220 V, deve haver ligação às duas fases.

Cada componente dos circuitos tem um símbolo específico, definido pela Norma Técnica NBR 5410, para instalações elétricas de baixa tensão, como ilustra a figura 4, muito embora outros símbolos, consagrados pelo uso, às vezes sejam empregados. Nesses casos, os desenhos devem conter legendas.

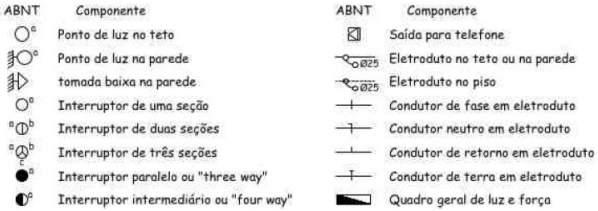


Figura 4. Alguns dos símbolos constantes da norma técnica NBR 5410.

164

2. Análise da questão

A planta da sala apresentada no enunciado contém apenas o circuito de uma lâmpada, que deve ser comandada de três interruptores distintos, um em cada porta. As lâmpadas, salvo indicação em contrário, são ligadas a uma tensão elétrica de 127 V e, portanto, a um condutor fase e a um neutro, disponíveis no quadro de distribuição (QD).

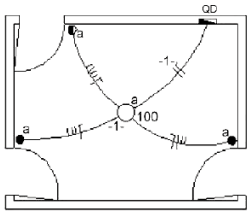
Como exposto anteriormente, um circuito para uma lâmpada deve ser ligado a uma fase e ao neutro, comandado por um ou mais interruptores. Os condutores entre interruptores são denominados retornos.

Nesse circuito, há três interruptores, sendo dois paralelos (three way) e um intermediário (four way). Assim, do quadro de distribuição para a lâmpada deve haver um condutor de fase. De um dos interruptores paralelos até o quadro de distribuição deve seguir um neutro. Desse interruptor paralelo para o interruptor intermediário deve seguir o retorno, do interruptor intermediário para o outro interruptor paralelo, outro retorno, e desse outro interruptor paralelo para a lâmpada, outro retorno.

165

A – Alternativa incorreta.

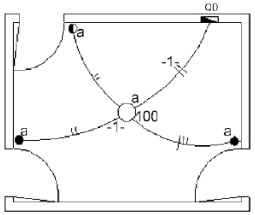
JUSTIFICATIVA. O esquema apresenta condutores neutros no interior dos eletrodutos a partir de todos os interruptores até o QD, conforme reproduzido a seguir.



166

B – Alternativa incorreta.

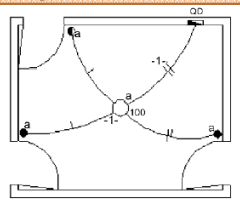
JUSTIFICATIVA. O esquema apresenta apenas dois retornos entre todos os interruptores e a lâmpada, conforme reproduzido a seguir.



167

C – Alternativa incorreta.

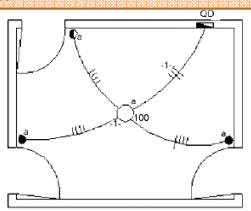
JUSTIFICATIVA. O esquema apresenta apenas um retorno partindo do primeiro interruptor paralelo, conforme reproduzido a seguir.



168

D – Alternativa incorreta.

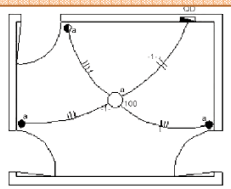
JUSTIFICATIVA. O esquema apresenta três retornos partindo do primeiro interruptor paralelo, conforme reproduzido a seguir.



169

E – Alternativa correta.

JUSTIFICATIVA. O esquema apresenta uma fase do QD até o primeiro interruptor paralelo, dois retornos desse para o interruptor intermediário, dois retornos do intermediário para o segundo interruptor paralelo, um retorno do paralelo até a lâmpada e um neutro da lâmpada para o QD, conforme reproduzido a seguir.



170