



PERITO APOSTILAS

APOSTILAS DE QUALIDADE PARA CONCURSOS PÚBLICOS

www.peritoapostilas.com.br



apec®

a apostila do engenheiro civil



PROVA RESOLVIDA DO CONCURSO 2002 DA

POLÍCIA FEDERAL

CARGO: PERITO CRIMINAL / ÁREA: ENGENHARIA CIVIL

MATERIAL PROMOCIONAL (gratuito)

Para uso pessoal, para fins didáticos

Permitida a distribuição por meio eletrônico

Proibida a exploração comercial e a alteração de seu conteúdo

Direitos Autorais Reservados para: Carlos Villela Neto

O AUTOR

Carlos Villela Neto, Engenheiro Civil (UFU, 1994). Atuou como engenheiro de estruturas ao longo de 12 anos, tendo projetado várias obras, em sua maioria obras industriais e comerciais. Atuou também na área projetos de fundações, de pisos industriais, acompanhamento da execução de obras, gerenciamento e compatibilização de projetos e projeto hidráulico. Pós-graduado em Gestão Empresarial (UFU, 2000) e em finanças empresariais (UFU, 2001). Fundou a Perito Apostilas e elaborou a **apecc®**, a 1ª apostila teórica do país para concursos públicos na área de engenharia civil.

Já prestou mais de uma dezena de concursos públicos, tendo sido aprovado:

- ☼ Classificação Concurso (Cargo / Organizadora / Edital)
- ☼ em 1º lugar no concurso da PETROBRÁS (engº civil jr./CESGRANRIO/edital 02/2010);
- ☼ em 1º lugar no concurso da INFRAERO (engº civil/FCC/edital 02/2011);
- ☼ em 1º lugar no concurso do MINISTÉRIO DA DEFESA - EXÉRCITO BRASILEIRO (engº Civil/IBFC/edital junho/2010);
- ☼ em 1º lugar no concurso do INSS (engº civil / CESPE-UnB / edital 03/2010);
- ☼ em 1º lugar no concurso do IFET (engº civil / IFTM / edital 13/2009).
- ☼ em 2º lugar no concurso da MGS (engº civil / ESPP / edital 01/2011).
- ☼ em 3º lugar no concurso da INFRAERO – nível sênior (engº civil / FCC / edital 01/2011).
- ☼ em 3º lugar no concurso da UFU (engº civil / UFU / edital 14/2009).
- ☼ em 5º lugar no concurso do TRT (engº civil / FCC / edital 01/2009).
- ☼ em 24º lugar no concurso da BR DISTRIBUIDORA (engº civil jr/ CESGRANRIO / edital 01/2010); Obs: convocado 1 ano e 4 meses após a realização das provas.
- ☼ em 26º lugar no concurso da CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (engº civil / CESPE-UnB / edital 01/2010/NS); Obs: convocado 1 ano e 7 meses após a realização das provas.

Siglas utilizadas, em ordem alfabética:

BR DISTRIBUIDORA – Petrobrás Distribuidora S.A.

CESPE / UnB – Centro de Seleção e de Promoção de Eventos / Universidade de Brasília

ESPP – Empresa de Seleção Pública e Privada;

FCC – Fundação Carlos Chagas;

IBFC – Instituto Brasileiro de Formação e Capacitação;

IFET – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro;

IFTM - Instituto Federal do Triângulo Mineiro;

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária;

INSS – Instituto Nacional do Seguro Social;

MGS – Minas Gerais Administração e Serviços S.A.;

PETROBRÁS – Petróleo Brasileiro S.A.

TRT – Tribunal Regional do Trabalho;

UFU – Universidade Federal de Uberlândia.

Prefácio (apec® – edição Polícia Federal)

A **apec®** – *a apostila do engenheiro civil* – é a **primeira apostila do país**, preparatória para concursos públicos na área específica de engenharia civil, que traz a **teoria** e é complementada com exemplos e provas resolvidas de concursos anteriores.

Esta edição* foi desenvolvida especificamente para o concurso da **Polícia Federal**, para o cargo de **Perito Criminal** – área **Engenharia Civil**, e foi desenvolvida com o objetivo de **CAPACITAR** o candidato a avaliar e resolver as questões de conhecimentos específicos deste concurso.

Elaborada a partir da análise minuciosa e criteriosa dos editais e das provas dos últimos três concursos da Polícia Federal relativos ao cargo supra-citado, todos elaborados pela organizadora CESPE/Unb, a **apec®** traz vários conceitos teóricos fundamentais de diversos temas constantes do edital e que foram cobrados com maior frequência nas últimas provas deste concurso. Traz também as duas últimas provas resolvidas e comentadas, além de vários exemplos.

Os editais das diversas organizadoras apresentam um conteúdo muito extenso, praticamente inesgotável, o que iria requerer, para uma perfeita preparação, dezenas de livros e muito tempo. A **apec®** ao abordar vários conceitos fundamentais de diversas áreas da engenharia procurou sintetizar em um único compêndio um conteúdo bastante objetivo e abrangente.

Entretanto, apesar de ser abrangente e apresentar inúmeros conceitos teóricos e exercícios resolvidos, é fundamental dizer que a **apec®** não esgota o conteúdo passível de ser cobrado na prova. É uma apostila que, somados aos conhecimentos do colega engenheiro, será de grande valia na sua preparação para o concurso. Ainda, se o candidato julgar necessário, poderá procurar bibliografias adicionais.

Nossa vasta experiência em concursos públicos proporcionou-nos conhecer as várias necessidades do candidato a concursos públicos nesta área e, associadas a um sólido embasamento teórico e uma ampla experiência profissional tornou-nos aptos a desenvolver um material que atenda às necessidades do engenheiro civil candidato em concursos públicos.

Abrangente, concisa e específica a **apec®** procurou equalizar o desafio de oferecer aos engenheiros civis candidatos a cargos públicos um material de qualidade.

Carlos Villela Neto

* As edições “**apec®** PETROBRÁS” e “**apec®** complementos POLÍCIA FEDERAL e SENADO FEDERAL” contemplam o conteúdo como acima descrito e também o conteúdo conforme descrito no prefácio da “**apec®** PETROBRÁS”.

1. PROVAS RESOLVIDAS, DE CONCURSOS ANTERIORES, DA POLÍCIA FEDERAL (CARGO: PERITO CRIMINAL – ÁREA 7 : ENGENHARIA CIVIL – CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS) — INTRODUÇÃO

Abaixo, descrevem-se algumas características gerais relativas às provas aplicadas pelo CESPE / UnB.

As questões das provas aplicadas pelo CESPE / UnB são compostas por assertivas¹ que devem ser julgadas CERTAS ou ERRADAS. Nesta situação, a probabilidade de o candidato acertar a questão é de 50%.

Entretanto, para favorecer o candidato que domina o conteúdo e ao mesmo tempo para punir aquele que “chuta”, a instituição organizadora adota o seguinte critério:

A questão que o candidato responder e acertar dar-lhe-á 1,0 ponto (um ponto positivo);

A questão que o candidato responder e errar dar-lhe-á – 1,0 ponto (um ponto negativo);

A questão que o candidato não responder dar-lhe-á 0,0 ponto (não ganha ponto, mas não recebe punição pelo erro).

Acerca deste sistema de pontuação, veja a seguinte simulação:

Numa prova com dez questões o candidato responde à todas elas, acerta 8 e erra 2 questões. Nessa situação, o candidato teve 80% de acerto, mas sua nota final percentual será de 60% [$100 \cdot (8-2)/10$]. Um candidato com nota de 80% possui grandes possibilidades de classificação, enquanto com uma nota de 60% as chances são obviamente menores.

A responsabilidade e a maneira de realizar a prova são, obviamente, do candidato, que tem o direito de fazê-la como quiser. Pretende-se aqui, apenas despertar a atenção do candidato para o impacto negativo que uma resposta errada acarreta em sua nota final.

Ainda neste contexto, alerta-se aqui o candidato para o fato de que, há algum tempo, a folha de respostas do CESPE / UnB trazia três possibilidades para marcação: C E SR (Certo, Errado e Sem Resposta). Atualmente, como em uma prova para engenheiro do INSS aplicada pelo CESPE/UNB em janeiro de 2010, a folha de respostas do CESPE / UnB traz apenas duas possibilidades: C E. Desta forma, a pontuação zero será conferida ao candidato que não fizer marcação nos campos C e E ou fizer marcação dupla nestes campos (item 10.2 do Edital nº24/2004 DGP/DPF Nacional). Julgamos esta informação de elevada relevância, pois esta informação não constou nas instruções contidas na capa da referida prova, tendo sido veiculada apenas no edital de abertura do concurso, documento nem sempre lido em sua íntegra pelos candidatos.

Reitera-se aqui, que o candidato que não quiser responder a uma determinada questão deverá, então, na folha de respostas, deixar os campos C e E em branco ou colorir ambos da referida questão.

Como cada concurso é regido por seu próprio edital, não fica o candidato dispensado da leitura do edital, visto que os regulamentos podem ser alterados. Recomendamos enfaticamente a leitura completa do edital do concurso por parte do candidato.

2. PROVA RESOLVIDA: CONCURSO 2002 NACIONAL DA POLÍCIA FEDERAL

As questões abaixo foram elaboradas por UnB / CESPE e aplicadas em 19/1/2002 no concurso para Perito da Polícia Federal – área 7 – engenharia civil, sob as siglas:

UnB / CESPE – MJ / DPF / ANP / DRS – EDITAL Nº 45/2001 – ANP/DRS de 31 out 2001.

¹ Assertiva é uma proposição afirmativa, enquanto proposição é um enunciado verbal suscetível de ser dito verdadeiro ou falso (Aurélio, 1986).

Foi permitida a reprodução desta prova para fins didáticos, desde que citada a fonte.

QUESTÃO 21

As sondagens são de fundamental importância para o projeto e a execução de obras civis. Com relação às sondagens de terrenos, julgue os seguintes itens.

21-1 As sondagens a trado são indicadas para a caracterização de areias saturadas.

Resolução e Comentários:

De maneira genérica, as sondagens a trado não são indicadas para solos saturados, pois dependendo da consistência ou compactidade do solo pode ocorrer desmoronamento da parede do furo (neste sistema não há como se encamisar o furo, nem recurso para o bombeamento da água do furo).

A NBR 9603/1986 – Sondagem a Trado – no item 5.1.10.c prescreve que a sondagem a trado deve ser dada por terminada quando ocorrerem desmoronamentos sucessivos da parede do furo.

Deve-se atentar aqui, para o fato de que o enunciado se refere a areias saturadas, mas não especifica o grau de compactidade da areia. Assim, devemos considerar a condição mais desfavorável no sentido de discordar da assertiva, pois se existir uma condição que a contradiga, esta condição tornará a assertiva incorreta.

Ainda, no caso de uma areia fofa poderia ocorrer o desmoronamento da parede, já no caso de uma areia muito compacta poderia acontecer de a perfuração a trado não conseguir vencer a resistência desta da areia.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

21-2 As sondagens por percussão fornecem um índice de resistência do solo que pode ser utilizado em estimativas de capacidade de carga de fundações.

Resolução e Comentários:

Como prescreve a NBR 6122, as sondagens de reconhecimento à percussão são indispensáveis e devem ser executadas de acordo com a NBR 6484 Solo – Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT – Método de Ensaio.

Um dos objetivos desta sondagem é a determinação de um índice de resistência do solo, o “ N_{SPT} ” ou “N” ou simplesmente SPT do solo, que pode ser utilizado para a estimativa da capacidade de carga de fundações.

O “ N_{SPT} ” corresponde ao número de golpes necessários à cravação por percussão de um amostrador padrão por um martelo de peso 65 Kgf caindo de uma altura de 75 cm. Neste ensaio, o amostrador deve penetrar 45 cm no terreno, sendo o número de golpes anotados para cada trecho de 15 cm. O valor de “ N_{SPT} ” corresponde ao número de golpes necessários à cravação do amostrador nos últimos 30 cm do ensaio.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

21-3 As sondagens rotativas são utilizadas para a amostragem de argilas e siltes saturados moles.

Resolução e Comentários:

As sondagens rotativas são destinadas à prospecção em rocha ou terrenos rochosos. São feitas utilizando-se uma ferramenta denominada barrilete, que contém em sua base uma coroa com

brocas de diamante ou tungstênio, as quais permitem o corte e a retirada de amostras cilíndricas da rocha. Estas amostras cilíndricas são denominadas testemunhos.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

21-4 As sondagens mistas são aquelas em que, em um mesmo furo, se executam sondagens por percussão e sondagens rotativas.

Resolução e Comentários:

As sondagens mistas são as que combinam o equipamento de sondagem à percussão (SPT) com o equipamento de sondagem rotativa.

Inicialmente, executa-se a sondagem à percussão até atingir a rocha e, em seguida, continua-se a prospecção na rocha através da sondagem rotativa.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

21-5 As sondagens por percussão permitem a obtenção de amostras indeformadas de solo.

Resolução e Comentários:

Amostras indeformadas são as obtidas de forma a preservar ao máximo as características do estado natural do solo. Estas amostras podem ser retiradas através de poços de inspeção, ou utilizando-se amostradores especiais como o *Shelby* ou o *Dension*.

Amostradores *Shelby* são adequados para a retirada de solos de baixa consistência. A perfuração é feita com o auxílio do equipamento de sondagem a percussão, porém o amostrador é cravado estaticamente (prensado). Os diâmetros mais utilizados são os de 4” e de 3”.

Esta questão (21-5) teve seu gabarito alterado, de errado para certo.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

QUESTÃO 22

Em vista dos diversos tipos de situações possíveis e de fundações usuais para prédios residenciais, julgue os itens abaixo.

22-1 As fundações em sapatas só podem ser utilizadas no caso de o nível d’água freático estar localizado a grande profundidade.

Resolução e Comentários:

O fator fundamental a ser considerado ao se utilizar uma fundação em sapata (fundação superficial ou direta) é a pressão admissível do terreno.

Não consta na NBR 6122 – Projeto e Execução de Fundações – prescrição que diga que na execução de fundações superficiais o nível freático deva estar a grande, média ou pequena profundidade relativamente à cota de apoio da sapata. A afirmação da assertiva 22-1 é, portanto, descabida.

A presença do lençol freático é um dos fatores que devem ser levados em consideração na determinação da pressão admissível. Deve-se ainda ter em mente que a ocorrência de água superficial representa um agente dificultador da execução de uma fundação em sapata.

Aproveita-se aqui para mencionar que a NBR 6122 em seu item 6.2.2.4 – Solos Colapsíveis – recomenda, a princípio, que não se utilizem fundações superficiais nos solos colapsíveis, que são solos com elevada porosidade não saturados, cujo colapso possa advir pelo encharcamento do solo.

Caso o projetista opte pela adoção de uma fundação superficial assente sobre um solo colapsível, o mesmo deverá efetuar estudos considerando-se as tensões a serem aplicadas no solo, a possibilidade de encharcamento e a realização de ensaios oedométricos com encharcamento do solo.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

22-2 As fundações em tubulões podem ser indicadas no caso de presença de camadas superficiais de solos moles ou compressíveis com pequena espessura assente sobre camadas resistentes.

Resolução e Comentários:

Os tubulões são um elemento de fundação profunda, de fuste cilíndrico, em que pelo menos na sua etapa final há descida de operário.

Os tubulões transmitem a carga ao terreno essencialmente pela base, e devem, portanto, ser assente sobre camadas resistentes. As bases são usualmente alargadas e sua área definida pela relação $A_b = P / \sigma$, onde A_b = área da base do tubulão; P = carga atuante; σ = tensão admissível do solo.

Os tubulões são elementos de elevados peso próprio e consumo de concreto. Desta forma, caso a camada resistente esteja a elevada profundidade, estes aspectos podem inviabilizar a solução das fundações em tubulões. Uma análise de viabilidade da solução de uma fundação deve envolver aspectos como eficácia e custo das soluções disponíveis.

A situação apresentada na assertiva 22-2 é, pode-se dizer, a ideal para a adoção da solução das fundações em tubulões, pois tem-se uma cota de apoio (camada resistente) para os mesmos próxima à superfície do terreno.

Caso o terreno seja muito mole, o fuste do tubulão deverá ser encamisado, para impedir o desmoronamento da parede do fuste. O “encamisamento” consiste na colocação de manilhas de concreto ou anéis circulares de chapas de aço, que vão sendo introduzidos no furo à medida que se efetua a escavação.

Pode-se ainda ter a solução de tubulões a ar comprimido (pneumático), solução esta utilizada quando a cota de apoio do tubulão se encontra abaixo do N.A. (nível da água) e o terreno for permeável.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

22-3 As estacas do tipo Franki são indicadas no caso de terrenos de fundação arenosos, compactos, como forma de minimizar os efeitos das vibrações do terreno sobre construções vizinhas, antigas ou em mau estado de conservação, durante o processo de execução da fundação.

Resolução e Comentários:

As estacas tipo Franki provocam elevada vibração durante sua cravação, que se dá por percussão. O impacto exercido no momento da cravação será ainda mais expressivo ao incidir sobre um terreno arenoso compacto, que tem a capacidade de transmitir o impacto às edificações vizinhas, que, sendo antigas ou em mau estado de conservação, conforme descrito no enunciado da questão, poderão sofrer avarias.

Desta forma, nas condições apresentadas, estacas tipo Franki não são indicadas.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

22-4 As fundações em baldrame poderiam ser utilizadas em solos resistentes, como forma de distribuir para o terreno as cargas de pilares periféricos da construção.

Resolução e Comentários:

Vigas de fundação (fundações em baldrame) são elementos de fundação superficial comum a vários pilares os quais, em planta, estejam situados no mesmo alinhamento, tais como os pilares periféricos da construção.

O fato de o terreno ser resistente, conforme menciona o enunciado, viabiliza a utilização deste tipo de fundação superficial.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

22-5 Na possibilidade de utilização de fundação direta em solo compressível, a fundação em radier pode ser mais vantajosa que a em sapatas individuais, por minimizar os efeitos de recalques diferenciais entre elementos de fundação.

Resolução e Comentários:

Inicialmente, expõem-se as seguintes definições:

. Sapata: elemento de fundação superficial de concreto armado que transmite ao terreno o carregamento, usualmente, de um único pilar;

. Sapata Associada (ou radier parcial): é uma sapata comum a vários pilares cujos centros, em planta, não se encontram em um mesmo alinhamento;

. Radier: “elemento de fundação superficial que abrange todos os pilares da obra ou carregamentos distribuídos (como por exemplo, tanques, depósitos, silos, etc.).”

Considerando-se a adoção de fundações superficiais em solos compressíveis, a solução com sapatas individuais é mais suscetível à ocorrência de recalques diferenciais do que a solução em radier.

O radier, sendo um elemento único de fundação e devido à sua rigidez, é mais vantajoso na situação apresentada, pois tem a capacidade de uniformizar os recalques (minimizar os recalques diferenciais) através de uma distribuição mais homogênea das tensões no solo.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

QUESTÃO 23

A seleção e o controle tecnológico apropriado de materiais de construção e a execução cuidadosa da obra garantem o bom desempenho da construção ao longo da sua vida útil. Com relação à execução de obras civis e a materiais de construção, julgue os itens subseqüentes.

23-1 O filler é um agregado graúdo utilizado na preparação de concretos, cujos grãos ficam retidos na peneira nº 200.

Resolução e Comentários:

Filer é uma adição mineral de grande finura sem atividade química.

Os agregados graúdos utilizados na preparação de concretos correspondem aos grãos que passam pela peneira com abertura de malha 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha 4,75 mm, conforme prescreve a ABNT NBR 7211.

Os agregados miúdos utilizados na preparação de concretos correspondem aos grãos que passam pela peneira com abertura de malha 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha 150 µm (nº 200), conforme prescreve a ABNT NBR 7211.

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

23-2 O processo de inchamento de areias é maior para areias mais finas, com maior área específica.

Resolução e Comentários:

Denomina-se inchamento ao aumento do volume aparente da areia seca ao absorver água. Quando a areia absorve umidade, forma-se uma película de água em torno dos seus grãos, o que provoca o afastamento desses grãos, com conseqüente aumento de volume.

Conforme mencionado no item 5.2.2.5 da **apec®** - a apostila do engenheiro civil, chama-se coeficiente de inchamento, à umidade “h”, a relação entre o volume de areia úmida e o volume de areia seca: $I(h) = V_h/V_s$.

Sendo a areia mais fina, esta terá maior superfície específica e, portanto, maior capacidade de absorção, o que acarretará num maior inchamento.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

23-3 O traço indicado para a confecção de argamassa para assentamento de tijolos é 1:4:3,5.

Resolução e Comentários:

Para o assentamento de tijolos, é corrente o uso de argamassas de traço 1:2:8 (C:Cal:A) – (Ribeiro *et all*, 2002).

Observe-se que o traço apresentado em “23-3” contém maior quantidade de aglomerante do que de agredado, o que não é usual e é anti-econômico.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

23-4 Para a execução de chapisco, é necessário o preparo de argamassa composta por cimento e areia fina, com consistência plástica.

Resolução e Comentários:

Os revestimentos em argamassa são compostos usualmente por 3 camadas, quais sejam: chapisco, emboço e reboco.

Para o chapisco é usual o traço 1:3 (C:A), este deve apresentar superfície áspera e irregular para o qual se utilizam areia média ou grossa. O chapisco é aplicado sobre o concreto ou alvenaria e é a base para o emboço.

Para o emboço é usual o traço 1:2:8 (C:Cal:A), este deve apresentar superfície áspera e regular. É aplicado sobre o chapisco e é uma camada de regularização, a base para aplicação do reboco.

Para o reboco é usual o traço 1:2:9 (C:Cal:A), este deve apresentar superfície lisa. É a camada de acabamento do revestimento em argamassa.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

23-5 Os cimbramentos constituem a parte estrutural de suporte das formas, em que escoras de madeira ou metálicas transmitem a carga para apoios disponíveis em nível inferior.

Resolução e Comentários:

Denomina-se cimbramento a parte estrutural de suporte das formas. As escoras de um cimbramento podem ser metálicas ou de madeira e, em sua parte inferior possuem apoios que se destinam a transmitir adequadamente a carga ao solo.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

QUESTÃO 24

Julgue os itens seguintes, relativos a materiais de proteção e acabamento de superfícies.

24-1 O selador é uma solução química que visa reduzir e uniformizar a absorção inútil e excessiva da superfície.

Resolução e Comentários:

Um sistema de pintura pode ser constituído de diversas camadas, dependendo das condições do substrato sobre o qual será aplicada a tinta, da agressividade do meio ambiente, do tipo de tinta, do acabamento, da durabilidade e resistência desejados, dentre outros.

Genericamente, os sistemas de pintura podem ser constituídos por três camadas, quais sejam: fundo, intermediário e acabamento. Pode-se ter, ainda, uma camada de “fundo preparador”, caso as condições do substrato o requeiram.

Abaixo, descrevem-se as principais características das camadas de um sistema de pintura sobre reboco, conforme escopo da questão apresentada.

. *Fundo Preparador de Paredes*: é destinado a promover a coesão de partículas soltas do substrato (substrato pulverulento). Pode ter também a função de promover a adequação química do substrato (base e ácido) ao tipo de tinta a ser aplicado.

. *Selador ou Fundo*: é utilizado para diminuir a porosidade do substrato, de forma a uniformizar a absorção da tinta, reduzindo a absorção excessiva e inútil da superfície. Pode-se utilizar uma ou mais demãos, devendo a segunda demão ser aplicada após a secagem da primeira, cujo tempo usual é de 3 a 4 horas. O fundo, quando aplicado sobre substratos metálicos é denominado *primer*.

. *Massa*: é destinada a corrigir as irregularidades da superfície selada e a tornar a superfície suficientemente lisa. Deve ser aplicada em camadas finas e uniformes para que não ocorram fissuras ou reentrâncias.

. *Tinta de Acabamento*: é o acabamento do sistema de pintura, que corresponde à aplicação da “tinta”, aqui denominada tinta de acabamento. A tinta deve possuir as propriedades adequadas ao fim a que se destina, tais como resistência, durabilidade, cor, etc.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

24-2 Com o emassado, fecham-se rachaduras e buracos menores que ficam na superfície e que só aparecem após a demão do selador.

Resolução e Comentários:

Conforme mencionado no item anterior, no qual foram citadas as principais características das camadas constituintes de um sistema de pintura, o emassado (ou massa) é aplicado sobre a superfície selada e tem como objetivo corrigir as irregularidades da superfície selada, tais como defeitos, rachaduras e buracos menores (Yazigi, 2007), e tornar a superfície lisa para aplicação da tinta.

O emassado é um produto altamente pigmentado; após sua aplicação recomenda-se lixar a superfície. Quando necessário a aplicação de duas demãos, o tempo usual para secagem é de 2 a 3 horas.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

24-3 Aparelhar a base de uma superfície significa mudar as suas condições, visando aumentar a sua rugosidade.

Resolução e Comentários:

No contexto de acabamento de superfícies, aparelhar uma base ou simplesmente “aparelhar” corresponde a um conjunto de operações destinadas a regularizar e preparar superfícies para o recebimento da primeira demão ou tinta de acabamento.

Para se aparelhar uma superfície são utilizados procedimentos como lixar e/ou a aplicação de massa de aparelhar.

O aparelhamento visa, portanto, à redução da rugosidade da superfície e *não* ao seu aumento.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

24-4 Os esmaltes são obtidos a partir da mistura de pigmentos aos vernizes e lacas, resultando uma tinta caracterizada por formar uma película excepcionalmente lisa.

Resolução e Comentários:

Conforme definição apresentada por Bauer (1994), “os esmaltes são obtidos adicionando-se pigmentos aos vernizes ou às lacas, resultando uma tinta caracterizada pela capacidade de formar um filme excepcionalmente liso.”

Esta questão (24-4) teve seu gabarito alterado, de certo para errado.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

24-5 Peças metálicas, após a limpeza, devem receber a seguinte sequência de demãos: fundo antióxido, fundo mate, emassado e, finalmente, selador.

Resolução e Comentários:

De acordo com Bauer (1994), após a limpeza da peça metálica, ou de um tratamento fosfatizante ou passivante, devem-se aplicar as seguintes demãos:

- . Fundo antióxido de ancoragem (zarcão, cromato de zinco);
- . Selador;
- . Emassado;
- . Fundo Mate.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

QUESTÃO 25

As características de compressibilidade e resistência ao cisalhamento do solo são de fundamental importância para diversas obras civis.

Com relação às implicações de propriedades dos solos no comportamento de obras, julgue os itens a seguir.

25-1 Quanto maior o coeficiente de adensamento de uma camada de argila saturada, menor é o tempo necessário para que ela atinja uma determinada percentagem de adensamento sob o efeito de carregamento superficial.

Resolução e Comentários:

Submetida a um carregamento superficial, uma camada de argila saturada tenderá a se adensar.

O adensamento é um fenômeno no qual um solo saturado submetido a um carregamento sofre uma redução de seu índice de vazios decorrente da expulsão da água intersticial.

O fenômeno é geralmente lento, devido à baixa permeabilidade das argilas. À medida que ele ocorre, verifica-se um recalque ou adensamento da camada. A relação entre o recalque ε verificado na camada num instante “t” e o recalque total ε_f é definido como grau de adensamento U_z : $U_z = \varepsilon / \varepsilon_f$.

O fenômeno do adensamento é explicado pela Teoria do Adensamento Unidimensional de Terzaghi, pela qual se obtém, pela integração da equação fundamental do adensamento as seguintes expressões para o grau de adensamento e para o fator tempo, respectivamente:

$$U_z = 1 - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{2}{M} \left(\text{sen} \frac{M \cdot z}{H_d} \right) \cdot e^{-M^2 \cdot T}$$

$$T = \frac{c_v \cdot t}{H_d^2}$$

onde:

$M = (\pi/2) \cdot (2 \cdot m + 1)$, sendo “m” um número inteiro;

T = fator tempo;

t = tempo;

C_v = coeficiente de adensamento;

H_d = altura de drenagem;

z = profundidade;

U_z = grau de adensamento na profundidade “z”.

Analisando-se a última equação e isolando-se o tempo, tem-se: $t = T \cdot H_d / C_v$. Nesta, verifica-se que, para um mesmo fator tempo, se a camada possuir um maior coeficiente de adensamento, este se dará num tempo menor.

Analisando a primeira equação e substituindo nesta o termo “T”, verifica-se que para um maior coeficiente de adensamento e uma determinada porcentagem de adensamento, menor será o tempo necessário para que a camada atinja esta determinada porcentagem.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

25-2 Quanto menor o ângulo de atrito de um solo, menor é o empuxo de terra que uma camada desse solo exercerá sobre uma estrutura de contenção.

Resolução e Comentários:

Admitindo-se que a referida estrutura de contenção admita um deslocamento que permita a expansão lateral do solo (vide item 2.1.3 da [apec® - a apostila do engenheiro civil](#)), o empuxo de terra atuante no muro, segundo a teoria de Coulomb, para um solo não coesivo, terrapleno horizontal, e desprezando-se o atrito entre o solo e o muro, é dado pela expressão $E_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a$, onde:

E_a = empuxo ativo;

γ = peso específico do solo;

H = altura de terra que contribui para o empuxo;

K_a = coeficiente de empuxo ativo.

A figura abaixo ilustra o diagrama de pressões (triangular) e o ponto de aplicação do empuxo (no C.G. do triângulo, ou seja, a $H/3$ da base).

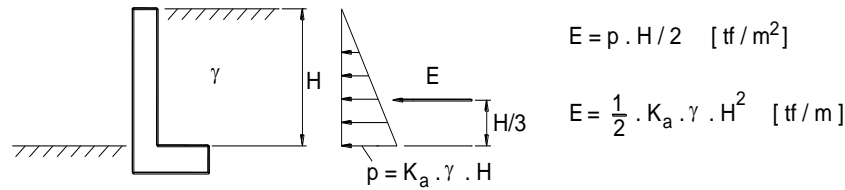


Fig. 14.2.1

Por sua vez, o coeficiente de empuxo ativo vale: $K_a = \text{tg}^2(45^\circ - \phi/2)$, onde ϕ é o ângulo de atrito interno do solo. Analisando esta expressão, verifica-se que quanto menor for o ângulo de atrito interno do solo, maior será o empuxo de terra que a camada irá exercer sobre o muro de contenção, pois para os valores usuais de ϕ tem-se $1 < \text{tg}^2(45^\circ - \phi/2) < 0$, com esta função tangente tendendo para 1 quando o ângulo ϕ tende para zero ($\text{tg}(45^\circ) = 1$ e $\text{tg}(0^\circ) = 0$).

Caso o solo seja coesivo, a expressão do empuxo ativo passa a levar em conta o efeito da coesão 'c', e esta expressão passa a ser:

$$E_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \phi/2) - 2 \cdot c \cdot H \cdot \text{tg}(45^\circ - \phi/2).$$

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

25-3 Se um aterro é construído rapidamente sobre uma camada de argila mole saturada até a sua ruptura, as poropressões aumentam durante o carregamento e, sob tais condições, o ângulo de atrito efetivo da argila é nulo.

Resolução e Comentários:

Inicialmente, interpretando-se o enunciado, deve-se concluir que:

- . O aterro representa um carregamento, o qual é aplicado rapidamente;
- . As argilas possuem, em regra, baixa permeabilidade;
- . Ao se dizer que um carregamento foi aplicado rapidamente sobre uma argila saturada, quer se dizer que não houve tempo para a dissipação das pressões neutras "u", em decorrência da baixa permeabilidade das argilas;
- . Ao se aplicar um rápido acréscimo de tensão sobre uma argila saturada, este acréscimo de tensão, conforme a Teoria do Adensamento de Terzaghi, é inteiramente resistido pela água, e o acréscimo de tensão é igual ao acréscimo das pressões neutras (poropressões);
- . Afirmou-se no enunciado que o carregamento (aterro) foi efetuado até a ruptura da argila saturada, que se deu pelo acréscimo das poropressões, reafirmando, assim, que não ocorreu drenagem.

A resistência ao cisalhamento de uma argila, em termos de tensões efetivas é representada pela equação $\tau = c' + (\sigma - u) \cdot \text{tg} \phi'$, onde:

τ = resistência ao cisalhamento da argila;

c' = coesão efetiva;

ϕ' = ângulo de atrito interno efetivo;

σ = pressão total;

u = pressão neutra;

e sendo $\sigma' = \sigma - u$ = pressão efetiva.

O aterro construído rapidamente sobre a camada de argila mole saturada provoca o aparecimento de pressões neutras. Estas pressões neutras (positivas) reduzem a pressão efetiva atuante na argila que, por sua vez, acarretam a diminuição de sua resistência ao cisalhamento.

O comportamento de um solo, em termos de resistência e deformações, é determinado pelas tensões efetivas atuantes. Quando ocorre a ruptura, conclui-se que a tensão atuante superou a tensão resistente (tensão de cisalhamento do solo) e não que o ângulo de atrito interno se anulou.

O ângulo de atrito interno, de acordo com Vargas (1977) é uma característica intrínseca do material e, para as argilas, o seu valor está compreendido entre 20° e 30°.

Obs: O comportamento das argilas saturadas, quanto à resistência ao cisalhamento, difere caso a argila seja normalmente adensada ou seja pré-adensada. Para argilas sobre-adensadas com elevada razão de sobre-adensamento ($RSA > 4$), verifica-se o desenvolvimento de pressões neutras negativas, com conseqüente aumento das pressões efetivas e da resistência (Sousa Pinto, 2002).

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

25-4 Uma areia compacta tende a dilatar quando cisalhada, o que faz que a curva tensão cisalhante versus deslocamento cisalhante apresente um pico em ensaios de cisalhamento direto sob baixas tensões normais.

Resolução e Comentários:

As curvas tensão \times deformação para areias densas e fofas, obtidas através de ensaio de cisalhamento direto, estão representadas na figura abaixo.

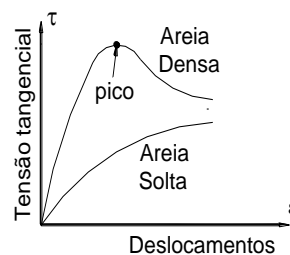


Fig. 14.2.2 (Adaptado de Terzaghi e Peck, 1958)

De acordo com Vargas (1977:330), o pico de tensão cisalhante no momento da ruptura de areias densas deve-se ao fato de surgirem forças capilares que irão atuar como pressões neutras negativas, aumentando assim, a tensão efetiva.

A ruptura só ocorrerá se este pico for ultrapassado.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

25-5 Um solo não-saturado pode ter sua resistência ao cisalhamento diminuída com a redução da sucção.

Resolução e Comentários:

A resistência ao cisalhamento dos solos, em termos de pressões efetivas, é dada pela expressão: $\tau = c' + (\sigma - u) \cdot \text{tg } \phi'$, sendo $(\sigma - u) = \sigma'$ = tensão normal efetiva.

A pressão de sucção equivale a uma pressão neutra negativa ($-u$), que desta forma atua no sentido de aproximar as partículas do solo, aumentando assim, a tensão efetiva.

Com o aumento da tensão normal efetiva σ' tem-se, conseqüentemente, o aumento da parcela da resistência do solo devido ao atrito entre as partículas ($\sigma' \cdot \text{tg } \phi'$), que é a parcela mais expressiva da resistência ao cisalhamento dos solos.

Assim, a redução da sucção irá reduzir a pressão efetiva normal σ' e conseqüentemente a resistência ao cisalhamento τ .

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

QUESTÃO 26

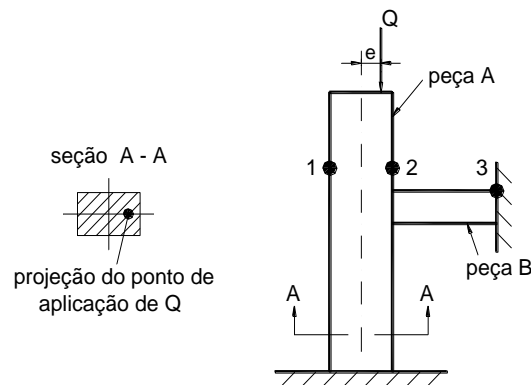


Fig. 14.2.3

Com base na situação de carregamento do pilar apresentado na figura acima, julgue os itens que se seguem.

Resolução e Comentários:

A figura apresentada mostra um pilar de seção retangular engastado em sua base e com uma haste lateral de contraventamento em certo ponto de sua altura. A haste horizontal, por sua vez, possui um apoio do terceiro gênero (engaste) em sua extremidade direita.

Com 2 engastes, o número de reações incógnitas (6) supera o número de equações da estática para estruturas planas (3), sendo, portanto, a estrutura hiperestática. Lembre-se, entretanto, que para a determinação da estaticidade da estrutura a “palavra final” deve ser dada após uma análise qualitativa da mesma, na qual deve-se verificar se não há algum trecho da estrutura que possua deslocamentos livres (estrutura hipostática). Neste caso, a estrutura apresentada não possui deslocamentos livres e é, de fato, hiperestática. Analiticamente tem-se: $g = 3b - Re - Ri$
 $\rightarrow g = 3 \cdot 2 - 6 - 3 \rightarrow g = -3 \rightarrow g < 0 \rightarrow$ estrutura hiperestática.

Verifique que o carregamento vertical Q atuante no topo do pilar está aplicado com uma excentricidade ‘ e ’ relativamente a um dos eixos de inércia do pilar, conforme a figura apresentada, estando assim o pilar submetido a flexão composta.

Isto se deve porque uma carga excêntrica produz um momento em torno do eixo do qual se apresenta excêntrica. Analiticamente, para se ter o efeito da carga relativamente ao C.G. da seção, transfere-se a carga para o C.G. adicionando-se à seção os seus efeitos (na figura 14.2.4.a é mostrada a carga Q excêntrica aplicada na peça e na figura 14.2.4.b esta carga é transferida para o C.G. da seção, sendo aí denominada Q' e tendo sido acrescido o seu efeito relativamente ao C.G., que é o momento M). Neste caso, a carga Q produz, relativamente ao C.G. um momento fletor de valor $M = Q \cdot e$, com giro no sentido horário, conforme se depreende da figura 14.2.3.

26-1 Quanto maior o valor de e , maior a possibilidade de flambagem da peça A.

Resolução e Comentários:

Peças comprimidas estão sujeitas ao fenômeno da flambagem, que corresponde à perda de estabilidade da peça sob a ação de uma força de compressão.

A carga de compressão quando aplicada excêntrica provoca uma deflexão no pilar, que crescerá com a carga P de maneira não linear, atuando no sentido desfavorável ao equilíbrio da estrutura. Quanto maior o valor da excentricidade inicial, maior será a possibilidade de flambagem da peça A (da aplicação de um momento decorre uma curvatura no pilar, o que

causará a ocorrência de efeitos de segunda ordem, aumentando a possibilidade de flambagem do pilar – vide fig. 8.2.19).

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

26-2 Quanto maior a rigidez da peça B, menor a possibilidade de flambagem da peça A.

Resolução e Comentários:

A peça B (haste de contraventamento) além de reduzir o comprimento de flambagem da peça A (pilar), tem a capacidade de absorver uma parcela do momento atuante no pilar ($M=Q.e$), pois está conectada ao mesmo.

Esta haste absorverá tanto mais momento quanto maior for a sua rigidez.

Ao se reduzir o momento do pilar, tem-se reduzida a sua excentricidade, tornando, assim, menor a possibilidade de sua flambagem.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

26-3 Para a situação de carregamento apresentada na figura, desprezando-se o peso da peça A, a tensão vertical no ponto 1, na face lateral da peça, será sempre de compressão.

Resolução e Comentários:

Num ponto imediatamente acima da intersecção da peça A com a peça B, como a seção 1-2 (fig. 14.2.4.a) tem-se um trecho da estrutura em balanço, que é isostático. Assim, para fins de análise, pode-se e deve-se sectionar a estrutura acima deste ponto (fig. 14.2.4.b).

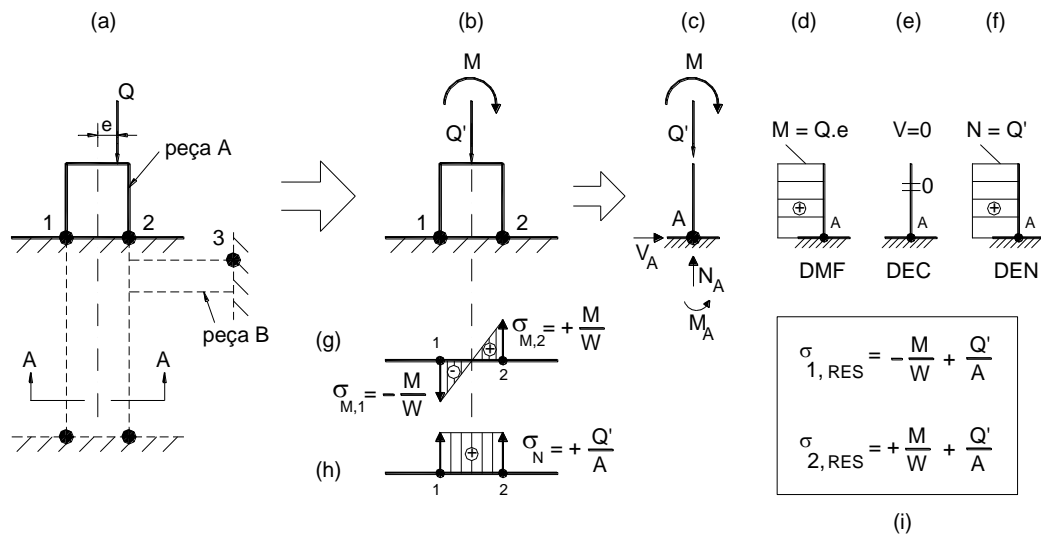


Fig. 14.2.4

Transferindo-se a carga Q para o C.G. do pilar e adicionando o seu efeito (em relação ao C.G. — fig. 14.2.4.b), verifica-se que o pilar está submetido a dois carregamentos (Q' e M). Assim, devem-se calcular os esforços devidos a estes carregamentos na seção 1-2 e, em seguida, as tensões que cada um destes carregamentos produz nesta seção, nos pontos de interesse (pontos 1 e 2), para que se possa analisar a assertiva. A figura 14.2 mostra o esquema estrutural em questão representando a estrutura por seu eixo, assim como os carregamentos atuantes e os esforços seccionais (M_A , V_A e N_A) a serem determinados. O cálculo destes esforços seccionais é elementar e, para fazê-lo basta que se utilizem as equações universais da estática $\sum M = 0$, $\sum V = 0$ e $\sum N = 0$.

— Cálculo dos Esforços Seccionais:

$$\sum M_A = 0 \rightarrow M_A = M \quad ; \quad \sum V_A = 0 \rightarrow V_A = 0 \quad ; \quad \sum N_A = 0 \rightarrow N_A = Q'$$

A carga Q' produzirá nos pontos 1 e 2 tensões normais de compressão $\sigma_N = Q'/A$ (fig. 14.2.4.g), enquanto o momento M produzirá nos pontos 1 e 2 as tensões normais de flexão $\sigma_{M,1} = - M / W$ e $\sigma_{M,2} = + M / W$ (fig. 14.2.4.h), cujos sentidos estão indicados nestas figuras.

Verifique que o sentido do giro de M atua de forma a tracionar as fibras da região 1 e a comprimir as fibras da região 2.

Desta forma, as tensões resultantes no ponto 1 são a soma de uma tensão positiva com uma tensão negativa: $\sigma_{1,RES} = - M / W + Q'/A$. Consequentemente o sinal de $\sigma_{1,RES}$ dependerá dos módulos de M e Q' e da geometria da peça, de forma que esta tensão *poderá ser* de compressão, mas não se pode afirmar que *será sempre* de compressão.

A esta conclusão poderia se chegar analisando-se o problema vetorialmente, através das figuras 14.2.4.g e h. Como a tensão resultante no ponto 1 envolve a soma de dois vetores de sentidos opostos, o sentido final do esforço dependerá dos módulos envolvidos.

Como esta questão foi resolvida detalhadamente, poder-se-ia ter a impressão de que seja uma questão longa e complexa. Para desfazer este possível equívoco, apresenta-se a seguir, passo a passo, a solução da questão, para que o candidato se certifique de que a sua resolução é rápida e simples, e pode ser resolvida no tempo destinado a uma questão de concurso público. Segue a resolução em resumo:

. Seccionar a estrutura na seção 1-2, verificar que este trecho é isostático e montagem de diagrama como os das figuras 14.2.4.b e c;

. Cálculo esforços: $\sum M_A = 0 \rightarrow M_A = M$; $\sum V_A = 0 \rightarrow V_A = 0$; $\sum N_A = 0 \rightarrow N_A = Q'$;

. Verificação de que atuam na seção os esforços M e Q' ;

. Cálculo das tensões devido a M e Q' : $\sigma_{M,1} = - M / W$, $\sigma_{M,2} = + M / W$ e $\sigma_N = Q'/A$;

. Cálculo da tensão resultante no ponto 1: $\sigma_{1,RES} = - M / W + Q'/A$ (este cálculo e os do item anterior poderiam ser substituídos pelo traçado dos diagramas como os das figuras 14.2.4.g e h e pela análise vetorial do problema).

Obs: não era necessário o traçado dos diagramas de esforços apresentados nas figuras 14.2.4.d, e, f, que foram aqui apresentados a título de complemento.

Nota: estes cálculos elucidam as assertivas 26-3 e 26-4.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

26-4 Para as condições e posição do carregamento apresentado na figura, independentemente do peso da peça A, a tensão vertical no ponto 2, na face lateral da peça, será de compressão.

Resolução e Comentários:

Valendo-se da análise efetuada no item anterior (26-3) e da figura 14.2.4, verifica-se que como Q' e M provocam no ponto 2 tensões de mesmo sentido e que estas são de compressão, ou seja, a tensão resultante no ponto 2 é dada pela soma de duas tensões de compressão, conclui-se que a tensão normal σ resultante será, neste ponto, sempre de compressão (fig. 14.2.4.i).

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

26-5 Caso o apoio na base da peça A ceda verticalmente, o acréscimo de tensão horizontal provocado na peça B, no ponto 3, será de tração.

Resolução e Comentários:

O diagrama de momentos fletores para um recalque de apoio da peça A está indicado na figura abaixo.

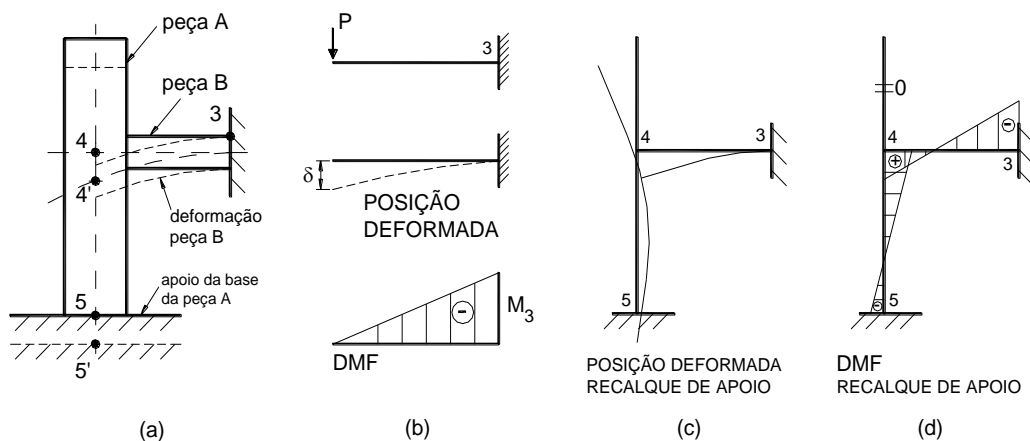


Fig. 14.2.5

Como se trata de uma estrutura hiperestática, o cálculo manual exato desta estrutura demandaria um longo tempo, que certamente não seria compatível com o disponibilizado numa questão de concurso público.

Entretanto, verifica-se, conforme figura 14.2.5.a, que, sofrendo a peça um recalque em seu apoio, o ponto I, intersecção da peça A com a peça B, também sofrerá um deslocamento vertical de cima para baixo, passando a ter uma posição deformada como a indicada nesta figura. Observa-se nesta, que a haste fica numa posição deformada semelhante a de uma viga em balanço, conforme ilustra a figura 14.2.5.b.

Nesta configuração, a haste está submetida a um momento fletor negativo (que traciona as fibras superiores), sendo, portanto, a tensão no ponto 3, devida a um recalque do apoio do pilar, de tração.

Optamos por resolver esta questão utilizando-se essa analogia, por acreditar que era este o raciocínio exigido pelo examinador nesta questão.

Nas figuras 14.2.5.c e 14.2.5.d são mostradas, respectivamente, a posição deformada e o diagrama de momentos fletores para um recalque de apoio arbitrário.

Observe-se que, nesta assertiva, a única ação a ser considerada na estrutura é o recalque de seu apoio.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

QUESTÃO 27

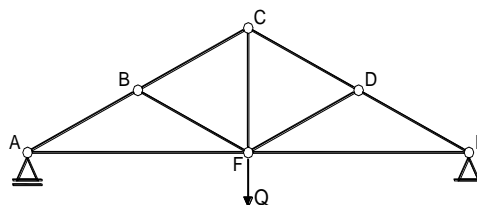


Fig. 14.2.6

Considerando a treliça plana reticulada, simétrica em relação ao eixo vertical que passa pelo trecho CF e submetida ao carregamento Q como indicado na figura acima, julgue os itens a seguir.

Resolução e Comentários:

Inicialmente, numa questão referente a uma treliça plana, o candidato ao ler a questão deve atentar para os seguintes aspectos:

- . Verificar se a treliça é isostática;
- . Verificar em quais e quantas barras se está pedindo os esforços;
- . Verificar se para o cálculo dos esforços pedidos é necessário o cálculo das reações de apoio;
- . Verificar se está sendo pedido o módulo dos esforços, ou apenas o seu sentido (se de tração ou compressão).
- . Verificar se foram fornecidos os valores relativos à geometria da treliça. Caso não tenham sido fornecidos, estes valores deverão ser arbitrados.

Esta interpretação inicial do enunciado é útil para se definir o procedimento de como resolver a questão de forma mais rápida. A seguir, ao longo da resolução desta questão, comentar-se-á cada item acima mencionado de forma a elucidar ao candidato o significado destes itens, e os procedimentos a serem adotados em cada caso.

. Verificação da isostaticidade: uma treliça plana com um apoio de 1º gênero e outro de 2º gênero formada a partir de triângulos simples será uma treliça isostática. A verificação analítica é feita através da relação entre $(b + 3)$ e $2.n$, onde 'b' é o número de barras, 'n' é o número de nós e 3 é o número de equações da estática para uma estrutura plana. A estrutura será isostática se for composta de triângulos simples e se $b + 3 = 2 . n$. Lembre-se que a verificação da isostaticidade depende de uma análise qualitativa da estrutura, podendo ocorrer que a condição analítica seja satisfeita ($b + 3 = 2 . n$) e a estrutura seja hipostática (vide fig. 8.5.23.e).

Na estrutura em questão, tem-se $b = 9$ e $n = 6 \rightarrow 9 + 3 = 2 . 6 \rightarrow$ isostática.

. Cálculo dos Esforços: na questão apresentada, é necessário o cálculo de todas as barras da treliça, exceto o esforço da barra $BF = FD$. Como a treliça é simétrica com carregamento simétrico, os esforços em barras simétricas serão simétricos (estes esforços terão o mesmo módulo, a direção da barra e qualitativamente o mesmo sentido – de tração ou de compressão).

Para o cálculo dos esforços dispomos de dois principais métodos: o método das seções e o método de equilíbrio de nós. O método das seções (Ritter) demanda o cálculo das reações de apoio, já o método de equilíbrio de nós não o demanda obrigatoriamente; neste método será necessário o cálculo das reações quando o nó selecionado contiver um apoio.

O cálculo das reações de apoio de uma estrutura plana isostática é, entretanto, rápido e simples e não deve ser visto como obstáculo.

Nesta questão, utilizaremos os dois métodos, conforme a conveniência (maior rapidez).

Observe-se que a questão pede apenas se os esforços são de tração ou compressão, não exigindo o valor de seu módulo. Isto pode representar uma economia de tempo, como se verá abaixo.

Como não foram fornecidos os valores relativos à geometria do problema, devemos arbitrá-los, o que pode ser feito de forma numérica ou literal. Iremos optar aqui pela forma literal, tendo em mente que estes valores arbitrados serão números reais positivos. Na figura abaixo está representada a treliça com os valores dos vãos e a distância entre nós arbitrados, assim como a convenção de sinais adotada.

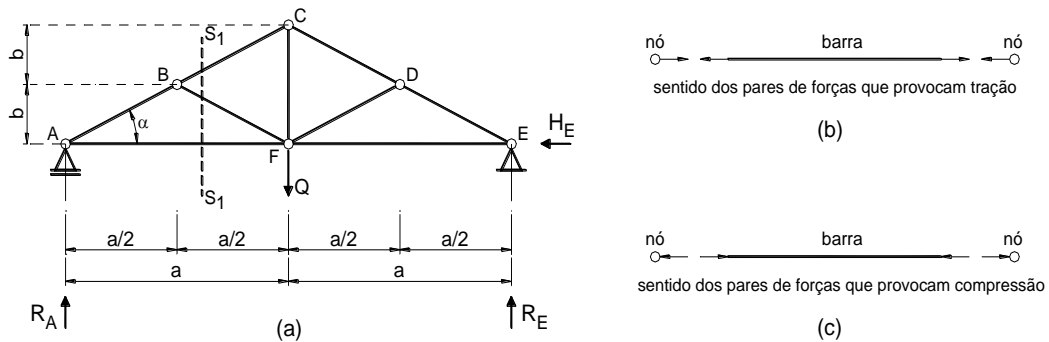


Fig. 14.2.7

Como a treliça demanda o cálculo dos esforços nas barras AB e AF, devemos então calcular as reações de apoio, pois poderemos determinar estes esforços facilmente pelo equilíbrio do nó A, o que só pode ser feito após o cálculo da reação R_A , pois esta é aplicada no nó A.

— Cálculo das reações de apoio:

$\Sigma M_E=0 \rightarrow R_A \cdot 2 \cdot a - Q \cdot a = 0 \rightarrow R_A = Q/2$ tf (giro no sentido horário foi adotado positivo)

$\Sigma Y=0 \rightarrow R_A + R_E - Q = 0 \rightarrow R_E = Q/2$ tf

$\Sigma X=0 \rightarrow H_E = 0$

— Cálculo dos esforços nas barras: como a estrutura é simétrica com carregamento simétrico, os esforços normais nas barras serão, em relação ao eixo de simetria da estrutura, simétricos. Basta então calcularmos os esforços de uma metade da treliça.

27-1 Os trechos BC e CD serão submetidos à compressão.

Resolução e Comentários:

Para o cálculo do esforço em BC (= CD), optaremos por utilizar o método de Ritter, pois selecionando a seção s1-s1 mostrada na figura abaixo, conseguiremos determinar este esforço através de uma única equação, através de $\Sigma M_F=0$. — Mas como podemos perceber isto? Observando-se que as duas outras barras pela seção s1-s1 (BF e AF) convergem para um mesmo nó (F), o momento destas forças em torno deste nó F será nulo. Assim, se aplicarmos a condição de momento nulo em torno deste nó, ter-se-á na equação uma única incógnita, que é o esforço da barra BC, o qual se deseja obter. Abaixo, mostra-se analiticamente o que foi dito.

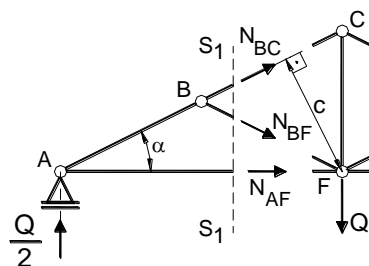


Fig. 14.2.8

Seção s1-s1: (fig. 14.2.8)

$\Sigma M_F=0 \rightarrow (Q/2) \cdot a + N_{BC} \cdot c = 0 \rightarrow N_{BC} = -(Q \cdot a) / (2 \cdot c)$ tf (o sinal negativo indica que o sentido real deste esforço é o contrário ao arbitrado na fig. 14.2.8, ou seja, é de compressão)

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

27-2 Os trechos AB e DE serão submetidos à tração.

Resolução e Comentários:

Como a solução desta questão demanda o cálculo do esforço em $AB=DE$ e a assertiva 27-4 pede os sentidos dos esforços em $AF=FE$, podemos determinar a ambos pelo método do equilíbrio de nós, analisando-se o nó A, após o cálculo das reações de apoio, que já fora efetuado.

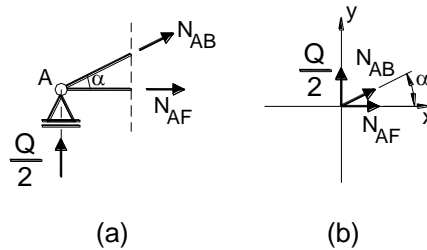


Fig. 14.2.9

Dispomos de duas equações para resolver o problema ($\Sigma X=0$ e $\Sigma Y=0$). Como para $\Sigma X=0$ resulta uma equação com duas incógnitas a serem determinadas, iniciaremos a solução através de $\Sigma Y=0$, que resulta numa equação com apenas uma incógnita.

— Mas como podemos perceber isto? Observando-se que a força N_{AF} situa-se sobre o eixo X e que a força N_{AB} , inclinada, possui componentes nas duas direções (X e Y). Assim, como N_{AF} não tem componente em “Y”, a única incógnita nesta direção é a componente em Y da força N_{AB} . Abaixo, mostra-se analiticamente o que foi dito.

$$\Sigma Y=0 \rightarrow N_{AB} \cdot \text{sen } \alpha + Q/2 = 0 \rightarrow N_{AB} = -Q / (2 \cdot \text{sen } \alpha) \text{ tf (compressão)}$$

$\Sigma X=0 \rightarrow N_{AF} + N_{AB} \cdot \text{cos } \alpha = 0 \rightarrow N_{AF} = -N_{AB} \cdot \text{cos } \alpha$ (para montar a equação, respeite-se a convenção adotada na fig. 14.2.9 e, em seguida, substitua o valor do esforço pelo seu valor real encontrado):

$$\rightarrow N_{AF} = -(-Q / (2 \cdot \text{sen } \alpha)) \cdot \text{cos } \alpha \rightarrow N_{AF} = +Q / (2 \cdot \text{tg } \alpha) \text{ tf (tração)}$$

Assim, verificou-se que os trechos $AB=DE$ são submetidos à compressão, e não a tração.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

27-3 O trecho CF será submetido à tração.

Resolução e Comentários:

Como já calculamos os valores de $BC=CD$, vamos calcular o valor de CF pelo método dos Nós, pelo equilíbrio do nó C, pois sendo N_{CF} a única incógnita do nó C, esta pode ser obtida por este método através de uma única equação.

Na figura 14.2.10 já mostramos os esforços BC e CD com seu sentido real.

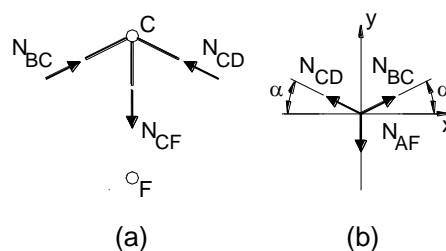


Fig. 14.2.10

Para se obter o esforço na barra CF aplicamos $\Sigma Y=0$ e lembremos que $N_{BC} = N_{CD}$.

$$\Sigma Y=0 \rightarrow N_{BC} \cdot \text{sen } \alpha + N_{CD} \cdot \text{sen } \alpha - N_{CF} = 0 \rightarrow N_{CF} = 2 \cdot N_{BC} \cdot \text{sen } \alpha \text{ tf (tração)}$$

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

27-4 Os trechos AF e FE serão submetidos à compressão.

Resolução e Comentários:

Vide item 27-2.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

27-5 Os valores das reações verticais nos apoios são diferentes.

Resolução e Comentários:

Como a estrutura é simétrica com carregamento simétrico, as reações verticais nos apoios serão iguais. O valor destas reações ($R_A = R_E = Q/2$) já foram acima calculados.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

Como esta questão foi resolvida detalhadamente, poder-se-ia ter a impressão de que seja uma questão longa e complexa. Para desfazer este possível equívoco, apresenta-se a seguir, passo a passo, a solução da questão, para que o candidato se certifique de que a sua resolução é rápida e simples, e pode ser resolvida no tempo destinado a uma questão de concurso público. Segue a resolução em resumo:

27-5: Reações de apoio (fig. 14.2.7)

$$\Sigma M_E=0 \rightarrow R_A \cdot 2 \cdot a - Q \cdot a = 0 \rightarrow R_A = Q/2 \text{ tf ;}$$

$$\Sigma Y=0 \rightarrow R_A + R_E - Q = 0 \rightarrow R_E = Q/2 \text{ tf ;}$$

$$\Sigma X=0 \rightarrow H_E = 0 ;$$

27-1: Seção s1-s1: (fig. 14.2.8)

$$\Sigma M_F=0 \rightarrow (Q/2) \cdot a + N_{BC} \cdot c = 0 \rightarrow N_{BC} = -(Q \cdot a) / (2 \cdot c) \text{ tf (compressão) ;}$$

27-2 e 27-4: NÓ A

$$\Sigma Y=0 \rightarrow N_{AB} \cdot \text{sen } \alpha + Q/2 = 0 \rightarrow N_{AB} = -Q / (2 \cdot \text{sen } \alpha) \text{ tf (compressão) ;}$$

$$\Sigma X=0 \rightarrow N_{AF} + N_{AB} \cdot \text{cos } \alpha = 0 \rightarrow N_{AF} = -N_{AB} \cdot \text{cos } \alpha \rightarrow$$

$$\rightarrow N_{AF} = -(-Q / (2 \cdot \text{sen } \alpha)) \cdot \text{cos } \alpha \rightarrow N_{AF} = +Q / (2 \cdot \text{tg } \alpha) \text{ tf (tração) ;}$$

27-3: NÓ C

$$\Sigma Y=0 \rightarrow N_{BC} \cdot \text{sen } \alpha + N_{CD} \cdot \text{sen } \alpha - N_{CF} = 0 \rightarrow N_{CF} = 2 \cdot N_{BC} \cdot \text{sen } \alpha \text{ tf (tração).}$$

QUESTÃO 28

O bom desempenho de uma obra de concreto depende da qualidade dos materiais de construção e da qualidade da execução.

No que diz respeito a obras em concreto, julgue os itens a seguir.

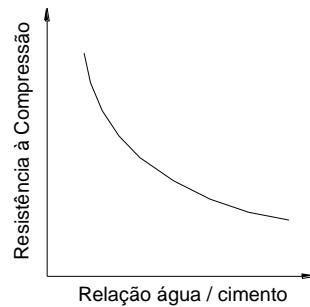
28-1 A resistência do concreto à compressão depende do grau de hidratação do cimento e da relação água/cimento.

Resolução e Comentários:

Grau de Hidratação: a resistência do concreto à compressão é função do grau de hidratação do cimento. Quando maior o grau de hidratação, maior será a resistência.

Relação água/cimento: a resistência do concreto à compressão depende da relação água/cimento e possui uma relação inversa com este fator, como se verifica analiticamente pela Lei de Abrams (1919): $f_c = K_1 / K_2^{A/C}$, onde K_1 e K_2 são constantes empíricas, f_c é a resistência à compressão e A/C é o fator água/cimento.

A figura abaixo ilustra o comportamento da curva de Abrams, que representa a variação da resistência com a relação água/cimento.



Varição da resistência com a relação água / cimento

Fig. 14.2.11

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

28-2 A composição química e a finura do cimento não alteram a resistência do concreto à compressão.

Resolução e Comentários:

Tanto a composição química quanto a finura do cimento alteram a resistência à compressão do concreto. Abaixo, descreve-se resumidamente a relação entre estes fatores e a resistência do concreto.

Composição Química: O cimento é composto de clínquer e gesso, podendo conter aditivos e adições. O gesso é adicionado ao cimento para regular o tempo de pega e os aditivos e adições são utilizados para conferir ao concreto propriedades específicas.

O clínquer, obtido pela fusão incipiente de calcário e argila, possui em sua constituição os seguintes compostos químicos:

Principais Compostos Químicos do Clínquer*

Composto	Abreviação / Fórmula	Proporção de compostos	Propriedades dos Compostos
Silicato tricálcico	C ₃ S (3CaO.SiO ₂)	50 a 65%	. Endurecimento Rápido . Alta Resistência Inicial . Alto calor de hidratação

Silicato dicálcico	C_2S ($2CaO.SiO_2$)	15 a 25%	. Endurecimento lento . Baixa resistência inicial . Baixo calor de hidratação . Pega rápida controlada com adição de gesso
Aluminato tricálcico	C_3A ($3CaO.Al_2O_3$)	6 a 10%	. Contribui para resistência, especialmente no primeiro dia . Alto calor de hidratação e alta retração . Endurecimento lento
Ferro aluminato tetracálcico	C_4AF ($4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$)	3 a 8%	. Confere resistência à corrosão química do cimento (resistente a meios sulfatados) . Baixo calor de hidratação

* Adaptado de Ribeiro, Silva Pinto e Starling (2002)

Conforme se verifica na tabela acima, os diferentes compostos químicos do clínquer possuem diferentes propriedades. Assim, as propriedades do cimento e conseqüentemente do concreto, como a resistência à compressão, dependem do teor dos diversos compostos constituintes do cimento.

Finura: a hidratação do cimento tem início a partir do contato entre a superfície das partículas de cimento e da água. Quanto maior a finura do cimento, maior será sua superfície específica e isto irá favorecer a velocidade de hidratação e, conseqüentemente, a evolução rápida da resistência.

Estudos mostram que o valor da resistência à compressão do concreto aumenta com o aumento da finura do cimento, para idades não muito elevadas. Num longo prazo, de acordo com Neville (1997), a resistência não será influenciada.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

28-3 Para um mesmo valor de resistência à compressão final, a mudança das características físicas dos agregados influencia a relação água/cimento a ser utilizada na mistura.

Resolução e Comentários:

Um concreto é dosado para atender a requisitos como resistência, trabalhabilidade, durabilidade e deformabilidade. Sabe-se que a trabalhabilidade depende das características físicas dos agregados (dimensão, forma, textura superficial, granulometria e mineralogia), sendo o fator água/cimento dosado levando em consideração as características do agregado.

Desta forma, uma variação nas características do agregado, para uma mesma resistência, irá afetar a relação água/cimento necessária à mistura.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

28-4 O emprego de aditivos e aceleradores ou retardadores não altera o grau de hidratação do cimento.

Resolução e Comentários:

A alteração do grau de hidratação do cimento pode ser obtida com o emprego de aditivos aceleradores ou retardadores.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

28-5 A resistência do concreto à compressão independe da sua idade.

Resolução e Comentários:

A resistência do concreto à compressão aumenta com sua idade devido ao progresso das reações de hidratação, para condições normais de cura úmida e temperatura. Quanto mais longo for o período de cura, maior será a resistência.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

QUESTÃO 29

Com relação às normas da ABNT relacionadas ao controle dos concretos estruturais, julgue os seguintes itens.

29-1 A norma relativa à moldagem e cura de corpos-de-prova de concreto cilíndricos ou prismáticos/método de ensaio é a NBR 8953.

Resolução e Comentários:

Atualmente trata do citado tema a ABNT NBR 8382:2001 Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

29-2 A norma relativa a ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos/método de ensaio é a NBR 5739.

Resolução e Comentários:

A assertiva está correta; atualmente está em vigor a ABNT NBR 5739:2007 Concreto – Ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

29-3 A norma relativa a projeto e execução de obras de concreto armado/procedimento é a NBR 5738.

Resolução e Comentários:

Atualmente trata do citado tema a ABNT NBR 6118:2003 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

29-4 A norma relativa à determinação da consistência do concreto pelo abatimento do tronco de cone/método de ensaio é a NBR 6118.

Resolução e Comentários:

Atualmente trata do citado tema a ABNT NBR NM 67:1998 Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

29-5 A norma relativa ao controle tecnológico de materiais componentes do concreto/procedimento é a NBR 12654.

Resolução e Comentários:

A assertiva está correta; atualmente está em vigor a ABNT NBR 12654:1992 Versão Corrigida: 2000 – Controle tecnológico de materiais componentes do concreto.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

QUESTÃO 30

Com relação ao dimensionamento estrutural de concreto armado, julgue os itens subsequentes.

30-1 Do ponto de vista de flambagem, os pilares são considerados curtos quando o seu índice de esbeltez é menor ou igual a 80.

Resolução e Comentários:

De acordo com Fusco (1981) admitem-se como curtos os pilares com índice de esbeltez menor ou igual a quarenta ($\lambda \leq 40$).

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

30-2 O cintamento de um pilar circular consiste no seu envolvimento por um anel de concreto mais resistente à compressão simples.

Resolução e Comentários:

O cintamento de um pilar consiste da disposição de armaduras transversais (estribos) cuja forma deve ser circular ou em forma de hélice, conforme prescrevia a antiga NB-1 (1978) em seu item 6.4.1.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

30-3 Os estribos tracionados em uma viga de concreto armado submetida a torção devem ser fechados e bem ancorados.

Resolução e Comentários:

Em estruturas de concreto armado, os estribos são predominantemente utilizados para resistirem a esforços de cisalhamento.

Para o projeto de uma peça de concreto armado submetida à torção, utilizam-se como armadura resistente a este esforço estribos combinados com armaduras longitudinais. Nesta situação (esforço de torção), os estribos ficam submetidos a tensões de tração e devem ser detalhados com ancoragem específica, sendo denominados “estribos fechados”.

De acordo com a NBR 6118 (2003) os estribos de torção devem ser fechados em todo seu contorno, envolver as barras das armaduras longitudinais de tração e devem ter as extremidades adequadamente ancoradas por meio de ganchos em ângulo de 45°.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

30-4 Para uma viga maciça simplesmente apoiada nas suas extremidades, com uma carga vertical aplicada no centro do seu vão, pode-se afirmar que a flecha no centro do vão terá sempre o mesmo valor, quer a seção transversal da viga seja circular ou retangular, desde que a área da seção em ambos os casos seja a mesma.

Resolução e Comentários:

A flecha na viga para as condições descritas é dada pela expressão $f = (P \cdot L^3) / (48 \cdot E \cdot I)$.

Analisando-se a expressão, verifica-se que o valor da flecha é função:

- . Do carregamento aplicado (P);
- . Do vão (L);
- . Do módulo de elasticidade do material (E);
- . Da inércia da peça (I).

Considerando-se o exposto, conclui-se que para os mesmos valores de P, L e E, o valor da flecha resulta função da inércia da seção transversal e não de sua área.

Como seções retangulares e circulares de mesma área não necessariamente possuirão a mesma inércia, o valor da flecha nas condições apresentadas não terá sempre o mesmo valor.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

30-5 O sistema de contraventamento de uma estrutura visa aumentar a sua rigidez vertical para melhor resistir a cargas verticais acidentais.

Resolução e Comentários:

Como o próprio nome sugere, contraventar implica na adoção de dispositivos para contrapor à ação do vento, que, ao longo da altura de um edifício, é considerada uma pressão *horizontal* acidental.

Em estruturas de concreto armado, como no caso de edifícios altos, o sistema de contraventamento visa ao aumento de sua rigidez vertical para melhor resistir a cargas *horizontais* acidentais.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

QUESTÃO 31

Com relação a instalações hidráulicas prediais, julgue os itens que se seguem.

31-1 Tubulações e conexões de PVC não são indicadas para abastecimento de água quente devido principalmente à baixa durabilidade do PVC.

Resolução e Comentários:

Tubulações e conexões de PVC não são indicadas para abastecimento de água quente devido à possibilidade de não resistência ao transporte de fluidos sob pressão a altas temperaturas.

De acordo com Creder (1996), o projeto de revisão da NBR 7198 cogita o emprego de tubulações de material plástico para transporte de água quente. Este material é denominado CPVC e já é utilizado em outros países.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

31-2 Extravasor é uma canalização destinada a escoar eventuais excessos de água dos reservatórios e das caixas de descarga.

Resolução e Comentários:

De acordo com definição da ABNT NBR 5626/1982, Extravasor é a “tubulação destinada a escoar os eventuais excessos de água dos reservatórios e das caixas de descarga”.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

31-3 No regime de escoamento laminar, a perda de carga varia diretamente com o comprimento e inversamente com o diâmetro da tubulação.

Resolução e Comentários:

A perda de carga em tubulações pode ser calculada pela fórmula de Darcy-Weisbach ou “fórmula Universal”: $h_f = (f \cdot L \cdot v^2) / (D \cdot 2g)$.

Nesta expressão, verifica-se que a perda de carga (h_f) varia diretamente com o comprimento (L) e inversamente com o diâmetro (D) da tubulação.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

31-4 O barrilete situa-se abaixo do reservatório d’água superior de uma residência e acima do forro. Dele partem as colunas de abastecimento de água fria.

Resolução e Comentários:

De acordo com as definições da NBR 5626 – Instalação predial de água fria – barrilete é a tubulação que se origina no reservatório e da qual derivam as colunas de distribuição, no caso do sistema indireto de distribuição.

No caso do sistema direto, o barrilete pode ser considerado como a tubulação diretamente ligada ao ramal predial ou à fonte de abastecimento particular.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

31-5 O reservatório de água inferior, quando localizado no subsolo, deve ter a sua tampa rente ao solo.

Resolução e Comentários:

Para o reservatório inferior, a NBR 5626 prescreve que sua abertura deve possuir rebordo com altura mínima de 100 mm (acima do solo) para evitar a entrada de água de lavagem de piso e outras.

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

QUESTÃO 32

As instalações contra incêndios são de fundamental importância para a segurança de construções civis. No que diz respeito a tais instalações, julgue os itens abaixo.

32-1 Reserva técnica é a quantidade mínima de água necessária para combate ao incêndio.

Resolução e Comentários:

Denomina-se Reserva Técnica de Incêndio (RTI) ao volume de água do reservatório destinado ao combate a incêndio.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

32-2 Os extintores devem ser posicionados em pontos estratégicos e sua parte superior deve estar localizada a, no máximo, 1,30 m do piso acabado.

Resolução e Comentários:

De acordo com a NBR 12693, os extintores portáteis fixados em paredes devem ter a posição da alça de manuseio situada a, no máximo, 1,60 m do piso acabado.

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

32-3 Os comandos hidráulicos de combate a incêndios são obrigatórios para garagens, qualquer que seja o número de pavimentos e a área de construção.

Resolução e Comentários:

De acordo com o decreto nº 897 de 21 de setembro de 1976 – Código de segurança contra incêndio e pânico, tem-se:

“Art. 16

II – Para galpão-garagem com área total construída inferior a 1500 m², não haverá exigência de Dispositivos Preventivos Fixos Contra Incêndio...”.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

32-4 As mangueiras de caixas de incêndio devem suportar pressões de até 100 kPa.

Resolução e Comentários:

De acordo com as prescrições da ABNT NBR 13714, para o dimensionamento de sistemas de mangueiras a pressão máxima de trabalho, em qualquer ponto, não deve ultrapassar 1.000 KPa (10 Kgf/cm²).

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

32-5 O sprinkler é um sistema automático de combate a incêndios dotado de uma peça especial que veda a passagem da água e possui baixo ponto de fusão.

Resolução e Comentários:

O sistema automático de sprinklers consiste de um eficiente sistema de combate a incêndio. É composto por reservatórios superior, colunas, ramais e sub-ramais, onde são instalados os sprinklers. Estes são dispositivos sensíveis à temperatura que acionam o sistema de combate a incêndio e um alarme no princípio do incêndio.

O sprinkler é dotado de ampolas com gás ou líquido sensíveis ao calor ou material com baixo ponto de fusão. À determinada temperatura de funcionamento, este dispositivo se rompe e permite a passagem da água sob pressão, que será aspergida pelo sprinkler, abrangendo uma área circular.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

QUESTÃO 33

Julgue os itens abaixo, referentes a instalações sanitárias.

33-1 O despejo de efluentes de esgotos e águas servidas residenciais em galerias pluviais está sujeito à legislação sanitária e à regulamentação relativa ao sistema pluvial local do município.

Resolução e Comentários:

O artigo 241 da Constituição Federal determina:

“Art. 241. A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de leis os consórcios públicos e os convênios de cooperação entre os entes federados, autorizando a gestão associada de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à continuidade dos serviços transferidos.”

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

33-2 Caixas de gordura são dispositivos colocados em instalações hidráulicas para a garantia contra o refluxo de águas pluviais e servidas.

Resolução e Comentários:

As caixas de gordura são caixas destinadas a reter as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto. Estes efluentes são encontrados usualmente em pias de cozinha, copa, laboratórios, etc.

As camadas de gorduras que se acumulam na CG devem ser removidas periodicamente para evitar que este efluente escoe pela rede, o que pode causar sua obstrução.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

33-3 Sumidouros são componentes auxiliares de esgotamentos sanitários dispostos em conjunto com fossas sépticas para a eliminação, por infiltração no subsolo, da parte líquida dos efluentes.

Resolução e Comentários:

A assertiva '33-3' conceitua corretamente os sumidouros. Também denominado poço absorvente, os sumidouros são usualmente construções cilíndricas enterradas, dotadas de furos, que têm por função permitir a infiltração dos efluentes provenientes das fossas sépticas no terreno — esta é a função dos sumidouros. Podem ser construídos em alvenaria de tijolos ou placas pré-moldadas de concreto dotadas de furos; em seu fundo recomenda-se dispor camada de cascalho ou pedra britada com espessura de no mínimo 50 cm.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

33-4 Tubo de queda é a tubulação vertical que conduz o esgoto dos diversos pavimentos até os subcoletores situados no teto do subsolo ou no terreno.

Resolução e Comentários:

Tubo de queda é a tubulação vertical destinada a receber efluentes de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga, conforme define a NBR 8160 – Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução.

Num edifício de vários andares, o tubo de queda conduz o esgoto dos vários pavimentos até os subcoletores, que usualmente se situam no terreno ou no teto do subsolo. Os tubos de queda devem, sempre que possível, ser instalados segundo um único alinhamento, sendo que os desvios, quando necessários, devem ser feitos por peças que formem ângulo central igual ou inferior a 90°, preferencialmente com curvas de raio longo ou duas curvas de 45°.

A NBR 8160 define subcoletor como a tubulação que recebe efluentes de um ou mais tubos de queda ou ramais de esgoto. Apresenta-se aqui esta definição para elucidar que os tubos de queda, pelas definições apresentadas, podem receber contribuição de subcoletores e também descarregam seus efluentes em subcoletores.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

33-5 A fossa séptica consiste em um poço escavado diretamente no solo, de forma que os efluentes se infiltrem diretamente no lençol freático e sejam conduzidos com segurança para fora da zona de influência da edificação.

Resolução e Comentários:

Fossa séptica ou tanque séptico são instalações cilíndricas ou prismáticas retangulares de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão (ABNT NBR 7229 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos).

A fossa séptica é mais indicada para o tratamento de esgotos domésticos em áreas desprovidas da rede pública coletora de esgoto.

Em seu funcionamento, os esgotos sofrem a ação de bactérias anaeróbias, que são microorganismos que atuam na ausência de oxigênio. Pela ação destas bactérias parte da matéria

sólida é transformada em gases, lodo e espuma. O lodo se deposita no fundo, e na superfície forma-se uma espuma (ou espuma) que obstrui a penetração do ar, proporcionando ambiente adequado para a atuação das bactérias anaeróbias.

Após um determinado período na câmara, denominado período de detenção (que varia de 12 a 24 h), o efluente é encaminhado para sistemas de disposição de efluentes da fossa séptica, tais como valas de infiltração ou sumidouros (poço absorvente).

O tanque séptico deve distar no mínimo 15 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza.

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

QUESTÃO 34

Julgue os itens a seguir, relativos à hidráulica.

34-1 Caso a linha piezométrica de uma tubulação se eleve em relação à sua posição inicial, isso significa que as pressões no fluido da tubulação aumentaram.

Resolução e Comentários:

A linha piezométrica de uma tubulação indica a energia de pressão desta tubulação no ponto considerado (p/γ), medida em metros. Como a única variável na expressão p/γ é a pressão, podemos concluir que se houve uma elevação da linha piezométrica em relação à sua posição inicial, esta elevação se deve ao aumento da pressão no fluido.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

34-2 Um fluido escoando em uma tubulação com diâmetro interno constante exerce forças sobre trechos em curvas da tubulação que dependem apenas das pressões no fluido na entrada e na saída dos trechos em curva.

Resolução e Comentários:

As forças que um fluido em escoamento estacionário ou permanente exercem sobre trechos em curvas da tubulação podem ser determinadas pelo princípio do impulso e quantidade de movimento.

Um trecho curvo de tubulação irá exercer no fluido uma força que irá modificar a quantidade de movimento deste fluido em módulo e direção. Sendo ' ΣF ' a resultante de todas as forças externas que agem no fluido, este valor pode ser calculado pela expressão:

$$\Sigma F = \frac{dm}{dt} \cdot (V_B - V_A)$$

onde:

ΣF = resultante de todas as forças externas que agem no fluido;

dm/dt = fluxo de massa (indica a quantidade constante de fluido que escoo no tubo, por unidade de tempo);

V_A = velocidade do fluido na entrada da curva (seção 'A');

V_B = velocidade do fluido na saída da curva (seção 'B').

De acordo com Babbitt *et all* (1973), a tensão longitudinal resultante do fluxo numa curva a 90°, num conduto fechado cheio de água, pode ser calculada pela expressão:

$$T = \frac{W \cdot A \cdot V^2}{g} + p \cdot A$$

onde:

W = peso unitário da água;

A = área da seção transversal do tubo;

V = velocidade da água;

g = aceleração da gravidade;

p = intensidade da pressão interna de rotura.

Assim, verifica-se que a força que o fluido exerce sobre trechos curvos de tubulação depende também da velocidade do fluido.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

34-3 Em uma tubulação, golpe de aríete é o termo usado para expressar o choque provocado pelo súbito aumento da velocidade de um fluido no interior da tubulação.

Resolução e Comentários:

Em uma tubulação, golpe de aríete é o termo usado para expressar o súbito aumento da *pressão* de um fluido no interior da tubulação, aumento este provocado pelo choque do fluido com um obstáculo da tubulação.

Quando, em um conduto forçado, ocorre uma brusca interrupção do movimento de um líquido, é produzido um choque violento sobre as paredes do conduto, as quais ficam submetidas a uma *sobrepessão*. Este fenômeno, denominado Golpe de Aríete, ocorre, por exemplo, quando do fechamento rápido de um registro da canalização.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

34-4 A velocidade de escoamento permanente e uniforme da água em um canal aumenta com o aumento do seu raio hidráulico.

Resolução e Comentários:

Num canal, com escoamento permanente (vazão constante) e uniforme (profundidade do canal e velocidade do fluido constantes), a velocidade pode ser calculada pela fórmula de Chézy (1775):

$$v = C \cdot \sqrt{R_H \cdot I} \quad \text{onde:}$$

v = velocidade [m/s];

C = constante que depende da natureza das paredes do canal;

$R_H = \text{raio hidráulico} = \frac{\text{ÁREA MOLHADA (A)}}{\text{PERÍMETRO MOLHADO (P)}}$

I = declividade do fundo do canal [m/m].

Pela análise direta da equação verifica-se que a assertiva 34-4 é verdadeira, ou seja, a velocidade de escoamento permanente e uniforme da água em um canal aumenta com o aumento do seu raio hidráulico.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

34-5 Uma galeria estanque e enterrada, localizada abaixo do nível d'água freático de determinada região, pode ser suspensa, sob o efeito do princípio de Arquimedes, caso o nível d'água freático se eleve.

Resolução e Comentários:

O Princípio de Arquimedes pode ser descrito pelo seguinte enunciado: “Todo corpo total ou parcialmente imerso em um fluido em equilíbrio, na presença de um campo gravitacional, fica sob ação de uma força vertical ascendente aplicada pelo fluido; esta força é denominada empuxo (\vec{E}) e sua intensidade é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo.” – Silva (2006).

Analicamente, o empuxo é dado pela expressão: $\vec{E} = \gamma \cdot V$, onde:

E = empuxo, possui direção vertical e sentido de baixo para cima;

γ = peso específico do fluido deslocado;

V = volume do fluido deslocado.

Uma galeria estanque e enterrada, localizada abaixo do nível de água freática, pode ser suspensa sob o efeito do princípio de Arquimedes. Estando submersa e sendo estanque, a galeria estará sob a ação do empuxo; para que esta seja suspensa a resultante de todas as forças atuantes na galeria deverá ter a direção e sentido do empuxo.

As forças que tendem a se opor ao efeito do empuxo são o peso próprio da galeria, os possíveis atritos laterais entre a parede e o terreno, as cargas no interior da galeria e também sobre seu tampo.

Entretanto, observe-se que a intensidade do empuxo sobre um corpo não depende da profundidade deste, mas apenas do peso do volume de fluido deslocado. Assim, a galeria pode ser suspensa, mas não em razão da elevação do nível freático, uma vez que a galeria já se encontrava submersa. A elevação do nível freático, ao contrário, iria aumentar o peso atuante no tampo da galeria, contrapondo-se à tendência de a referida galeria se deslocar para cima, pelo fato de se encontrar submersa.

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

Texto I – questões 35 e 36

Na figura abaixo, é apresentada a seção transversal da construção de uma barragem de enrocamento com núcleo de argila. A camada sob o solo arenoso subjacente à barragem é uma rocha de boa qualidade, podendo ser considerada impermeável do ponto de vista prático.

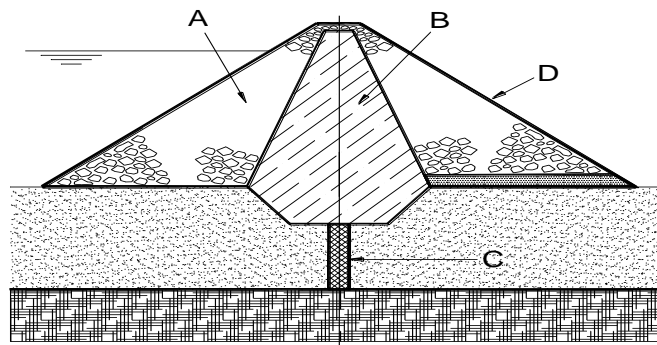


Fig. 14.2.12

QUESTÃO 35

Com base no texto I, julgue os itens que se seguem.

35-1 Caso o material do dreno seja também um filtro para os solos vizinhos, pode-se afirmar, a partir da seção transversal mostrada, que o sistema de drenagem e filtro da barragem são adequados para as suas necessidades.

Resolução e Comentários:

Uma barragem de enrocamento com núcleo de argila é composta por taludes de montante e de jusante de enrocamento e por um núcleo de argila, que é o elemento ‘impermeável’ do sistema e que tem por função represar a água.

Sendo constituído de enrocamento, os taludes são altamente permeáveis, não sendo coerente a utilização de drenos de pé para drenagem da água do talude, conforme mostra a figura apresentada. Drenos de pé encontram utilização em barragens de terra homogênea.

Numa barragem de enrocamento com núcleo de argila, o dreno, que também é um filtro para os solos vizinhos, deve ser disposto nas interfaces do núcleo argiloso com o enrocamento, com a finalidade de evitar o *piping* e de compatibilizar as deformações entre estes dois elementos, conforme mostra a figura 7.6.1 da **apec® - a apostila do engenheiro civil** - (item 7.6).

Vale lembrar que um material de filtro deve atender a requisitos de filtragem e drenagem. Como elemento filtrante, os vazios do filtro devem ser pequenos de forma a impedir que partículas do aterro (núcleo) sejam carregadas para seu interior. Como elemento drenante, seus poros devem ser suficientemente grandes para prover a permeabilidade necessária.

Para que os filtros atendam a estes requisitos, utilizam-se os critérios de filtro propostos por Terzaghi, em 1922.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

35-2 Para o correto funcionamento da barragem, o material localizado na região indicada por A deve ser um material de baixíssima permeabilidade.

Resolução e Comentários:

Para o correto funcionamento de uma barragem de enrocamento com núcleo de argila, o material da região “A” (talude de montante) é o enrocamento, um material de alta permeabilidade.

Neste tipo de barragem os taludes de montante e de jusante são os responsáveis pela estabilidade da mesma, enquanto o núcleo argiloso é o elemento impermeável.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

35-3 A região da barragem indicada por B deve ter elevada permeabilidade de forma a captar a água que percola no seu interior e conduzi-la de forma segura às extremidades do corpo da barragem.

Resolução e Comentários:

A região indicada por “B” corresponde ao núcleo de argila, que é o elemento “impermeável” das barragens de enrocamento com núcleo de argila. Este núcleo deve possuir baixa permeabilidade, pois tem a função de represar a água da barragem.

O termo impermeável fora empregado acima entre aspas, porque o núcleo da barragem não é 100% impermeável, mas possui baixa permeabilidade. Verificou-se na prática ser quase impossível a construção de barragens impermeáveis, e passou-se, então, a tomar medidas para controlar a permeabilidade nas barragens.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

35-4 O componente C é utilizado para transmitir o peso da massa de solo da região B com segurança para a camada de rocha em profundidade.

Resolução e Comentários:

Solos arenosos são, em regra, solos permeáveis. O elemento indicado por “C” na figura situa-se entre o núcleo de argila (impermeável) e a rocha de boa qualidade, considerada impermeável do ponto de vista prático, conforme o enunciado.

O elemento “C” fora assentado na camada de areia (permeável) e na região descrita no parágrafo anterior (entre o núcleo e a rocha), que é uma região de elevado gradiente hidráulico, pois a água tenderá a percolar por sob o núcleo e acima da rocha, de montante para jusante, através da camada de areia.

Por isto, o elemento indicado por “C” representa um elemento de tratamento da fundação da barragem, genericamente denominado *cut-off*, e tem por finalidade controlar a percolação sob o corpo da barragem.

Ainda, o elemento “C” (*cut-off*) não é destinado a transmitir o peso do núcleo para a rocha, devendo, ao contrário, possuir deformabilidade compatível com as do núcleo da barragem, para que não introduzam esforços neste núcleo, o que poderia ocasionar trincas no mesmo.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

35-5 Na barragem da figura do texto I, D corresponde ao seu talude jusante.

Resolução e Comentários:

O elemento “D” corresponde ao talude de jusante da barragem.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

QUESTÃO 36

Julgue os seguintes itens, relativos às técnicas de terraplanagem e de controle de execução aplicáveis à obra mencionada no texto I.

36-1 O ensaio de frasco de areia pode ser utilizado para a determinação do grau de compactação do material na região B do corpo da barragem.

Resolução e Comentários:

O grau de compactação G_C é dado pela relação percentual entre o peso específico no campo e o peso específico máximo do solo: $G_C = (\gamma_{\text{campo}}/\gamma_{\text{máx}}) \times 100$.

O “ $\gamma_{\text{máx}}$ ” é determinado em laboratório, e o ensaio de frasco de areia pode ser utilizado para a determinação de “ γ_{campo} ”, sendo, portanto, o ensaio de campo utilizado para a determinação do grau de compactação de aterros.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

36-2 O material na região B deve ser compactado com rolo liso vibratório e elevada umidade, para obter uma melhor qualidade de compactação.

Resolução e Comentários:

Rolos lisos vibratórios são adequados para a compactação de materiais granulares, tais como areia e pedregulho. Para materiais argilosos são mais adequados os equipamentos de elevada massa.

Para o material da região “B” (núcleo de argila) são usualmente empregados os rolos pé-de-carneiro ou os rolos pneumáticos.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

36-3 O motoscaper seria um dos equipamentos indicados para a escavação e o transporte de material para a construção de parte da barragem.

Resolução e Comentários:

O *motoscaper* é um equipamento que tem a capacidade de realizar operações de escavação, transporte e espalhamento.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

36-4 Em obras semelhantes à descrita no texto, desmontes de rocha são comuns para a obtenção de elementos de rocha para a construção. Nesse caso, os elementos e informações necessários para um desmonte controlado de um maciço rochoso fazem parte do plano de fogo do desmonte.

Resolução e Comentários:

“Plano de fogo” é a denominação dada ao planejamento do desmonte de rochas pela utilização de explosivos. Nas atividades de desmonte de rochas é obrigatória a adoção de um plano de fogo elaborado por profissional habilitado.

Em execução de barragens é comum o desmonte de rochas para a obtenção de elementos de rocha para a construção.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

36-5 Caminhões fora-de-estrada não são indicados para a execução de obras como a da barragem considerada, pois as vibrações que eles provocam no terreno podem desestabilizar a barragem.

Resolução e Comentários:

Os caminhões fora-de-estrada são indicados para a execução de obras como a da barragem em consideração, e não introduzem vibrações que possam desestabilizar a barragem.

De acordo com Gaioto (2003), os caminhões fora de estrada são caminhões reforçados, projetados para resistir aos choques gerados pela carga e descarga de grandes blocos de enrocamento. Possuem maior potência por tonelada de carga, sendo especialmente recomendados para o transporte em estradas com rampas íngremes. Devido à baixa relação entre o peso da carga e o do caminhão, os custos diretos de sua utilização serão muito elevados, se utilizados para o transporte de solo.

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

QUESTÃO 37

Julgue os itens subsequentes, relativos à pavimentação.

37-1 Sub-base é a denominação dada ao terreno de fundação de um pavimento ou revestimento.

Resolução e Comentários:

O terreno de fundação de um pavimento é denominado subleito.

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

37-2 Base de um pavimento, sobre a qual se constrói um revestimento, é a camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo tais esforços sobre o terreno.

Resolução e Comentários:

A assertiva 37-2 conceitua corretamente a camada de base de um pavimento. A base deve resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego de veículos e transferi-los de maneira uniforme à camada inferior (sub-base, reforço ou subleito).

Vale lembrar que nos pavimentos rígidos de concreto a camada de base funciona ao mesmo tempo como base e revestimento.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

37-3 O revestimento tradicional é a camada, o mais impermeável possível, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos.

Resolução e Comentários:

O revestimento é a camada superior do pavimento. Deve resistir aos esforços horizontais e ser o mais possível impermeável de forma a proteger as camadas inferiores da deterioração. Deve proporcionar ao tráfego condições de conforto e segurança. É a camada mais nobre do pavimento e de maior custo unitário.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

37-4 Sub-leito é a camada corretiva da sub-base, ou complementar à base, que é utilizada quando, por qualquer circunstância, não é aconselhável construir o pavimento diretamente sobre a base.

Resolução e Comentários:

O sub-leito é o terreno que serve de fundação para um pavimento.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

37-5 Pavimentos rígidos são constituídos de placas de concreto assentes sobre solo de fundação ou sub-base intermediária.

Resolução e Comentários:

A assertiva 37-5 conceitua corretamente o mais importante dos pavimentos rígidos, o de concreto de cimento Portland.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

QUESTÃO 38

Julgue os itens seguintes, relativos a características e propriedades de solos.

38-1 Solos contendo altos teores do argilomineral montmorilonita são recomendáveis na construção de pavimentos urbanos.

Resolução e Comentários:

O argilomineral montmorilonita possui a propriedade de ser muito expansivo, e, portanto, instável na presença de água. Por este motivo, *não* é recomendável o emprego de um solo com altos teores deste argilomineral na construção de pavimentos urbanos.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

38-2 Solos colapsíveis são aqueles que apresentam significativas reduções de volume quando umedecidos ou submetidos a mudanças importantes de níveis de tensões.

Resolução e Comentários:

Solos colapsíveis são aqueles que apresentam significativas reduções de volume quando umedecidos e sem mudanças importantes nos níveis de tensões, ou seja, os solos colapsíveis são os que sofrem um recalque brusco quando saturados e sob uma *tensão constante*.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

38-3 Tálus são solos transportados, tipicamente inconsolidados e sujeitos a instabilidade.

Resolução e Comentários:

Solos que foram deslocados de um lugar a outro por algum agente são denominados *solos transportados* e são classificados conforme o agente transportador. Os principais tipos de solos transportados são: coluvionares, aluvionares e eólico (vide item 6.1 da [apec® - a apostila do engenheiro civil](#)).

Os solos coluvionares são os formados pela ação da gravidade. Os tálus são um tipo de solo coluvionar, correspondem aos escorregamentos de encostas íngremes que se depositam nos pés dos taludes. São solos tipicamente inconsolidados e sujeitos à instabilidade (movimento de rastejo) e de consistência geralmente fofo.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

38-4 A porosidade de um solo fornece uma medida proporcional de vazios na massa de solo e é definida como o volume de vazios no solo dividido pelo volume dos grãos.

Resolução e Comentários:

A porosidade 'n' é definida como a relação entre o volume de vazios e o volume *total* da amostra de solo: $n\% = 100 \cdot V_v / V$.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

38-5 O ensaio de sedimentação visa à obtenção das dimensões dos grãos da fração fina do solo.

Resolução e Comentários:

Para a análise granulométrica de um solo utilizam-se os processos de peneiramento e sedimentação.

O peneiramento é utilizado para a caracterização da fração grossa dos solos, enquanto o ensaio de sedimentação visa à determinação das dimensões dos grãos da fração fina dos solos.

A peneira de nº 200, de abertura de malha 0,075 mm, é, usualmente, a limitadora dos processos de peneiramento e sedimentação, ou seja, para partículas menores do que 0,075 mm (fração fina) utiliza-se o processo de sedimentação.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

QUESTÃO 39

Julgue os itens a seguir, referentes à hidráulica.

39-1 A cavitação é um fenômeno que pode surgir quando ocorre uma redução brusca na seção transversal de uma tubulação atravessada pelo fluido, podendo ocasionar danos às paredes da tubulação.

Resolução e Comentários:

A cavitação é um fenômeno que se verifica quando um líquido em escoamento atravessa uma região de baixa pressão tal que atinja o valor de sua pressão de vapor. Nesta condição, formam-se bolhas que, ao se deslocarem para regiões de alta pressão, entram em colapso por um processo de implosão. Este fenômeno, denominado cavitação, pode causar sérios danos materiais às instalações.

O fenômeno da cavitação se verifica em instalações de recalque, na região de sucção próxima à entrada da bomba, que é a região onde se verificam as menores pressões, e na qual pode ocorrer este fenômeno.

De acordo com Azevedo Netto (1998), os fenômenos de cavitação podem também ocorrer em câmaras e condutos fixos, nos pontos onde a pressão for muito baixa e a velocidade muito elevada.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

39-2 O rendimento global de uma turbina é definido como a relação entre a potência utilizável no seu eixo e a potência colocada à sua disposição.

Resolução e Comentários:

Define-se rendimento global de uma turbina como a relação entre a potência útil ou hidráulica e a potência mecânica absorvida (potência colocada à disposição): $\eta = Pot_h / Pot_m$.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

39-3 A chaminé de equilíbrio é um dispositivo cuja finalidade é aumentar a pressão do fluido em um conduto forçado em regiões de baixas pressões.

Resolução e Comentários:

A chaminé de equilíbrio é um dispositivo destinado a limitar os efeitos de um possível golpe de aríete nas instalações de recalque, protegendo a tubulação de seus efeitos.

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

39-4 O fluxo de água ao redor de pilares de pontes sobre rios pode provocar um processo erosivo ocasionado por turbilhões que pode comprometer a estabilidade da ponte.

Resolução e Comentários:

A assertiva 39-4 é verdadeira. O fluxo de água ao redor de pilares de pontes sobre rios pode erodir o solo ao redor dos pilares da ponte e de suas fundações, e, conseqüentemente, comprometer a estabilidade da ponte.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

39-5 Entende-se por assoreamento de um reservatório a remoção do solo no seu fundo por aumento da velocidade de fluxo da água.

Resolução e Comentários:

Entende-se por assoreamento, num leito fluvial, a deposição de sedimentos resultantes da erosão de solos e rochas, geralmente em consequência da *redução* das velocidades do fluxo de água.

Nas proximidades de uma barragem, verifica-se a *redução* das velocidades do curso de água, acarretando a deposição gradual de partículas (sedimentos) carreadas pelo curso de água, que então se depositam no fundo do reservatório.

A erosão nas bacias hidrográficas é um fator que vem corroborando para vários casos de assoreamento.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

QUESTÃO 40

Julgue os itens abaixo, relativos a processos físicos e químicos para tratamento de esgotos.

40-1 A floculação consiste na separação, em uma mistura, de partículas de tamanhos diferentes, em frações mais ou menos homogêneas, por meio da sedimentação produzida em uma corrente líquida.

Resolução e Comentários:

A floculação parte de um processo físico-químico do tratamento primário de esgotos. Neste processo adicionam-se agentes químicos destinados a promover a coagulação e a floculação. A floculação corresponde à aglutinação de partículas que formam flocos de matéria poluente de maiores dimensões para que sejam mais facilmente decantáveis.

Após decantados, os sólidos grosseiros são removidos, podendo a eficiência deste tratamento primário chegar a 60% dependendo do tipo de tratamento e da operação da ETE.

Observe-se, então, que inicialmente efetua-se a coagulação, em seguida a floculação e depois a sedimentação. Abaixo, conceituam-se resumidamente estas fases:

Coagulação: pela adição de produtos químicos, neutralizam-se as forças elétricas superficiais das partículas e se anulam as forças repulsivas; este é o fenômeno da coagulação e é o que irá permitir que as partículas de impurezas se aglutinem;

Floculação: corresponde à aglomeração das partículas (colóides) “neutralizadas” em flocos. Esta operação é facilitada por agitação suave, que deve permitir o contato entre os flocos, sem contudo quebrá-los.

Sedimentação: o objetivo de se formar flocos é que estes se decantem, ou seja, a sedimentação corresponde à deposição dos flocos no fundo dos tanques, para que possam ser removidos.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

40-2 O processo de transferência de calor consiste na redução da umidade do lodo de esgotos pela vaporização da água para o ar.

Resolução e Comentários:

No processo de tratamento de efluentes, em sua etapa secundária, a remoção da matéria orgânica é efetuada por processos biológicos. Neste processos, que podem ser aeróbios ou anaeróbios, a ação biológica de microorganismos sobre a matéria orgânica acarreta a formação de *lodos*.

O lodo, depois de estabilizado, precisa ser removido sob condições higiênicas e econômicas. Como possui elevada quantidade de água (acima de 90%), o lodo deve ser secado com o objetivo de se reduzir significativamente seu volume.

Dentre os processos utilizados para a secagem dos lodos, que podem ser naturais ou artificiais, citam-se:

- a) processos naturais: leitos de secagem, lagoas de lodo;
- b) processos artificiais: filtros a vácuo, filtros-prensas, centrifugação, telas vibratórias.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

40-3 A adsorção consiste na remoção de substâncias solúveis que se encontram em solução em uma interface conveniente, que pode ser entre um meio líquido e um meio gasoso ou entre um meio líquido e um sólido.

Resolução e Comentários:

A adsorção corresponde à acumulação de uma substância em uma interface, podendo ocorrer em todos os tipos de interface, tais como gás-sólido, solução-sólido, solução-gás, solução A - solução B (Santos, 2003).

Os principais tipos de adsorção são a física e a química. Na adsorção física o adsorbato liga-se à superfície por forças de Van Der Waals. Já na adsorção química ocorre a formação de um composto bidimensional.

Relativamente ao tratamento de efluentes, a adsorção é geralmente utilizada na remoção de compostos orgânicos refratários resultantes de efluentes industriais e também para o tratamento de efluentes com metais pesados.

O adsorvente comumente utilizado nos processos de tratamento de efluentes é o carvão ativado.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

40-4 A flutuação consiste na separação de sólidos muito leves, por meio de um aumento do empuxo que eles sofrem e que é conseguido por intermédio da introdução de ar em forma de bolhas que a eles se juntam, produzindo, no conjunto, um aumento de volume adequado.

Resolução e Comentários:

A flotação ou flutuação é um processo que visa à redução de impurezas leves das águas residuárias, tais como fibras, óleos, graxas e gorduras.

Consiste na introdução de ar na forma de bolhas (ar difuso) no fundo de tanques. Estas bolhas ao subirem se aderem às impurezas, reduzindo seu peso aparente e aumentando seu volume, e conseqüentemente o empuxo atuante nas impurezas, provocando assim a elevação destas.

Uma vez na superfície, estas impurezas são removidas.

A flotação é comumente utilizada no tratamento de efluentes industriais que contêm impurezas leves, tais como os efluentes das indústrias de óleo, matadouros, frigoríficos, curtumes, de petróleo, de papel, etc.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

40-5 A precipitação química consiste na adição de produtos químicos aos esgotos, para melhorar a eficiência do tratamento por meio da remoção de componentes específicos contidos nos esgotos.

Resolução e Comentários:

A assertiva 40-5 conceitua corretamente a precipitação química, um processo utilizado no tratamento de efluentes.

Este processo se dá pela inserção de produtos químicos capazes de reagir com compostos específicos, formando uma partícula estável que será, então, retida.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

QUESTÃO 41

Julgue os itens subsequentes, referentes a aços utilizados em construções civis.

41-1 O aumento do teor de carbono no aço eleva a sua resistência, porém diminui a sua ductilidade.

Resolução e Comentários:

Pode-se definir o aço como o material constituído por uma liga de ferro e carbono em que o teor de carbono varia geralmente de 0,008% a 2,11%, contendo ainda certos elementos secundários tais como silício, manganês, fósforo e enxofre.

O aumento do teor de carbono no aço aumenta a sua resistência, porém diminui a sua ductilidade, tornando-o mais frágil.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

41-2 O módulo de elasticidade é praticamente igual para todos os tipos de aço, com valor aproximadamente igual a 210 kN/mm² (ou 21.000 kgf/mm²).

Resolução e Comentários:

O módulo de elasticidade do aço varia entre $200.000 \leq E \leq 210.000$ MPa (Pfeil, 2009) e é praticamente igual para todos os tipos de aço.

Considerando-se que $1 \text{ MPa} = (1/10^3) \text{ KN/mm}^2 = (1/10) \text{ Kgf/mm}^2$, tem-se que:

$$210.000 \text{ MPa} = 210 \text{ KN/mm}^2 = 21.000 \text{ Kgf/mm}^2.$$

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

41-3 A deformação de escoamento de aços-carbono é aproximadamente igual a 2%.

Resolução e Comentários:

A deformação de escoamento de aços-carbono é aproximadamente igual a 0,2% ou 2%.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

41-4 Os aços podem ter a sua resistência diminuída pela ação de baixas temperaturas ambientes ou efeitos térmicos locais causados por solda elétrica, por exemplo.

Resolução e Comentários:

Dentre os principais fatores que afetam as propriedades mecânicas do aço estão a sua composição química, o histórico termodinâmico do material, a geometria, temperatura, estado de tensões e velocidade de deformação da estrutura (Pannoni, 2005).

Efeitos térmicos locais como os causados por solda podem modificar a estrutura cristalina do aço e podem causar diminuição de sua resistência e redução de sua resistência à fadiga.

Em função de sua estrutura, os aços apresentam transição dúctil-frágil em baixas temperaturas. Assim, o aço apresenta redução da ductilidade quando submetido a baixas temperaturas, com consequente aumento da fragilidade (ductilidade é o oposto de fragilidade). Esta característica é de elevada importância, pois materiais frágeis se rompem bruscamente, sem aviso prévio.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

41-5 A tenacidade de um aço é medida pela área total compreendida entre a sua curva tensão-deformação e o eixo das deformações (abscissas).

Resolução e Comentários:

A tenacidade corresponde à energia total, plástica ou elástica, que o material pode absorver, por unidade de volume, até a sua ruptura (Pfeil, 2009).

Esta energia (tenacidade) é dada pela área total compreendida entre a sua curva tensão-deformação ($\sigma \times \epsilon$) e o eixo das deformações (ϵ).

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

QUESTÃO 42

Julgue os itens seguintes, relativos a tratamento de água.

42-1 O processo de tratamento da água por filtração física remove totalmente as bactérias presentes na água, podendo-se, com isso, prescindir da cloração da água.

Resolução e Comentários:

No processo de tratamento de água por filtração física ocorrem, além da separação sólido-líquido, fenômenos químicos, bioquímicos e biológicos.

Entretanto, não se consegue através deste processo extinguir totalmente os germes patogênicos presentes na água, devendo ser realizada, portanto, a *desinfecção*, para que se consiga extinguir os germes patogênicos. O cloro é o principal elemento utilizado para a desinfecção da água.

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

42-2 A areia e a terra diatomácea são materiais que podem ser utilizados em filtros para tratamento da água.

Resolução e Comentários:

Os filtros são compostos por materiais granulares, usualmente a areia. Podem ser compostos por duas camadas, como os de areia e antracito, ou ainda, por três camadas, como os de areia, antracito e granada. Materiais como a terra diatomácea, o cascalho fino e a brita também são utilizados em leitos filtrantes.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

42-3 A coagulação é um processo químico de pré-tratamento da água empregado para a remoção de substâncias no estado coloidal, produtoras de turbidez, e de materiais finamente divididos em suspensão, que resultam da decomposição de vegetais ou de despejos industriais traçadores.

Resolução e Comentários:

A assertiva 42-3 conceitua corretamente o processo da coagulação. Este processo consiste na adição de produtos químicos à água, usualmente o sulfato de alumínio, para que sejam reduzidas as forças que tendem a manter separadas as partículas em suspensão, tais como substâncias coloidais e materiais finamente divididos.

Em decorrência da coagulação estas partículas podem se unir, formando flocos. Após a floculação, estas partículas podem então ser removidas por decantação.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

42-4 A floculação é um tratamento em que a adição de substâncias químicas à água provoca a retenção de sólidos em suspensão em filtros lentos.

Resolução e Comentários:

A floculação corresponde à aglutinação de partículas em suspensão, que pelo efeito de agitação lenta se unem e formam partículas de maior tamanho (flocos), para que possam então se sedimentarem por gravidade.

A floculação é realizada em câmaras de floculação e para a agitação lenta utilizam-se floculadores mecânicos de eixo vertical ou horizontal.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

42-5 As características químicas e a temperatura da água não influenciam a eficiência do processo de tratamento da água por desinfecção.

Resolução e Comentários:

A desinfecção tem por objetivo a destruição dos microorganismos patogênicos presentes na água, tais como bactérias, protozoários, vírus e vermes.

Tanto as características químicas quanto a temperatura da água influenciam a eficiência do processo de tratamento da água por desinfecção. O cloro é o elemento mais utilizado para a desinfecção da água.

As características químicas da água, que são determinadas por meio de análises, permitem avaliar o grau de poluição de uma fonte de água. Estas determinações são importantes tanto do ponto de vista sanitário quanto do econômico. Relativamente ao Ph da água, quanto maior for o Ph maior deverá ser a concentração necessária de cloro e maior o tempo necessário para a destruição dos germes.

A temperatura da água exerce influência sobre certas propriedades da água como a velocidade das reações químicas e a solubilidade a gases. O aumento da temperatura acarreta um aumento da velocidade das reações químicas; assim a taxa de destruição dos germes (desinfecção) cresce com o aumento da temperatura.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

QUESTÃO 43

Julgue os itens que se seguem, referentes a custos e orçamentos de obras de construção civil.

43-1 O preço de um empreendimento é composto das seguintes parcelas: custo direto, custo indireto relativo à administração central, custo indireto relativo à administração do canteiro de obras e lucro.

Resolução e Comentários:

O preço de um empreendimento é composto das seguintes parcelas: custos diretos, custos indiretos e lucro. Os custos indiretos podem ser subdivididos em custos indiretos relativos à administração central e custos indiretos relativos à administração do canteiro de obras.

Observe-se, entretanto, conforme esclarece o item 11.3.4 da **apec®** - a apostila do engenheiro civil - que a estrutura de custos atualmente recomendada, para fins de composição do BDI/LDI, é a citada no referido item e reproduzida abaixo:

CUSTOS DIRETOS

DESPESAS INDIRETAS

Custos dos Insumos necessários à execução dos serviços da obra:

- Materiais;
- Mão de obra, inclusive encargos sociais;
- Equipamentos.

MAIS

Custos da infra-estrutura necessária à realização da obra:

- Administração Local;
- Instalação do Canteiro;
- Mobilização e Desmobilização.

Despesas da administração central:

- Despesas da administração central;
- Taxa de risco;
- Despesas financeiras do capital de giro;
- Tributos;
- Taxa de comercialização.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

43-2 Entende-se por BDI de um empreendimento o custo indireto originário da administração central subtraído de impostos, taxas e lucro.

Resolução e Comentários:

Entende-se por BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) o valor dado pela divisão entre as despesas indiretas (DI) mais o lucro (B) e os custos diretos (CD): $BDI = (B + DI) / CD$.

De outra forma, o BDI corresponde à taxa que, aplicada ao custo direto, fornece o preço de venda do empreendimento.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

43-3 Mobilização (contratação e transferência de pessoal, equipamentos etc.), consultorias e trabalhos técnicos especiais não são considerados custos indiretos integrantes dos preços unitários componentes da planilha de custos de uma obra.

Resolução e Comentários:

Analisando-se a estrutura de custos acima reproduzida, verifica-se que os itens mencionados na assertiva 43-3 devem ser considerados custos indiretos e seus preços unitários devem integrar a planilha de custo da obra.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

43-4 Na composição de custos de uma obra, são considerados encargos sociais básicos, entre outros, a previdência social, o fundo de garantia por tempo de serviço e o seguro contra acidentes de trabalho.

Resolução e Comentários:

No item da **apec®** - a apostila do engenheiro civil - mostra-se uma tabela relacionando os encargos sociais básicos, dentre os quais constam a previdência social, o fundo de garantia por tempo de serviço e o seguro contra acidentes de trabalho.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

43-5 O custo referente ao consumo de cimento em uma obra de prédio varia tipicamente de 25% a 35% do custo total da obra.

Resolução e Comentários:

No caso de edifícios residenciais, uma estimativa inicial aponta para o custo da estrutura de concreto armado (pronta, desformada e limpa) valores entre 1/4 e 1/3 do custo total da obra.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

QUESTÃO 44

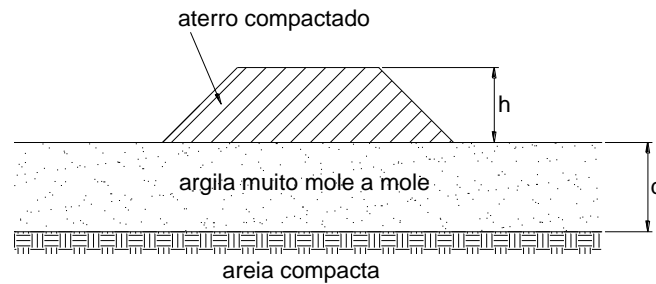


Fig. 14.2.13

A partir da figura acima, que apresenta um aterro para pavimento rodoviário construído sobre uma camada de solo mole, saturada, uniforme e homogênea, julgue os seguintes itens.

44-1 Quanto maior for a espessura d de solo mole de fundação, maior deverá ser o recalque do aterro.

Resolução e Comentários:

Inicialmente, após a leitura do enunciado introdutório e da análise da figura dada, deve-se concluir que:

- fora construído um aterro de um pavimento rodoviário sobre uma camada de argila mole a muito mole *saturada*; este aterro representa um *carregamento* para as camadas subjacentes;
- sendo a camada de suporte do aterro uma argila saturada, verificar-se-á aí o fenômeno do adensamento, isto é, os recalques irão ocorrer mediante escoamento da água intersticial do solo, o que se dá lentamente, tornando diferido² o recalque;
- na condição inicial dada no enunciado e na figura, a camada de areia (material permeável) permitirá a percolação da água através de si mesma, correspondendo então à face drenante do sistema. Assim, a altura inicial de drenagem H_d , que corresponde ao maior caminho de percolação da água, será igual a “ d ”: $H_d = d$.

O cálculo do recalque, utilizando-se aqui a nomenclatura dada na figura, é dado pela expressão: $\rho = d \cdot (e_i - e_f) / (1 + e_i)$, onde:

ρ = recalque por adensamento da camada argilosa;

e_i = índice de vazios inicial da camada;

e_f = índice de vazios final da camada;

d = espessura da camada argilosa.

Assim, verifica-se pela expressão acima que quanto maior for a espessura da camada maior será o recalque.

² Adj. Adiado, retardado.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

44-2 A utilização de bermas de equilíbrio reduz a altura admissível do aterro.

Resolução e Comentários:

A construção de um aterro sobre uma camada de argila mole saturada pode provocar a ruptura desta camada por escorregamento (vide item 3.1.2 desta apostila). As bermas de equilíbrio, que consistem de camadas de aterro construídas lateralmente ao aterro do pavimento, são um recurso que se pode utilizar para evitar a ruptura do terreno de fundação.

As bermas atuam como contrapeso, produzem um momento contrário ao do provocado pelo aterro do pavimento, auxiliam na resistência ao cisalhamento da camada mole, e se destinam a evitar a ruptura por escorregamento do terreno de fundação.

Desta forma, a utilização de bermas de equilíbrio permite *aumentar* a altura admissível do aterro.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

44-3 Caso o aterro seja muito largo e o seu material tenha coeficiente de permeabilidade muito baixo, a utilização de um colchão drenante de areia na sua base permitirá acelerar em dez vezes os recalques por adensamento, em relação à situação sem o colchão.

Resolução e Comentários:

Ao se dizer que o aterro é muito largo, quer-se dizer que o fluxo será unidimensional e se dará na direção vertical, visto que, sendo o aterro muito largo e a argila um material de baixa permeabilidade, a água não encontrará um caminho preferencial na direção horizontal. A condição de escoamento vertical unidirecional é uma hipótese simplificadora adotada por Terzaghi no desenvolvimento da teoria do adensamento.

Inicialmente a altura de drenagem H_d , que corresponde à maior distância de percolação da água, vale “ d ”, pois a água só encontra escape pela superfície drenante correspondente à camada de areia compacta. Com a introdução de um colchão drenante de areia na base do aterro, a altura H_d passa a ser “ $d/2$ ” ($H_d = d/2$), pois a maior distância de percolação será a de uma partícula que se desloca do centro da camada argilosa até a face drenante.

O tempo de recalque, no processo do adensamento e de acordo com a teoria do adensamento de Terzaghi, é correlacionado com a altura de drenagem pela expressão:

$$\frac{C_v \cdot t}{H_d^2} = T \quad \rightarrow \quad t = \frac{T \cdot H_d^2}{C_v}$$

Onde:

C_v = coeficiente de adensamento;

t = tempo;

H_d = altura de drenagem;

T = fator tempo (adimensional).

Assim, como o tempo “ t ” varia com o quadrado de “ H_d ”, a introdução da camada drenante na base do pavimento irá acelerar em quatro vezes o tempo de recalque por adensamento da camada argilosa, em relação à situação sem o colchão. Analiticamente, tem-se:

. Situação 1: Para $H_d = d \rightarrow t_1 = T \cdot d^2 / C_v$;

. Situação 2: Para $H_d = d/2 \rightarrow t_2 = T \cdot (d/2)^2 / C_v \rightarrow t_2 = T \cdot d^2 / (4 \cdot C_v)$;

. Assim $(t_1 / t_2) = 1 / 4$, ou seja, o tempo gasto no adensamento com duas faces drenantes é quatro vezes menor do que este tempo em relação à situação de uma única face drenante, ou, de outra forma, a utilização de um colchão drenante de areia na sua base permitirá acelerar em quatro vezes os recalques por adensamento, em relação à situação sem o colchão.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

44-4 Na situação mostrada na figura, para uma maior garantia da estabilidade do aterro, seria recomendado que o mesmo fosse construído o mais rápido possível.

Resolução e Comentários:

A “construção por etapas” é uma das soluções que se pode utilizar para a construção de aterros sobre solos moles, sem que ocorra a sua ruptura. Consiste no lançamento de uma camada de altura inferior à altura total do aterro e da adoção de um intervalo de tempo entre o lançamento desta camada e o da camada seguinte, para que a camada de argila mole saturada se adense.

Depois de decorrido certo tempo do lançamento da camada inicial, a camada mole de base irá se adensar e, conseqüentemente, ter melhoradas suas características geotécnicas de resistência e deformabilidade, tornando assim esta camada de base apta a receber novo incremento de carga.

Esta solução exige que a camada de argila mole saturada tenha pequena espessura, possua coeficiente de adensamento “ C_v ” elevado, e só será viável quando a execução do aterro puder ser realizada num longo período (alguns anos) – (Massad, 2010).

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

44-5 O ensaio de índice-suporte Califórnia poderia ser utilizado para a determinação da resistência não-drenada do solo mole de fundação, necessária para a análise de estabilidade do aterro.

Resolução e Comentários:

O ensaio de índice-suporte Califórnia (CBR – Califórnia Bearing Ratio) é utilizado para a avaliação da resistência de aterros compactados, como bases de pavimentos rodoviários e para o projeto de pavimentos flexíveis.

Para a determinação da resistência não drenada de solos moles, utiliza-se o ensaio triaxial tipo adensado rápido. Este ensaio recebe também as siglas CU (Consolidated Undrained) ou R (*Rapid*). Este ensaio deve ser realizado com uma amostra indeformada.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

QUESTÃO 45

Considere o pórtico plano apresentado na figura 14.2.14.a, submetido a uma carga concentrada horizontal — P — e a uma carga uniformemente distribuída — q —.

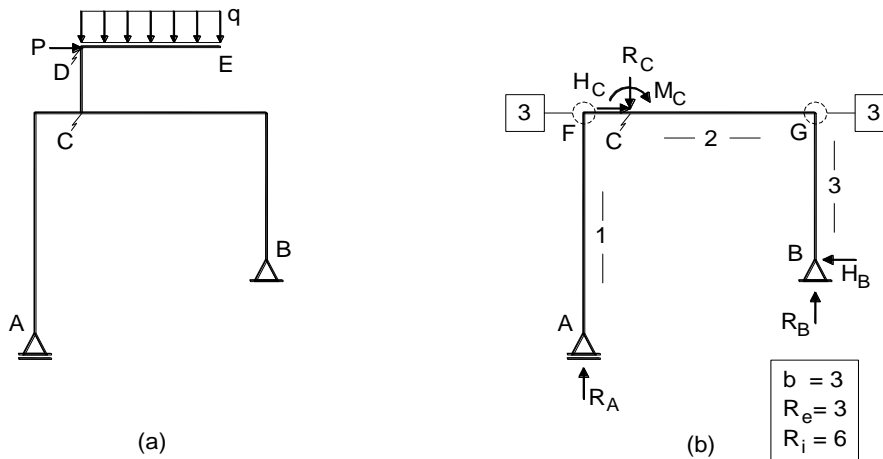


Fig. 14.2.14

Em face dessa situação, desprezando o peso próprio do pórtico, julgue os itens a seguir.

Resolução e Comentários:

Observe-se pela figura e enunciado dados que a estrutura consiste de um pórtico bi-articulado com uma ramificação (trecho CDE – vide fig. 14.2.15.a) engastada em seu tramo horizontal, submetida ao carregamento indicado e de peso próprio desprezível.

Inicialmente, recomenda-se uma rápida leitura das assertivas relativas à esta questão para se detectar quais elementos do pórtico precisam ser calculados. Após esta análise, conclui-se que não será necessário o cálculo de esforços seccionais do pórtico (esforços internos nas barras que constituem o pórtico), sendo necessários os seguintes cálculos ou análises:

- análise da hiperestaticidade da estrutura (assertiva 45-1);
- cálculo dos esforços reativos no ponto C da ramificação CDE (assertiva 42-4);
- cálculo das reações de apoio do pórtico (assertivas 45-2, 45-3 e 45-5).

45-1 O pórtico representa uma estrutura hiperestática.

Resolução e Comentários:

Um quadro plano bi-apoiado, com um apoio de 1º gênero (1 reação incógnita) e um apoio de 2º gênero (2 reações incógnitas) é um tipo fundamental de quadro isostático. Com três reações incógnitas a serem determinadas e três equações universais da estática, tem-se $g=0$, condição necessária (mas não suficiente) de isostaticidade. Lembre-se que a condição de isostaticidade deve ser verificada por uma análise da estrutura, na qual deve-se verificar que a mesma seja um sistema indeformável, ou seja, que não possua nenhuma mobilidade em sua parte ou em seu todo.

Analicamente, tem-se: $g = 3 \cdot b - R_e - R_i \rightarrow g = 3 \cdot 3 - 3 - (3+3) \rightarrow g = 0$. O número de vínculos internos R_i correspondem aos três vínculos da ligação da barra 1 com a barra 2 e aos três vínculos da ligação da barra 2 com a barra 3; estes valores estão indicados num quadrado, no respectivo nó, na figura 14.2.14.b. Lembre-se que a continuidade de uma barra ou de um nó não rotulado representa uma ligação de 3º gênero (3 vínculos de ligação).

As ramificações (como o trecho CDE da figura 14.2.14) formadas por barras de forma qualquer, desde que tenham uma extremidade livre e a outra rigidamente engastada na estrutura, não mudam a classificação da estrutura original (Langendonck, 1958); em outras palavras, ramificações que não isolem completamente qualquer região do plano são estruturas isostáticas e não alteram a classificação da estrutura principal.

Estas ramificações podem ser facilmente calculadas como vigas em balanço, e os seus efeitos sobre a estrutura substituídos pelos esforços reativos na ligação (reação de apoio e momento de engastamento na ligação).

Desta forma, o pórtico pode ser calculado retirando-se a ramificação e introduzindo-se seus efeitos no ponto de sua ligação com a estrutura. Estes efeitos são uma força resultante e um momento externos. No caso, a força resultante, por praticidade, será decomposta segundo os eixos X e Y.

Desta forma, pela análise da estrutura, conclui-se que, globalmente, as três reações impedem as deslocabilidades da estrutura e que, localmente, nenhuma barra possui deslocamentos livres. Considerando-se o acima exposto, e como $g = 0$, conclui-se que se trata de uma estrutura isostática.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

45-2 Para as condições geométricas e de carregamento do pórtico, o apoio A estará sempre submetido a tração.

Resolução e Comentários:

A solução da assertiva 45-2 demanda o cálculo da reação do apoio 'A'. Para o cálculo das reações do pórtico, precisa-se antes conhecer os efeitos que a ramificação exerce no quadro, efeitos estes que correspondem aos esforços introduzidos pelo trecho CDE no ponto de contato deste trecho com o pórtico, isto é, no ponto C.

Assim, deve-se proceder inicialmente ao cálculo das reações da haste CDE no ponto C: (R_C , H_C e M_C).

A figura abaixo mostra o desmembramento da estrutura inicial em duas, implementa a nomenclatura relativa às barras e aos nós nos pontos de interesse, assim como arbitra as dimensões dos vãos, para que se possam efetuar os cálculos. Recomenda-se arbitrar os vãos na forma literal, para fins de análise e para manter compatibilidade com o problema apresentado.

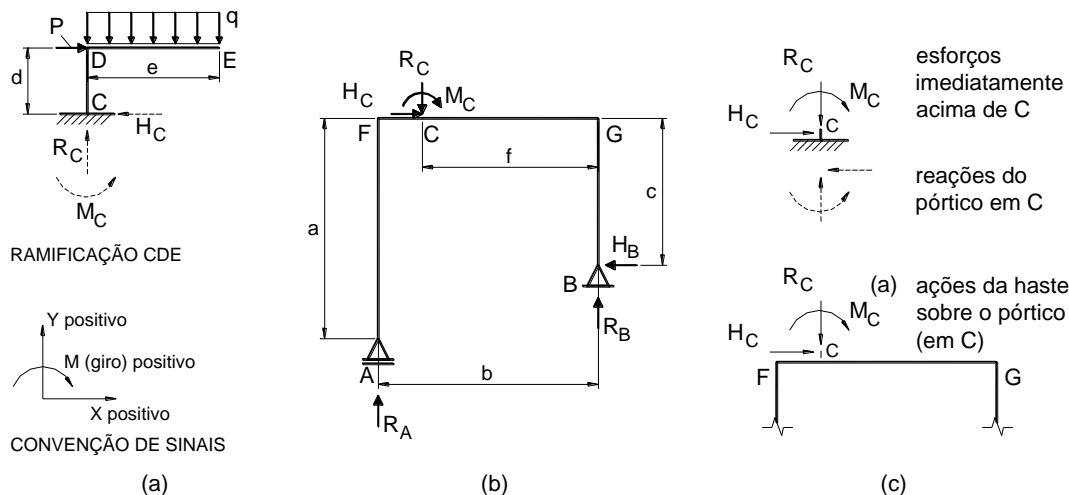


Fig. 14.2.15

— Cálculo dos esforços da ramificação no ponto C:

$$\sum M_C = 0 \rightarrow M_C = P \cdot d + q \cdot e^2 / 2, \text{ este momento tem giro no sentido horário;}$$

$$\sum X = 0 \rightarrow H_C = P;$$

$$\sum Y = 0 \rightarrow R_C = q \cdot e;$$

Assim as ações do trecho CDE no pórtico estão indicadas na figura 14.2.15.b.

— Cálculo das Reações de Apoio do Pórtico:

Para o cálculo das reações de apoio do pórtico utilizar-se-ão as seguintes equações da estática: $\sum M_B = 0$ (permite a determinação de R_A , pois no apoio A tem-se apenas uma reação incógnita), $\sum X = 0$ (para a determinação de H_B) e $\sum Y = 0$ (para a determinação de R_B).

$$\sum M_B = 0 \rightarrow R_A \cdot b + M_C - R_C \cdot f + H_C \cdot c = 0 \quad \rightarrow$$

$$R_A \cdot b = R_C \cdot f - M_C - H_C \cdot c \quad \rightarrow \quad R_A = (R_C \cdot f - M_C - H_C \cdot c) / b.$$

Desta forma, como o valor de R_A é o valor de uma soma de três valores, um positivo e dois negativos, não se pode afirmar com certeza se seu valor será positivo (compressão) ou negativo (tração). O sinal da reação irá depender dos módulos dos valores envolvidos que podem ser de tração ou de compressão.

Dica: atente-se, em questões de concursos públicos, para palavras como *sempre*, *nunca*, *pode*, etc. A assertiva 45-2 que diz “... estará *sempre* submetido à tração, é falsa. Se a mesma assertiva mencionasse “... *poderá* estar submetido à tração”, esta seria verdadeira!

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

45-3 Para as condições geométricas e de carregamento do pórtico, o apoio B estará sempre submetido a compressão.

Resolução e Comentários:

A reação R_B pode ser calculada, após o cálculo de R_A , impondo-se a condição $\sum Y = 0$.

$$\sum Y = 0 \rightarrow R_A + R_B - R_C = 0 \quad \rightarrow \quad R_B = R_C - R_A \quad \rightarrow$$

$$R_B = R_C - (R_C \cdot f - M_C - H_C \cdot c) / b \quad \rightarrow$$

$$R_B = R_C - R_C \cdot f / b + M_C / b + H_C \cdot c / b \quad \rightarrow$$

$$R_B = R_C (1 - f / b) + (M_C + H_C \cdot c) / b.$$

Desta forma, de acordo com a geometria do problema, $f < b \rightarrow (1 - f / b) > 0$, tem-se que o valor de R_B é composto pela soma de dois termos positivos, sendo, portanto, a reação R_B *sempre* positiva, o que corresponde a um esforço de compressão no apoio (vide sentido adotado para R_B na figura 14.2.15 e verifique que esta reação no sentido indicado comprime o apoio).

As assertivas 45-2, 45-3 e 45-5 poderiam ser resolvidas de outra forma, utilizando-se o princípio da superposição de efeitos. Esta forma de se resolver a questão é mais simples, mas requer mais experiência e sensibilidade estrutural do candidato. A solução consiste na determinação das reações do quadro bi-apoiado separadamente para cada um dos três carregamentos ao qual o quadro está submetido, como indicado na figura abaixo.

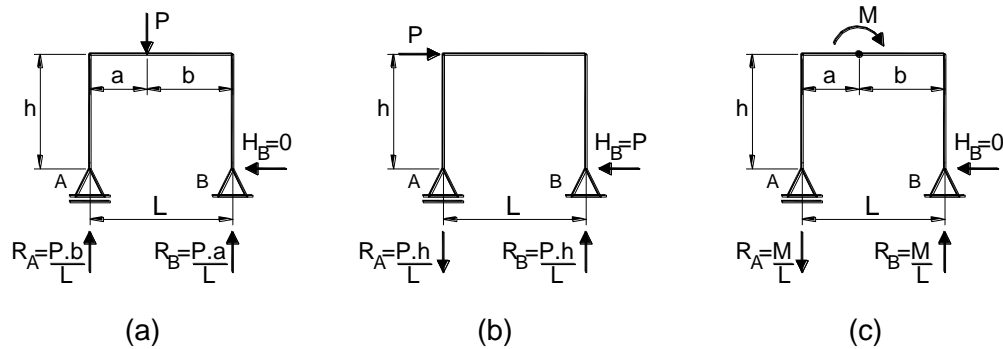


Fig. 14.2.16

Analisando os sentidos de R_A nos três casos de carregamento, verifica-se que existem vetores em sentidos opostos (positivos e negativos), donde pode se concluir que o vetor resultante não será sempre de tração, e seu sentido resultante dependerá do módulo de cada vetor.

Da mesma forma, verifica-se que no caso da reação R_B os vetores possuem o mesmo sentido para os três casos de carregamento, e, assim, pelo princípio da superposição de efeitos pode-se concluir que esta reação, para o carregamento indicado, será sempre de compressão, independentemente do módulo das ações envolvidas.

Para a determinação da reação horizontal (assertiva 45-5), analisando-se os três casos de carregamento indicados na figura 14.2.16, verifica-se que o caso do diagrama 14.2.16.b é o único que possui a reação horizontal não nula, e que esta tem o mesmo módulo e sentido oposto ao da carga horizontal atuante.

O cálculo de pórticos bi-articulados para alguns casos fundamentais de carregamento foram apresentados na figura 8.5.19, onde estão indicados os valores das reações de apoio e dos diagramas DMF, DEC e DEN. Os valores indicados representam a solução literal para estes pórticos.

É importante dominar este conteúdo, pois muitas questões de concursos públicos podem ser resolvidas através destes casos fundamentais, utilizando-se, se necessário, o método da superposição de efeitos. Da mesma forma, estão indicados na figura 8.5.11 o cálculo de vigas bi-apoiadas para alguns casos fundamentais de carregamentos.

Dica: resolva novamente os pórticos da figura 8.5.19 e as vigas da figura 8.5.11; resolva agora!

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

45-4 No trecho CD, a fibra externa do material, imediatamente acima e à esquerda do ponto C, está submetida a tração.

Resolução e Comentários:

Os esforços imediatamente acima do ponto C já foram calculados acima, e seus valores assim como os sentidos de atuação destes e os respectivos diagramas de estado estão indicados na figura abaixo.

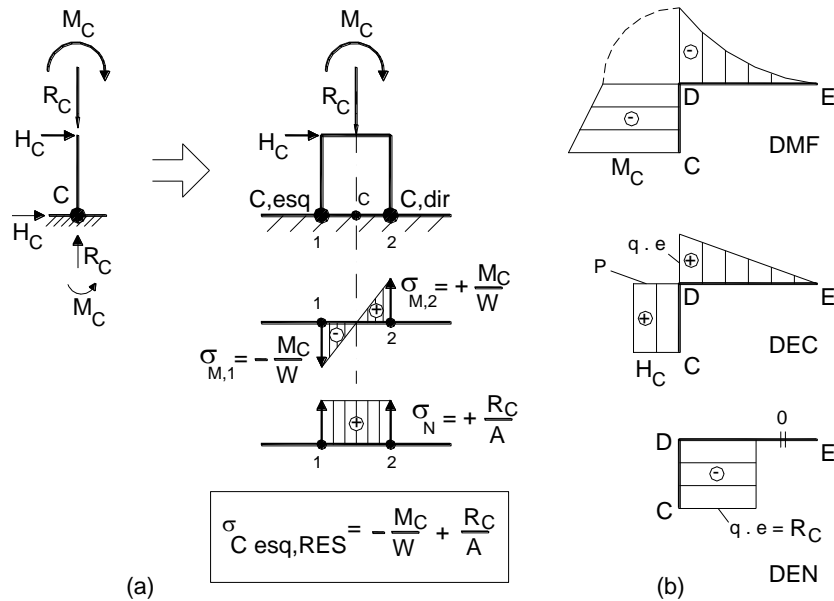


Fig. 14.2.17

Observe-se que o ponto considerado está submetido a todos os três tipos de esforços possíveis para uma estrutura plana com carregamento coplanar, quais sejam o momento fletor, o esforço cortante e o esforço normal.

Esforços cortantes produzem tensões tangenciais e para os casos usuais de carregamento estas tensões não influenciam significativamente as tensões normais.

Esforços normais produzem tensões normais de tração ou de compressão. No caso em questão, onde o esforço normal é de compressão, as tensões produzidas na seção serão de compressão.

Um esforço de flexão (momento fletor) produz na seção transversal tensões de compressão numa fibra extrema e tensões de tração na outra fibra extrema (figura 14.2.17).

Assim, a tensão normal resultante à esquerda e imediatamente acima do ponto C será a soma de uma tensão de tração $\sigma_{M,1}$ (devida à flexão) com uma tensão de compressão σ_N (devida ao esforço normal de compressão). Em função da geometria do pórtico e pela disposição do carregamento aplicado, especialmente pelo fato de que o carregamento distribuído que produz tensão de compressão no ponto C está situado num balanço que produz também tensões de flexão no mesmo ponto, devendo estas últimas superar as primeiras quando se consideram as proporções dos vãos apresentados na figura, conclui-se que, no trecho CD, a fibra externa do material, imediatamente acima e à esquerda do ponto C, deverá estar submetida à tração.

Esta conclusão, entretanto, só pode ser feita levando-se em consideração os fatores acima expostos, o que envolve alguma subjetividade. No caso especial em que “P” e “e” possuam um valor muito baixo e que “q” possua um valor muito elevado, a tensão resultante poderia ser de compressão!

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

45-5 A reação horizontal no apoio B é igual à carga P.

Resolução e Comentários:

Uma força é completamente determinada por seu módulo, direção e sentido. A reação H_B tem módulo e direção iguais ao da carga P, entretanto sentido oposto(!), conforme já fora calculado

acima (vide os sentidos de P e H_B na figura 14.2.15.b e/ou 14.2.16.b). Assim, a assertiva 45-5 não é totalmente verdadeira e nem falsa. Esta questão fora anulada.

Resposta (Gabarito Oficial): NULA (questão anulada)

QUESTÃO 46

Com relação a equipamentos para execução de obras civis, julgue os itens abaixo.

46-1 O elevador para transporte de materiais deve possuir trava de segurança para mantê-lo parado em suspensão, além de freio do motor.

Resolução e Comentários:

Conforme prescreve a NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da construção – em seu item 18.14.22.4, “Os elevadores de materiais devem dispor de: ... c) sistema de trava de segurança para mantê-lo parado em altura, além do freio motor;”.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

46-2 A grua é um equipamento para o transporte de materiais no canteiro de obras.

Resolução e Comentários:

A grua é um equipamento utilizado para o transporte horizontal e vertical de materiais no canteiro de obras. Este equipamento é constituído por uma torre metálica, um braço horizontal giratório (lança), motores de elevação e distribuição da translação da carga e possivelmente motor de translação para guas. Os materiais são suspensos por um cabo que pode alcançar diversos níveis em todas as direções.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

46-3 Em trabalhos de demolição, a plataforma de retenção de entulho — chama-lixo — deve ser instalada na horizontal, sob o pavimento onde está sendo executada a demolição e com balanço mínimo de 0,5 m.

Resolução e Comentários:

A NR 18 em seu item 18.5.10 prescreve: “Durante a execução de serviços de demolição, devem ser instaladas, no máximo, a dois pavimentos abaixo do que será demolido, plataformas de retenção de entulhos, com dimensão mínima de 2,50m (dois metros e cinquenta centímetros) e inclinação 45° (quarenta e cinco graus), em todo perímetro da obra.”

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

46-4 No canteiro de obras, a betoneira deve estar localizada sob a área de projeção da construção, para minimizar a distância de transporte.

Resolução e Comentários:

No canteiro de obras, a betoneira deve estar localizada próxima ao depósito dos insumos que entram na composição de concretos e argamassas, tais como areia e brita, que se situam fora da área de projeção da construção, de forma a minimizar a distância de transporte. A betoneira deve ter seu posicionamento prioritariamente próximo às baias de insumos, pois o número de viagens entre a betoneira e as baias é superior ao de viagens entre a betoneira e o guincho.

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

46-5 O duto utilizado para o despejo de entulho de demolição em estruturas altas deve ser posicionado externamente à construção, ao longo da sua altura, e fixado a ela apenas no seu ponto mais alto, para minimizar solicitações indesejadas sobre a estrutura.

Resolução e Comentários:

A NR 18 em seu item 18.5.8 prescreve: “A remoção de entulhos, por gravidade, deve ser feita em calhas fechadas de material resistente, com inclinação máxima de 45° (quarenta e cinco graus), fixadas à edificação em todos os pavimentos.”

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

QUESTÃO 47

Julgue os itens subsequentes, relacionados a estruturas de contenção de escavações.

47-1 A ficha de uma estrutura de contenção é a espessura das pranchas de madeira utilizadas em escoramentos estroncados com perfis metálicos.

Resolução e Comentários:

A ficha de uma estrutura de contenção corresponde à parte da cortina que se encontra enterrada e que se destina a conferir estabilidade ao sistema pela ação do empuxo passivo.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

47-2 As cortinas atirantadas são úteis no escoramento de escavações próximas a construções vizinhas.

Resolução e Comentários:

As cortinas atirantadas são úteis no escoramento de escavações próximas a construções vizinhas, porque com a utilização deste sistema, que é pouco deformável, consegue-se conferir estabilidade e baixa deformabilidade ao sistema de contenção, não afetando assim a estabilidade de construções vizinhas, que poderia ocorrer caso houvesse a possibilidade de desconfinamento do solo adjacente à escavação.

Entretanto, deve-se ter em mente que os tirantes são usualmente executados da divisa para o interior do terreno vizinho. Assim, pode advir algum empecilho ou obstáculo à execução dos tirantes, tais como a necessidade de autorização para se construir no terreno vizinho e a possibilidade de interferência com fundações vizinhas (diretas ou profundas), respectivamente.

Resposta (Gabarito Oficial): **C** (assertiva Correta)

47-3 A lama bentonítica é eficiente para a estabilização de cavas em solos não-coesivos para a execução de paredes-diafragma.

Resolução e Comentários:

A lama bentonítica é um material constituído por bentonita e água. A bentonita é uma rocha vulcânica constituída de montmorilonita, um tipo de argilomineral.

A lama bentonítica possui uma propriedade denominada tixotropia: o seu estado físico é alterado pelo efeito da agitação; quando em repouso a lama é gelatinosa e, quando agitada esta se fluidifica.

Este material é largamente utilizado em escavações, como na execução de paredes diafragma. A lama se adere às paredes da escavação, formando uma película denominada *cake*, que tem efeito estabilizante, pois impede a desagregação das partículas da parede da escavação, especialmente as partículas de solos não coesivos, impedindo assim o desmoronamento da parede.

Para que o efeito estabilizante das lamas seja eficaz, devem-se observar as seguintes condições (www.fundesb.com.br/port/pt_04_m2.htm): a) a pressão hidrostática da lama no interior da escavação deve ser superior à exercida pelo lençol; b) a granulometria do terreno deve ser tal que impeça a dispersão da lama.

O emprego da lama bentonítica não impede a mobilização do atrito lateral entre a estaca e o terreno, efeito que, segundo pesquisas, pode ser considerado em sua plenitude. Ao contrário, verifica-se um aumento da resistência ao cisalhamento do solo na zona penetrada pela lama (*cake*).

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

47-4 A protensão de um tirante visa expandir o seu bulbo de ancoragem, de modo a aumentar a sua resistência ao arrancamento.

Resolução e Comentários:

Através do tirante transmite-se um esforço externo de tração para o terreno, o que se dá através do comprimento ancorado ou bulbo. Este comprimento ancorado, que corresponde ao trecho do tirante que recebe injeção de calda de cimento e tem contato com o solo (vide item 2.1.3, fig. 2.1.9), é definido em projeto, de forma a introduzir na cortina o esforço necessário ao equilíbrio do empuxo de terra que atua no muro de contenção.

A resistência ao arrancamento do tirante depende, dentre outros, do comprimento ancorado, das características de resistência do terreno e da força aplicada no tirante. A protensão do tirante *não* visa expandir o bulbo, que tem seu comprimento definido em projeto e, posteriormente, no processo executivo do tirante.

Resposta (Gabarito Oficial): E (assertiva Errada)

47-5 Para as mesmas condições geométricas e geotécnicas de uma escavação, em que ambas as soluções de escoramento possam ser utilizadas, a contenção em solo grampeado (ou pregado) é de execução mais fácil e mais rápida que a cortina atirantada.

Resolução e Comentários:

Abaixo, descrevem-se resumidamente as principais etapas executivas relativas às soluções de contenção em solo grampeado e em cortina atirantada, para que se possa estabelecer uma comparação entre estas duas soluções.

Solo Grampeado: O método executivo de uma contenção em solo grampeado tem como etapas principais, além da escavação: a perfuração, o grampeamento e o revestimento da face escavada.

a) A perfuração neste método pode ser feita com trados manuais ou se efetuar a cravação das barras de aço por percussão, utilizando-se martelotes pneumáticos;

b) Os grampos podem ser barras de aço comuns (CA-50) que podem ser cravadas por percussão ou serem chumbadas nos furos por calda de cimento injetada por gravidade ou por baixa pressão;

c) O revestimento da face escavada pode ser feito com concreto projetado armado com telas de aço eletrossoldadas.

Cortina atirantada: O método executivo de uma contenção em cortina atirantada tem como etapas principais, além da escavação: a perfuração, a instalação dos tirantes, a injeção da nata de cimento no fuste e a protensão dos tirantes.

a) A perfuração neste método é usualmente feita por perfuratrizes;

b) Os tirantes são barras de aço especiais ou cordoalhas inseridos em um tubo de PVC que se aderem a estes tubos por calda de cimento injetada por gravidade ou por baixa pressão;

c) A injeção de nata de cimento do fuste (formação do bulbo) é feita através da injeção de nata de cimento sob pressão, partindo-se da parte mais profunda do tirante;

d) Depois do tirante pronto e da colocação da placa de concreto, o tirante deve ser protendido, para o que se utilizam macacos hidráulicos. As placas de ancoragem de concreto armado requerem rigor em seu dimensionamento, visto que podem estar submetidas à punção, em função das elevadas cargas que podem ser introduzidas nos tirantes.

Comparando-se os dois processos executivos, verifica-se que o método do solo grampeado, relativamente ao método da cortina atirantada, requer para sua execução equipamentos de menor porte, mão-de-obra menos qualificada, seu método executivo apresenta maior produtividade e não necessita de equipamentos de protensão e de injeção de calda sob pressão.

Desta forma, a contenção em solo grampeado (ou pregado) é de execução mais fácil e mais rápida que a cortina atirantada.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

QUESTÃO 48

Julgue os itens que se seguem, referentes a características, tecnologia e medição de propriedades de concretos.

48-1 O ensaio brasileiro visa à determinação da resistência de concretos à tração.

Resolução e Comentários:

A resistência à tração de concretos pode ser determinada através dos seguintes ensaios: a) ensaio de tração na compressão diametral (*splitting test*) ou ensaio Brasileiro; b) ensaio de tração direta; c) ensaio de tração na flexão.

a) *Ensaio Brasileiro* (ensaio de tração por compressão diametral): desenvolvido pelo pesquisador brasileiro Lobo Carneiro, em 1943, este ensaio aplica em um corpo de prova de 15 cm por 30 cm uma compressão diametral, provocando sua ruptura por tração indireta (ruptura por fendilhamento);

b) *Ensaio de Tração Direta*: neste ensaio a resistência à tração do concreto é determinada aplicando-se no corpo de prova uma tração axial;

c) *Ensaio de Tração na Flexão*: também conhecido como ensaio por “carregamento nos terços”, neste a determinação da resistência à tração do concreto é feita submetendo-se um corpo de prova de seção transversal prismática à flexão. No trecho central de uma viga bi-apoiada carregada com cargas concentradas em seus terços, atuam apenas tensões de tração (vide figura 8.2.1).

Esta questão fora possivelmente anulada pelo fato de que, da forma como a assertiva fora escrita, possa se entender que o ensaio Brasileiro determine a resistência de concretos por tração, e se queria dizer que “o ensaio brasileiro visa à determinação da resistência à tração de concretos”!

Resposta (Gabarito Oficial): NULA (questão anulada)

48-2 As juntas de concretagem são pontos de fraqueza na estrutura. Uma junta inclinada em 45° com a horizontal apresenta uma queda de resistência menor que uma junta vertical.

Resolução e Comentários:

As juntas de concretagem ou de construção surgem quando se tem a necessidade de interromper o lançamento do concreto. Estas juntas deverão, em última instância, resistir aos

esforços aos quais estejam submetidas. Para tanto, diversos procedimentos relativos à sua execução e tratamento são recomendados, tais como:

- . As juntas devem ser dispostas perpendicularmente aos esforços de compressão;
- . As juntas devem localizar-se onde forem menores os esforços de cisalhamento;
- . Devem-se dispor as armaduras necessárias à transferência dos esforços;
- . O concreto deve ser perfeitamente adensado na região da junta, onde deve-se dispor uma forma para sua concretagem;
- . Deve-se remover a nata e fragmentos soltos do concreto da junta, e limpá-la antes da nova concretagem;

Sabe-se da resistência dos materiais e da teoria das estruturas que nas regiões do apoio de uma viga bi-apoiada atuam tensões cisalhantes que provocam tensões normais de compressão inclinadas a 45°. Nas regiões de vigas submetidas à flexão, tem-se que onde o momento fletor é máximo o esforço cortante é nulo, ocorrendo nesta situação tensões de compressão normais ao plano vertical. No caso de peças comprimidas, como os pilares, as tensões de compressão ocorrem em uma seção transversal horizontal, normal ao eixo da peça suposto vertical.

Desta forma e levando-se em consideração a primeira recomendação acima relativa ao procedimento executivo das juntas, não se pode afirmar que uma junta inclinada a 45° apresente maior ou menor queda de resistência do que uma junta vertical, pois a eficácia de uma junta vertical ou inclinada dependerá, dentre outros fatores, da região da estrutura em que a junta estiver situada.

Em geral, recomendam-se nas peças submetidas à flexão (vigas e lajes) juntas verticais nas regiões onde os esforços de cisalhamento são baixos.

Esta questão fora anulada.

Resposta (Gabarito Oficial): NULA (questão anulada)

48-3 O extensômetro elétrico — strain-gauge — serve para medir deformações em peças de concreto.

Resolução e Comentários:

O extensômetro elétrico — strain-gauge — é um sensor de deformações que pode ser utilizado para a medição de deformações em peças de concreto. Seu funcionamento baseia-se na variação da resistência de um material metálico que, ao se deformar, sua resistência varia de forma conhecida, obtendo-se assim a deformação do corpo.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

48-4 O ensaio de ultra-som é um ensaio destrutivo do concreto que visa verificar a sua integridade.

Resolução e Comentários:

Os ensaios realizados em estruturas de concreto armado podem ser classificados em destrutivos e não destrutivos. Os ensaios considerados não destrutivos são os que não acarretam a perda da capacidade resistente do elemento estrutural, os que não causam nenhum dano neste elemento ou que causam pequenos danos que podem ser reparados após o ensaio (Evangelista, 2002).

O ensaio de ultra-som visa estimar a uniformidade e a resistência à compressão do concreto, podendo detectar vazios ou descontinuidades no interior do mesmo, ou seja, verificar a sua integridade. Também pode ser utilizado para a investigação de danos causados pelo fogo, congelamento e agentes químicos.

Este método baseia-se no fato de que a velocidade de propagação das ondas ser função da qualidade do concreto, principalmente de fatores como o coeficiente de Poisson, o módulo de elasticidade, a massa específica e a presença de armaduras.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

48-5 O ensaio de esclerometria visa determinar o tempo de cura de concretos especiais.

Resolução e Comentários:

O ensaio de esclerometria é um ensaio não destrutivo que visa estimar a resistência à compressão do concreto, a uniformidade do concreto e pode ser utilizado para o monitoramento do desenvolvimento de sua resistência ao longo do tempo.

É feito utilizando-se um aparelho denominado esclerômetro, através do qual se aplica um impacto na superfície do concreto, e se estabelece uma relação entre o ricochete da massa aplicada no concreto e a sua resistência.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

QUESTÃO 49

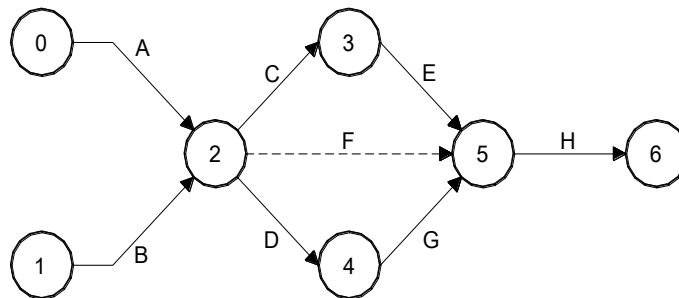


Fig. 14.2.18

Considere que o desenvolvimento de uma determinada etapa da construção de uma obra tenha a sua rede CPM esquematizada na figura acima. Julgue os itens abaixo, relativos a essa rede.

49-1 Na rede CPM, os círculos representam as atividades desenvolvidas.

Resolução e Comentários:

Numa rede CPM, o círculo representa um *evento*, que é um marco no tempo e indica o início ou a conclusão de uma atividade (e não a execução da mesma). Um evento não consome tempo nem recursos e é usualmente identificado por uma letra ou número colocado no interior do círculo representativo do evento.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

49-2 Na rede CPM, as setas indicam os eventos realizados.

Resolução e Comentários:

Numa rede CPM, a seta representa uma *atividade*, que corresponde à execução de um trabalho necessário para se chegar de um evento a outro. Uma atividade consome tempo e/ou recursos. É representada por uma seta que liga sempre dois eventos, o de início e o de término da atividade. Acima da seta (fig. 1.1.4), costuma-se indicar a denominação da atividade, e, abaixo, a sua duração (d).

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

49-3 O percurso crítico na rede é aquele que requer mais tempo para ser completado.

Resolução e Comentários:

O percurso crítico ou caminho crítico corresponde à sequência de atividades de um projeto cujo percurso requer *mais tempo* para ser completado. *No caminho crítico a folga é nula*. As atividades do caminho crítico podem ser representadas por uma linha mais espessa ou uma linha dupla.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

49-4 Os tempos despendidos entre “2” e “3” e entre “2” e “4” podem ser diferentes.

Resolução e Comentários:

Entre os eventos “2” e “3” tem-se a atividade “C” e entre os eventos “2” e “4” tem-se a atividade “D”. As diversas atividades na construção de uma obra requerem seus próprios recursos e tempos para serem executadas e não necessariamente precisam consumir o mesmo tempo.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

49-5 A atividade F não consome tempo nem recursos, sendo chamada de fictícia ou fantasma.

Resolução e Comentários:

Atividade fictícia ou atividade fantasma é uma atividade que não consome tempo nem recursos, é utilizada para manter a compatibilidade lógica da rede. É representada por uma seta pontilhada, assim como a atividade “F” da rede CPM apresentada na figura 14.2.18 acima.

Resposta (Gabarito Oficial): C (assertiva Correta)

QUESTÃO 50

As madeiras constituem materiais de construção extremamente importantes. Julgue os itens a seguir, relacionados à utilização de madeiras em construção civil.

50-1 O bolor, as fendas e a arqueadura são considerados defeitos da madeira.

Resolução e Comentários:

De acordo com Pfeil (1989), nós, fendas, gretas ou ventas, abaulamento, arqueadura, fibras reversas, esmoada ou quina morta, furos de larva, bolor e apodrecimento são defeitos das madeiras.

Outros autores, como Demarzo, não citam o bolor como defeito da madeira. Esta questão fora anulada.

Resposta (Gabarito Oficial): NULA (questão anulada)

50-2 A madeira para uso em construção deve possuir umidade elevada.

Resolução e Comentários:

Dentre as desvantagens da madeira podem-se citar a sua razoável sensibilidade às variações de umidade e o fato de que, se em ambiente muito úmido, ser atacável por microorganismos e fungos.

A umidade tem grande importância nas propriedades físicas e mecânicas da madeira que, para ser utilizada na construção civil, deve ser seca.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

50-3 O pinho-do-paraná é um tipo de madeira comumente utilizado em formas para concreto.

Resolução e Comentários:

O pinho-do-paraná, sob a forma de madeira serrada, foi largamente utilizado em formas para concreto em tempos passados, como na década de 1970. Posteriormente, passou a predominar, para a utilização em tal finalidade, a madeira compensada que é constituída de lâminas coladas de madeira, e para a qual fora usual o emprego do pinho-do-paraná em sua fabricação.

Esta questão fora anulada.

Atualmente, a disponibilidade de madeira vem diminuindo, e devido à escassez deste material outros vêm sendo utilizados como formas para concreto, como o plástico e os metais.

Resposta (Gabarito Oficial): NULA (questão anulada)

50-4 Toras de eucalipto ou aroeira não podem ser utilizadas como estacas de madeira devido aos seus baixos valores de resistência mecânica.

Resolução e Comentários:

Toras de eucalipto e aroeira possuem elevada resistência mecânica e não só podem como já foram muito utilizadas como estacas de madeira.

As estacas de madeira apresentam grande durabilidade, sem variação em sua resistência, desde que mantidas permanentemente imersas em água ou permanentemente secas (Demarzo).

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

50-5 Os aglomerados não podem ser utilizados como isolantes acústicos.

Resolução e Comentários:

Os painéis de madeira surgiram com as seguintes finalidades:

- . Reduzir as variações dimensionais da madeira;
- . Reduzir seu peso e custo;
- . Conservar as propriedades mecânicas, térmicas e acústicas da madeira.

Resposta (Gabarito Oficial): **E** (assertiva Errada)

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

GERAL

- [G.1] FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda; J.E.M.M., Editores LTDA. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.
- [G.2] FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Coordenação: Marina Baird Ferreira, Margarida do Anjos. 5. ed. Curitiba: Positivo, 2010.
- [G.3] HOUAISS, Antônio. **Dicionário Inglês-Português**. 15. ed. Rio de Janeiro: Record, 2005.
- [G.4] MARSÁ, Víctor (Dir. Geral). **Gran Dicionário: Español – Português, Português - Español**. Madrid: Espasa Calpe; SBS Editorial, 2001.

CAPÍTULOS 1, 11 e 13

- [1.1] ABNT. **Avaliação de Custos Unitários e preparo de Orçamento de Construção para Incorporação de Edifícios em Condomínio - Procedimento, NBR 12721**. Rio de Janeiro, 1999.
- [1.2] BERNARDES, Maurício Moreira e Silva. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2003. 190 p.
- [1.3] COELHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Planejamento e Controle de Custos nas Edificações**. 1. ed. São Luís: UEMA, 2006. 276 p.
- [1.4] GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil Brasileira**. 4.ed. São Paulo: Pini, 2004. 176 p.
- [1.5] GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras: (Notas de Aula – última revisão de 10/08/2007)**. UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2007. 43 p.
- [1.6] HORVATH Júnior, Miguel; HORVATH, Miriam V. Fiaux. **Direito Administrativo**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2008. 168 p.
- [1.7] ICHIHARA, Jorge de Araújo. **Um Método de Solução Heurístico para a Programação de Edifícios Altos de Múltiplos Pavimentos-tipo**. Florianópolis, 1998. Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Doutorado obtida em <http://www.eps.ufsc.br/teses98/ichihara/index.html> em 03/11/2009.
- [1.8] Lei Federal nº 8.666/93. Lei de Licitações e Contratos. Atualizada pelas Leis nº 8883 e 9032. Disponível em <http://www.planalto.gov.br>.
- [1.9] Lei Federal nº 10.520/2002. Modalidade de Licitação denominada Pregão. Disponível em <http://www.planalto.gov.br>.
- [1.10] LIMMER, Carl V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. 1. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1997. 225 p.
- [1.11] MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamentos de Obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. 1.ed. São Paulo: Pini, 2006. 281 p.
- [1.12] MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. 1.ed. São Paulo: Pini, 2010. 420 p.

- [1.13] MENDES JUNIOR, Ricardo. **Programação da Produção na Construção de Edifícios de Múltiplos Pavimentos**. Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.
- [1.14] MENDES JUNIOR, Ricardo; HEINECK, Luiz Fernando M. **Roteiro Para Programação da Produção com Linha de Balanço em Edifícios Altos**. ENEGEP, 1997.
- [1.15] MOREIRA, Luis Fernando. **O Procedimento Licitatório e suas Etapas**. Artigo obtido em <http://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/texto.asp?id=417> em 03/09/2009.
- [1.16] SCHRAMM, Fábio Kellermann; COSTA, Dayana Bastos; FORMOSO, Carlos Torres. **O Projeto do Sistema de Produção na Gestão de Empreendimentos de Interesse Social**. 2006. Artigo obtido em <http://www.antac.org.br/ambienteconstruido/pdf/revista/artigos/Doc124158.pdf> em 03/11/2009.
- [1.17] TISAKA, Maçahico. **Orçamento na Construção Civil: consultoria, projeto e execução**. 1.ed. São Paulo: Pini, 2006. 367 p.
- [1.18] VASCONCELOS, Robinson Ney. **Planejamento e Controle de Obras 1: Apostila da Disciplina Planejamento e Controle de Obras**. UFU – Universidade federal de Uberlândia, 1990. 21 p.
- [1.19] ZANOTELLO, Simone. **Distinção entre Modalidade e Tipo de Licitação**. Artigo obtido em <http://licitacao.uol.com.br/artdescricao.asp?cod=71> em 01/09/2009.

CAPÍTULO 2

- [2.1] ABNT. **Segurança de Escavação a Céu Aberto, NBR 9061**. Rio de Janeiro, 1985.
- [2.2] CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e suas aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1973. 2 v. Cap. 4, 5, 6, 21
- [2.3] CARDOSO, Francisco Ferreira. **Coberturas em Telhados: notas de aula**. USP – Universidade de São Paulo, 2000. 30 p.
- [2.4] EBRAMEM – Anais do 1º Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. **Telhados**. USP – EESC – SET – LaMEM. São Carlos, 1983.
- [2.5] HACHICH, W. et al. **Fundações: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Ed. Pini, 1998. Cap. 13, 14, 15, 17.
- [2.6] FRANKI. Parede Diafragma. Texto obtido em www.franki.com.br em 21 nov 2008.
- [2.7] MASSAD, Faíçal. **Escavações a céu aberto em solos tropicais: região centro-sul do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 96 p.
- [2.8] MOLITERNO, Antônio. **Caderno de Muros de Arrimo**. 1. ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1980. 194 p.
- [2.9] MOLITERNO, Antônio. **Caderno de Projetos de Telhados em Estruturas de Madeira**. 2. ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1992. 461 p.
- [2.10] TSCHEBOTARIOFF, Gregory Porphyriewitch. **Fundações, Estruturas de Arrimo de Obras de Terra**. 1. ed. Tradução: Eda Freitas de Quadros. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978. Cap. 7, 10, 11.
- [2.11] YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar**. 8. ed. São Paulo: Ed. Pini, 2007. Cap. 9.

CAPÍTULO 3

- [3.1] BAPTISTA, Cyro de Freitas Nogueira. **Pavimentação**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1976. 1 v.
- [3.2] BAPTISTA, Cyro de Freitas Nogueira. **Pavimentação**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1976. 2 v.
- [3.3] BAPTISTA, Cyro de Freitas Nogueira. **Pavimentação**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1976. 3 v.
- [3.4] CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1977. 2 v.
- [3.5] Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER – atual DNIT). **Especificação de serviço DNER-ES 280/97: Terraplenagem - cortes**. Rio de Janeiro, 1997. 6p.
- [3.6] Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER – atual DNIT). **Glossário de termos técnicos rodoviários**. Rio de Janeiro, 1997. 296p. (IPR. Publ., 700).
- [3.7] Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER – atual DNIT). **Manual de drenagem de rodovias**. Rio de Janeiro, 1990.
- [3.8] Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT). **Manual de pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006. 274p. (IPR. Publ., 719).
- [3.9] Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT). **Manual de pavimentos rígidos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005. 234p. (IPR. Publ., 714).
- [3.10] PITTA, Márcio Rocha. **Dimensionamento de pavimentos com camadas estabilizadas com cimento**. 4. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 1997. 68 p. (ET-70).
- [3.11] PITTA, Márcio Rocha. **Dimensionamento dos pavimentos rodoviários de concreto**. 10. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998. 44 p. (ET-14).
- [3.12] PITTA, Márcio Rocha. **Projeto de sub-bases para pavimentos de concreto**. 6. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998. 36 p. (ET-29).
- [3.13] Revista Técnica, números: 43, 65, 102, 126. São Paulo: PINI.
- [3.14] RICARDO, Hélio de Souza; CATALANI, Guilherme. **Manual Prático de escavação, terraplenagem e escavação de rocha**. 2.ed. São Paulo: Pini, 1990. 668 p.
- [3.15] SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de pavimentação**. 1. ed. São Paulo: Ed. Pini, 1997. 1 v.
- [3.16] SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de pavimentação**. 2. ed. São Paulo: Ed. Pini, 2001. 2 v.
- [3.17] SILVA, Paulo Fernando A. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos**. São Paulo: Ed. Pini, 2005. 114 p.
- [3.18] VARGAS, Milton; NETO, A. D. Ferraz Napoles. **Manual do engenheiro Globo**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1957. 4 v, cap. 1.

CAPÍTULO 4

- [4.1] BRITTO, Evandro Rodrigues de. **Tecnologias Adequadas ao Tratamento de Esgotos**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2004. 161 p.
- [4.2] Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio Ambiente (CETESB). **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. 2. ed. São Paulo, 1976. 549p.

- [4.3] DACACH, Nelson Gandur. **Saneamento Básico**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S/A, 1984. 293 p.
- [4.4] JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Synergia Editora, 2009. 940 p.
- [4.5] NETTO, Azevedo, et al. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1998. 667 p.
- [4.6] NEVES, Eurico. **Manual do engenheiro Globo**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1957. 4 v, cap. 5.
- [4.7] PIMENTA, Carlito Flávio. **Curso de Hidráulica Geral**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 1981.
- [4.8] PINTO, Nelson L. de Souza, et al. **Hidrologia Básica**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 278 p.
- [4.9] PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica básica**. 2. ed. São Carlos: EESC-USP, 1999. 540 p.
- [4.10] PORTO, Rubem La Laina; FILHO, Kamel Zahed; MARCELLINI, Silvana Susko. **PHD 307 - Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1999. 48 p.
- [4.11] RICHTER, Carlos A.; NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de Água: tecnologia atualizada**. 1. ed. São Paulo: Blücher, 1991. 332 p.
- [4.12] SOUZA, de José Leite. **Manual do engenheiro Globo**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1957. 4 v, cap. 8.
- [4.13] VIANNA, Marcos Rocha. **Hidráulica Aplicada às Estações de Tratamento de Água**. 5. ed. CD ROM.
- [4.14] VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

CAPÍTULO 5

- [5.1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. **Guia Básico de Utilização do Cimento Portland**. 7. ed. São Paulo, 2002. 28 p. (BT-106)
- [5.2] BAUER, L. A. Falcão {Coord.}. **Materiais de Construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994. 1 v.
- [5.3] BAUER, L. A. Falcão {Coord.}. **Materiais de Construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1994. 2 v.
- [5.4] GUIMARÃES, J. E. Passos. **A Cal – Fundamentos e Aplicações na Engenharia Civil**. 1. ed. São Paulo: Ed. Pini, 1997.
- [5.5] INSTITUTO BRASILEIRO DO PETRÓLEO – IBP. **Informações Básicas sobre Materiais Asfálticos**. Rio de Janeiro, 1980.
- [5.6] MARQUES, G. L. O. **Ensaio em Materiais Asfálticos: Pavimentação (TRN 032)**. UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora. Cap. 7.
- [5.7] OLIVEIRA, M. J. Estefano. **Materiais de Construção Civil: Notas de Aula – Aglomerantes Inorgânicos**. UNESP-FEG, 2004. 26 p.
- [5.8] PETRUCCI, Eládio G. R. **Manual do engenheiro Globo**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1957. 4 v, cap. 3.

- [5.9] PETRUCCI, Eládio G. R. **Materiais de Construção**. 1. ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1975. 435 p.
- [5.10] RIBEIRO, Carmem Couto; PINTO, J. D. Silva; STARLING, T. **Materiais de Construção Civil**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002. 102 p.
- [5.11] RODRIGUES, E. **Agregados: Capítulo I**. UFFRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2003. 18 p.
- [5.12] SELMO, Sílvia. **Materiais Betuminosos: Notas de Aula de Materiais de Construção Civil I (PCC 2339)**. USP, 1993 {última revisão 2002}. 27 p.

CAPÍTULO 6

- [6.1] ALONSO, Urbano Rodriguez. **Dimensionamento de Fundações Profundas**. 1. ed. São Paulo: Editora Blücher, 1989. 169 p.
- [6.2] BADILLO, E. Juarez; RODRIGUEZ, A. Rico. **Mecánica de Suelos: Tomo I – Fundamentos de La Mecánica de Suelos**. 3.ed. Mexico: Ed. Limusa, 1981. 642 p.
- [6.3] BADILLO, E. Juarez; RODRIGUEZ, A. Rico. **Mecánica de Suelos: Tomo II – Teoria e aplicaciones de La Mecánica de Suelos**. 2.ed. Mexico: Ed. Limusa, 1982. 704 p.
- [6.4] BADILLO, E. Juarez; RODRIGUEZ, A. Rico. **Mecánica de Suelos: Tomo III – Flujo de Agua em Suelos**. 1.ed. Mexico: Ed. Limusa, 1980. 414 p.
- [6.5] CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e suas aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1973. 1 v.
- [6.6] CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e suas aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1973. 2 v.
- [6.7] CINTRA, José Carlos A.; AOKI, Nelson. **Fundações por estacas: projeto geotécnico**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 96 p.
- [6.8] DAS, Braja M. **Fundamentos de Engenharia Geotécnica**. 6.ed. Tradução: All Tasks. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 562 p.
- [6.9] GENOVEZ, Ana Inês Borri. **Barragens de Concreto – Gravidade**. Apostila, 1987.
- [6.10] LAMBE, T. William; WHITMAN, Robert V. **Soil Mechanics, SI Version**. 1.ed. Wiley & Sons, 1979. 553 p.
- [6.11] MARANGON, X. **Tensões nos Solos: Mecânica dos Solos II**. UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora. Cap. 2.
- [6.12] MASSAD, Faïçal. **Obras de Terra: curso básico de geotecnia**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216 p.
- [6.13] ORTIGÃO, J. A. R. **Introdução à Mecânica dos Solos dos Estados Críticos**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1995. 378 p.
- [6.14] PINTO, Carlos de Souza. **Propriedades dos Solos**, in: **Fundações: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Ed. Pini, 1998. p.51-118.
- [6.15] PINTO, Carlos de Souza. **Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 aulas**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 355 p.
- [6.16] SCHNAID, Fernando. **Ensaio de campo e suas aplicações à engenharia de fundações**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 189 p.
- [6.17] TERZAGHI, Karl; PECK, Ralph B. **Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica**. 2.ed. Tradução: Oreste Moretto. Buenos Aires: El Ateneo, 1958. 681 p.

[6.18] TSUTSANNI, Mitsuo. **Hidráulica dos Solos: Mecânica dos Solos I** (TRN 018). UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora. Cap. 6, Cap. 8.

[6.19] VARGAS, Milton. **Introdução à Mecânica dos Solos**. Ed. da Universidade de São Paulo. São Paulo: McGraw-Hill, 1977. 509 p.

[6.20] VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Resende. **Fundações, volume 1: critérios de projeto: investigação do subsolo: fundações superficiais**. Nova Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 226 p.

[6.21] VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Resende. **Fundações, volume 2: fundações profundas**. Nova Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 569 p.

CAPÍTULO 7

[7.1] BORGES, Alberto de Campos. **Exercícios de Topografia**. 3. ed. São Paulo: Blücher, 1975. 192 p.

[7.2] BORGES, Alberto de Campos. **Topografia aplicada à Engenharia Civil**. 2. ed. São Paulo: Blücher, 1977. 191 p. 1 v.

[7.3] BORGES, Alberto de Campos. **Topografia aplicada à Engenharia Civil**. 1. ed. São Paulo: Blücher, 1992. 232 p. 2 v.

[7.4] CASACA, J.; MATOS, J.; BAILO, M. **Topografia Geral**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 208 p.

[7.5] GONÇALVES, J. A.; MADEIRA, M.; SOUSA, J. J. **Topografia, Conceitos e Aplicações**. 2. ed. Lisboa: LIDEL, 2008. 344 p.

[7.6] McCORMAC, Jack. **Topografia**. 5. ed. Tradução: Daniel Carneiro da Silva. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 391 p.

[7.7] MILANI, Erni José. **Apostila de Topografia**. 1. ed. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009. 90 p.

CAPÍTULO 8

[8.1] ALVES JÚNIOR, Alceu. **Teoria das Estruturas III: Notas de Aula**. UFU – Universidade Federal de Uberlândia – Departamento de Engenharia Civil. 1991.

[8.2] ANTAR NETO, Aref; *et al.* **Combinatória, matrizes e determinantes: noções de matemática**, vol 4. 1. ed. São Paulo: Ed. Moderna, 1979. 446 p.

[8.3] BEER, Ferdinand Pierre; RUSSEL JOHNSTON, Jr. **Resistência dos Materiais**. 2.ed. Tradução: Paulo Prestes Castilho. São Paulo: McGraw-Hill, 1989, 1982. 653 p.

[8.4] GASPARGAR, Octávio Ricardo. **Introdução à resistência dos materiais**. Campinas: Editora da Universidade de Campinas, 1977. 412 p.

[8.5] GESUALDO, Francisco A. Romero. **Teoria das Estruturas I: Notas de Aula**. UFU – Universidade Federal de Uberlândia – Departamento de Engenharia Civil. 1988.

[8.6] GORFIN, Bernardo; OLIVEIRA, Myriam Marques de. **Estruturas Isostáticas**. 3. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1982. 289 p.

[8.7] HIBBELER, Russell Charles. **Resistência dos Materiais**. 7.ed. Tradução: Arlete Simille Marques. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 637 p.

- [8.8] LANGENDONK, Telêmaco Van. **Resistência dos Materiais. Deformações**: curso de mecânica das estruturas. Rio de Janeiro: Editora Científica, 1960. 251 p.
- [8.9] LANGENDONK, Telêmaco Van. **Resistência dos Materiais. Tensões**: curso de mecânica das estruturas. Rio de Janeiro: Editora Científica, 1956. 286 p.
- [8.10] LANGENDONK, Telêmaco Van. **Vigas simples isostáticas**: curso de mecânica das estruturas. Rio de Janeiro: Editora Científica, 1955. 203 p.
- [8.11] LANGENDONK, Telêmaco Van. **Vigas articuladas, arcos e pórticos triarticulados**: curso de mecânica das estruturas. Rio de Janeiro: Editora Científica, 1958. 259 p.
- [8.12] PAULA, Joel Alves. **Teoria das Estruturas II**: Notas de Aula. UFU – Universidade Federal de Uberlândia – Departamento de Engenharia Civil. 1990.
- [8.13] QUEIROZ, Hércio Cândido. **Resistência dos Materiais I**: Notas de Aula. UFU – Universidade Federal de Uberlândia – Departamento de Engenharia Civil. 1989.
- [8.14] RADE, Raquel S. Leandro. **Resistência dos Materiais II**: Notas de Aula. UFU – Universidade Federal de Uberlândia – Departamento de Engenharia Civil. 1990.
- [8.15] ROCHA, Aderson Moreira. **Hiperestática Plana Geral**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Científica, 1954. 1 v.
- [8.16] SÜSSEKIND, José Carlos. **Curso de Análise Estrutural**: Deformações em estruturas. Método das forças. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1977. 2 v.
- [8.17] SÜSSEKIND, José Carlos. **Curso de Análise Estrutural**: Método das deformações. Processo de Cross. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Globo, 1978. 3 v.
- [8.18] TIMOSHENKO, Stephen P. **Resistência dos Materiais**. 3. ed. Tradução: José Rodrigues de Carvalho. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1977. 451 p.

CAPÍTULO 9

- [9.1] ABNT. **Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento, NBR 6118**. Rio de Janeiro, 2003.
- [9.2] ALMEIDA, Luiz Carlos de. **Solicitações Normais**: Cálculo no Estado Limite Último. UNICAMP – Faculdade de Engenharia Civil – Departamento de Estruturas. Setembro de 2002. 19 p.
- [9.3] CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: segundo a NBR 6118:2003. 2 ed. São Carlos: EdUFSCar, 2004. p. 19-63.
- [9.4] HASPARYK, Nicole Pagan. **Deformações por Retração e Fluência**, in: Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações / ed. G. C. Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005. 1 v. p.655-685.
- [9.5] MEHTA, Povindar Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 1. ed. Tradução: Cristina Borba. Revisores e Coordenadores: Nicole Pagan Hasparyk, Paulo Helene e Vladimir Antonio Paulon. São Paulo: IBRACON, 2008. p. 1-183.
- [9.6] MESQUITA FILHO, Júlio de. **Introdução ao Estudo do Concreto Armado**. UNESP – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Departamento de Engenharia Civil. Ilha Solteira, 2006. 41 p.
- [9.7] MOITA NETO, José Machado. **Reologia**. FAPEPI – Fundação de Amparo à Pesquisa do estado do Piauí. Março de 2006.

[9.8] MONIZ, Luiz A. C. Aragão Filho. **Materiais de Construção II**: Tecnologia da argamassa e do Concreto. IME – Seção de Ensino de Engenharia de Fortificação e Construção. 2008.

[9.9] MONTROYA, P. Jimenez. **Hormigon Armado**: Tomo I. 4. ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1969. p.67-117.

[9.10] PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS, Sandro P. **Estruturas de Concreto – Capítulo 2**. USP – EESC – Departamento de Engenharia de Estruturas, Março de 2004. 10 p.

[9.11] SÜSSEKIND, José Carlos. **Curso de Concreto**: Volume 1 – Concreto Armado. 2. ed. Porto Alegre – Rio de Janeiro: Ed. Globo, 1981. p.1-89.

CAPÍTULO 10

[10.1] ABNT. **Perícias de Engenharia na Construção Civil, NBR 13752**. Rio de Janeiro, 1996.

[10.2] CONFEA. **Resolução Nº 345, de 27 de julho de 1990**. 1990.

[10.3] FIKER, José. **Perícias e Avaliações de Engenharia – Fundamentos Práticos**. 1. ed. São Paulo: Liv. e Ed. Universitária de Direito, 2007. 127 p.

CAPÍTULO 11

Vide bibliografia do capítulo 1.

CAPÍTULO 12

Além de bibliografias mencionadas nos capítulos 6 e 9, foram utilizadas as seguintes:

[12.1] MILITITSKY, J; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. **Patologias das Fundações**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 207 p.

[12.2] NEVILLE, Adam Matthew. **Propriedades do Concreto**. 2. ed. Tradução: Eng. Salvador E. Giammusso. São Paulo: Pini, 1997. 828 p.

CAPÍTULO 13

Vide bibliografia do capítulo 1.

CAPÍTULO 14

[14.1] COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações Elétricas**. 5. ed. Revisão e adaptação técnica: José Aquiles Baesso Gromoni e Hilton Moreno. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 496 p.

[14.2] CRUZ, Eduardo Cesar Alves; ANICETO, Larry Aparecido. **Instalações Elétricas: Fundamentos, Prática e Projetos em Instalações Residenciais e Comerciais**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2011. 432 p.

[14.3] NEGRISOLI, Manoel E. M. **Instalações Elétricas: projetos prediais em baixa tensão**. 3. ed. São Paulo: Blücher, 1987. 178 p.

[14.4] NISKIER, Julio; MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Elétricas**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 455 p.

[14.5] PRYSMIAN. **Instalações Elétricas Residenciais**. Manual obtido em [HTTP://www.prysmian.com.br/export/sites/prysmian-ptBR/energy/pdfs/Manualinstalacao.pdf](http://www.prysmian.com.br/export/sites/prysmian-ptBR/energy/pdfs/Manualinstalacao.pdf) em 28 set 2011.

[14.6] SOUZA, Ronimack Trajano; COSTA, Edson Guedes. **Instalações Prediais**. Universidade Federal de Campina Grande: Laboratório de Instalações Elétricas. Campina Grande, 2004. 29 p.

ANEXOS

[A.1] ANTAR NETO, Aref; *et al.* **Trigonometria**: noções de matemática, vol 3. 1. ed. São Paulo: Ed. Moderna, 1979. 314 p.

[A.2] ANTAR NETO, Aref; *et al.* **Geometria**: noções de matemática, vol 5. 1. ed. São Paulo: Ed. Moderna, 1982. 452 p.

[A.3] ANTAR NETO, Aref; *et al.* **Geometria Analítica**: noções de matemática, vol 6. 1. ed. São Paulo: Ed. Moderna, 1980. 445 p.

[A.4] ANTAR NETO, Aref; *et al.* **Introdução à Análise Matemática**: noções de matemática, vol 8. 1. ed. São Paulo: Ed. Moderna, 1985. 399 p.

[A.5] AYRES JR, Frank. **Cálculo Diferencial e Integral**. 1.ed. Tradução: José Rodrigues de Carvalho. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1981. 371 p.

[A.6] YOSHIZANE, Hiroshi Paulo. **Resistência e Estática das Estruturas: ST- 511**. UNICAMP, 2007. 52 p.

[A.7] INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Sistema Internacional de Unidades – SI**. 8 ed. (revisada). Rio de Janeiro, 2007. 114 p. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/Si.pdf>. Acesso em: 01 de junho de 2011.

NORMAS DA ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

ABNT. **NBR 6118:2007 – Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT. **NBR 14931:2004 – Execução de Estruturas de Concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT. **NBR 5739:2007 – Concreto - Ensaio de Compressão de Corpos-de-prova Cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT. **NBR 6122:2010 – Projeto e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT. **NBR 6502:1995 – Rochas e Solos**. Rio de Janeiro, 1995.

ABNT. **NBR 8036:1983 – Programação de Sondagens de simples reconhecimento de solos para fundações de edifícios - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1983.

ABNT. **NBR 6484:2001 – Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de Ensaio**. Rio de Janeiro, 2001.

ABNT. **NBR 9603:1986 – Sondagem a Trado - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1986.

ABNT. **NBR 8800:2008 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas mistas de Aço e Concreto de Edifícios.** Rio de Janeiro, 2008.

ABNT. **NBR 5626:1998 – Instalação Predial de Água Fria.** Rio de Janeiro, 1998.

ABNT. **NBR 8160:1999 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução.** Rio de Janeiro, 1999.

ABNT. **NBR 12218:1994 – Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público – Procedimento.** Rio de Janeiro, 1994.

ABNT. **NBR 9648:1986 – Estudo de concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário - Procedimento.** Rio de Janeiro, 1986.

ABNT. **NBR 7229:1997 – Projeto, Construção e Operação de Sistemas de Tanques Sépticos.** Rio de Janeiro, 1997.

ABNT. **NBR 12693:2010 – Sistemas de proteção por extintores de incêndio.** Rio de Janeiro, 2010.

ABNT. **NBR 13714:2000 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndios.** Rio de Janeiro, 2000.

ABNT. **NBR 13752:1996 – Perícias de Engenharia na Construção Civil.** Rio de Janeiro, 1996.

ABNT. **NBR 12721:2006 – Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2006.

ABNT. **NBR 9935:2011 – Agregados - Terminologia.** Rio de Janeiro, 2011.

ABNT. **NBR 11682:2009 – Estabilidade de Encostas.** Rio de Janeiro, 2009.

ABNT. **NBR NM 248:2003 – Agregados – Determinação da Composição Granulométrica.** Rio de Janeiro, 2003.

ABNT. **NBR NM 43:2003 – Cimento Portland – Determinação da Pasta de Consistência Normal.** Rio de Janeiro, 2003.

ABNT. **NBR NM 65:2003 – Cimento Portland – Determinação do Tempo de Pega.** Rio de Janeiro, 2003.

ABNT. **NBR 7215:1996 – Cimento Portland – Determinação da Resistência à Compressão.** Rio de Janeiro, 1996.

ABNT. **NBR 9205:2001 – Cal Hidratada para Argamassas – Determinação da Estabilidade.** Rio de Janeiro, 2001.

ABNT. **NBR 9206:2003 – Cal Hidratada para Argamassas – Determinação da Plasticidade.** Rio de Janeiro, 2003.

ABNT. **NBR 9207:2000 – Cal Hidratada para Argamassas – Determinação da capacidade de Incorporação de Areia no Plastômero de Voss.** Rio de Janeiro, 2000.

ABNT. **NBR 9289:2000 – Cal Hidratada para Argamassas – Determinação da Finura.** Rio de Janeiro, 2000.

ABNT. **NBR 9290:1996 – Cal Hidratada para Argamassas – Determinação da Retenção de Água – Método de Ensaio.** Rio de Janeiro, 1996.

ABNT. **NBR 13207:1994 – Gesso para Construção Civil – Especificação.** Rio de Janeiro, 1994.

ABNT. **NBR 7211:2009 – Agregados para Concreto – Especificação.** Rio de Janeiro, 2009.

- ABNT. **NBR NM 248:2003 – Agregados – Determinação da Composição Granulométrica.** Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT. **NBR NM 51:2001 – Agregado Graúdo – Ensaio de Abrasão “Los Angeles”.** Rio de Janeiro, 2001.
- ABNT. **NBR 9290:1996 – Cal Hidratada para Argamassas – Determinação da Retenção de Água – Método de Ensaio.** Rio de Janeiro, 1996.
- ABNT. **NBR 6576:2007 – Materiais Asfálticos – Determinação da Penetração.** Rio de Janeiro, 2007.
- ABNT. **NBR 6560:2008 – Materiais Betuminosos – Determinação do Ponto de Amolecimento – Método do Anel e Bola.** Rio de Janeiro, 2008.
- ABNT. **NBR 14950:2003 – Materiais Betuminosos – Determinação da Viscosidade Saybolt Furol.** Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT. **NBR 6293:2001 – Materiais Betuminosos – Determinação da Ductilidade.** Rio de Janeiro, 2001.
- ABNT. **NBR 8522:2008 – Concreto – Determinação do Módulo Estático de Elasticidade à Compressão.** Rio de Janeiro, 2008.
- ABNT. **NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.** Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT. **NBR 5444:1989 – Símbolos Gráficos para Instalações Elétricas Prediais.** Rio de Janeiro, 1989.
- ABNT. **NBR 5413:1992 – Iluminância de Interiores.** Rio de Janeiro, 1992.
- ABNT. **NBR 5738:2003 – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.** Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT. **NBR 7212:1984 – Execução de Concreto Dosado em Central.** Rio de Janeiro, 1984.
- ABNT. **NBR 9062:2006 – Projeto e Execução de Estruturas de concreto Pré-moldado.** Rio de Janeiro, 2006.
- ABNT. **NBR 7584:1995 – Concreto Endurecido – Avaliação da Dureza Superficial pelo Esclerômetro de Reflexão.** Rio de Janeiro, 1995.
- ABNT. **NBR 6123:1988 – Forças devidas ao Vento em Edificações.** Rio de Janeiro, 1988.
- ABNT. **NBR 8953:2009 – Concreto para fins Estruturais - Classificação pela Massa Específica, por grupos de Resistência e Consistência.** Rio de Janeiro, 2009.
- ABNT. **NBR 6627:1981 – Pregos comuns e Arestas de Aço para Madeiras.** Rio de Janeiro, 1981.
- ABNT. **NBR 12551:2002 – Madeira Serrada - Terminologia.** Rio de Janeiro, 2002.
- ABNT. **NBR 9050:2004 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT. **NBR 15220-2:2005 – Método de Cálculo da Transmitância Térmica, da Capacidade Térmica, do Atraso Térmico e do Fator Solar.** Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT. **NBR 7187:2003 – Projeto de Pontes de Concreto Armado e de Concreto Protendido - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT. **NBR 7188:1984 – Carga Móvel em Ponte Rodoviária e Passarela de Pedestre.** Rio de Janeiro, 1984.
- ABNT. **NBR 10151:2003 – Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2003.

ABNT. **NBR 10821:2011 –Esquadrias externas para edificações**. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT. **NBR 12209:2011 – Elaboração de Projetos Hidráulico-sanitários de Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários**. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT. **NBR 12655:2006 – Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2006.