

## CONCURSO PÚBLICO – 05/2025

### Área de Conhecimento: Instalações Prediais e Sistemas Construtivos

#### PROVA ESCRITA – PADRÃO DE GABARITO

##### QUESTÃO 1

A treliça é um sistema estrutural composto por barras lineares unidas em nós articulados, formando triângulos que garantem estabilidade geométrica. Suas barras trabalham predominantemente à tração e compressão simples, o que torna o sistema muito eficiente no uso de material. As cargas devem ser aplicadas nos nós; quando aplicadas nas barras, surgem esforços de flexão que prejudicam o desempenho e aumentam o dimensionamento. Treliças são amplamente empregadas em estruturas de grandes vãos, como coberturas, pontes e pisos industriais.

Já a viga Vierendeel é formada por quadros rígidos com montantes verticais e nós rígidos. Nesse sistema, as barras são solicitadas simultaneamente a esforços axiais (tração ou compressão), além de esforço cortante e momento fletor, o que resulta em maior consumo de material quando comparado a uma treliça submetida às mesmas cargas e vãos. Em contrapartida, proporciona grandes aberturas em sua alma, permitindo a passagem de instalações e uma solução visual mais leve, sendo útil em vigas de transição, coberturas e pavimentos.

Quanto aos materiais, treliças utilizam principalmente aço e madeira, já que precisam resistir com eficiência a esforços axiais. No aço, cabos podem ser usados nas barras tracionadas e perfis tubulares ou cantoneiras para barras comprimidas ou tracionadas; na madeira, utilizam-se seções maciças retangulares ou quadradas. Para as Vierendeel, a necessidade de nós rígidos favorece o uso de aço e concreto armado moldado no local. Suas barras devem apresentar seções eficientes à flexão, como perfis retangulares e perfis H (aço) ou seções retangulares de concreto armado.

Referência utilizada:

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. A concepção estrutural e a arquitetura. 6. ed. São Paulo: Zigurate, 2010. 271 p. ISBN 8585570032.

Capítulo 2 — Análise dos Sistemas Estruturais Básicos sob os Aspectos do Comportamento Físico e dos Materiais.

Páginas 103–110.

## QUESTÃO 2

O candidato deve abordar três tipos de laje. O conteúdo relacionado a esta questão está disposto em: REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. Bases para projeto estrutural na arquitetura. 2. ed. São Paulo: Zigurate, 2008. Parte II – Cap. 2 – Sistemas estruturais de concreto. p. 151–186. A seguir, apresenta-se um modelo de resposta para cada sistema de laje estudado no referido capítulo. Os esquemas gráficos comparativos entre os sistemas de lajes são apresentados na referência.

1 - Laje Maciça: placa de concreto armado cujo plano geralmente é horizontal, podendo algumas vezes apresentar pequenas inclinações, como quando utilizadas em coberturas. As lajes devem ser apoiadas em vigas localizadas no seu contorno, ou seja, vigas periféricas. O comportamento real de uma laje maciça é complexo, porém pode ser representado por modelos simplificados que facilitam o dimensionamento. Assume-se que ela se deforma predominantemente por flexão, e essa deformação ocorre de forma diferente conforme as proporções do painel. Se o vão maior  $L \geq 2$  vezes o menor  $l$ , a flexão ocorre principalmente na direção do menor vão, caracterizando uma laje unidirecional. Se  $L < 2l \rightarrow$  a laje trabalha nas duas direções, recebendo o nome de laje bidirecional. Assim, a distribuição das armaduras é diretamente condicionada a essa relação de vãos. No caso de balanços, as lajes são sempre armadas em uma só direção. A laje maciça é indicada quando os vãos são pequenos ou médios, há regularidade geométrica do painel, e pretende-se facilidade de execução com formas simples. É também adequada quando há presença de cargas mais elevadas, pois sua espessura contínua favorece capacidade resistente e rigidez. Como a laje trabalha essencialmente à flexão, nas regiões centrais (momentos positivos), as armaduras principais devem ser posicionadas na face inferior. Nas regiões próximas aos apoios (momentos negativos), as armaduras devem ser colocadas na face superior. A direção das barras principais corresponde à direção em que ocorre a maior deformação por flexão. Na direção transversal à principal, posicionam-se armaduras de distribuição, que colaboram na contenção de fissuras, participam da redistribuição de esforços, e auxiliam no funcionamento conjunto da laje. Em bordas livres, apoios interrompidos ou balanços, é necessário reforço complementar na face superior devido ao surgimento de momentos negativos.

2 - Laje Nervurada: utilizada como alternativa estrutural quando as lajes maciças tornam-se muito espessas em função do aumento dos vãos. Como o concreto não resiste à tração e grande parte da seção tracionada torna-se estruturalmente inútil, é possível eliminar esse volume sem comprometer a capacidade resistente da laje. As lajes nervuradas reduzem significativamente o peso próprio da estrutura, mantendo boa rigidez e economia de materiais. Esse tipo de laje é constituído por uma mesa superior de concreto, que trabalha na compressão, e por nervuras inferiores, que concentram as armaduras, funcionando como uma sequência de vigas T paralelas. O comportamento estrutural da laje nervurada ocorre predominantemente por flexão na direção das nervuras, o que caracteriza uma laje unidirecional. Quando a laje nervurada é apoiada em vigas, funciona de modo semelhante à laje maciça, porém de maneira mais econômica, especialmente em vãos superiores a 7 metros, onde as reduções de peso se tornam relevantes para vigas, pilares e fundações. No que se refere aos critérios de uso, um uso bastante comum dá-se em edifícios de escritórios, onde a inexistência de pilares internos e de vedações fixas é muito interessante. O uso das lajes nervuradas permite grandes vãos, resultando em grandes espaços livres. O uso deste tipo de laje em projetos residenciais ocorre com menos frequência, a não ser quando as lajes devem vencer vãos maiores (a partir de 7,0 m). Quanto à armadura, as nervuras são armadas como vigas, com barras longitudinais posicionadas na zona tracionada para resistir ao momento fletor e estribos responsáveis pelo esforço cortante. A mesa superior é armada como

uma laje maciça, com armadura de distribuição ortogonal à direção das nervuras, normalmente constituída por telas soldadas. Nas nervuras muito altas, acima de 60 cm, recomenda-se armadura adicional para controle da retração e fissuração.

3 – Lajes nervuras em duas direções ou Laje grelha: Analogamente às lajes maciças, que podem ser armadas em cruz, as lajes compostas de nervuras podem também ser armadas em duas direções. Neste caso, em vez de serem denominadas lajes nervuradas em duas direções recebem simplesmente o nome de grelha. A grelha pode ser comparada à laje maciça armada em cruz. Como nesta, a grelha apresenta esforços significativos nas duas direções. As grelhas, por esta razão, são predominantemente usadas quando os espaços tendem para o quadrado. O uso da grelha é interessante quando o maior vão é menor ou igual ao dobro do menor, e começa a ser economicamente viável para vãos acima de 7,0 x 7,0 m. As armações usadas nas grelhas são semelhantes àquelas usadas nas lajes nervuradas só que, obviamente, nas duas direções.

4 – Lajes pré-moldadas: Alguns elementos como a armação e parte das fôrmas chegam à obra já prontos. Outros, como o concreto da capa e os cimbramentos, são executados in loco. Pela facilidade na sua execução e o consumo de pouca madeira na execução da fôrma, este tipo de laje apresenta-se como a solução mais econômica para vãos até 7,0 m. É também competitiva para vãos maiores. Os componentes da laje pré-moldada ou simplesmente laje pré, são: Vigota de concreto armado, cuja função é conter a armação e servir também de forma; bloco cerâmico, de concreto ou de isopor, com função exclusiva de forma; Concreto lançado no local (capa), com a função de colaborar na resistência à compressão da laje. As dimensões das vigotas são praticamente as mesmas para quaisquer vãos. Variam apenas o constante e altura variável, conforme o vão. Os blocos apresentam largura constante e altura variável, conforme o vão e o carregamento a ser vencido pela laje. A laje pré é uma laje nervurada de tipo caixão perdido. O conjunto vigota mais bloco compõe a nervura T. Apresenta comportamento semelhante ao da laje nervurada. Economicamente, esse tipo de laje pode ser usado para vãos de até 7,0 m. Em edifícios altos, a laje pré é pouco usada em razão da dificuldade de transporte vertical.

5 – Lajes cogumelo: De maneira geral, denomina-se laje cogumelo à placa de concreto armado apoiada diretamente sobre pilares. É conhecida também como laje sem viga. Neste tipo de laje, se desenvolverão na placa momentos fletores ao longo de círculos concêntricos ao pilar, denominados momentos fletores tangenciais, e ao longo de linhas radiais, os momentos fletores radiais. Já que as direções dos esforços de flexão são radial e tangencial, a armação ideal para absorver as trações provocadas pelos momentos fletores deveria seguir as linhas radiais e concêntricas. Contudo, não é prático. Assim, usa-se um modelo simplificado. Ocorrem momentos fletores negativos na região dos pilares e positivos nos vãos. Portanto, as armações negativas são reforçadas junto aos pilares e as positivas, no meio dos vãos. Por não ter vigas, a laje cogumelo fica sujeita a altas tensões de cisalhamento junto aos pilares. Esse fenômeno recebe o nome de punção. Dependendo da intensidade da tensão de punção, o pilar pode furar a laje. Três são as formas de evitar a punção. Uma é o aumento da espessura da laje (solução antieconômica), outra é o aumento da dimensão do pilar, e a última – a mais usada – é a execução do capitel. O capitel é um espessamento da laje apenas nas proximidades do pilar. Por não ter vigas, que representam descontinuidade na execução das formas e armações, a laje cogumelo é de fácil execução, principalmente se comparada a outros tipos. Também por não necessitar de vigas, a laje cogumelo adapta-se bem a formas bastante irregulares. A laje cogumelo apresenta a possibilidade de uma distribuição livre dos pilares, o que pode ser muito interessante do ponto de vista arquitetônico. Entretanto, a laje cogumelo pode apresentar desvantagem econômica, em razão de exigir um consumo alto de concreto e de aço.

### QUESTÃO 3

Segundo Carvalho Júnior (2017), os circuitos correspondem às linhas internas de distribuição de energia elétrica, responsáveis por levar a energia desde o ponto de entrada até os equipamentos de utilização. Esses circuitos são classificados em dois tipos principais: circuitos de distribuição e circuitos terminais. Os circuitos de distribuição se originam no quadro de medição e alimentam os quadros terminais ou outros quadros de distribuição, sendo também chamados de alimentadores ou subalimentadores. Já os circuitos terminais partem do quadro de distribuição e chegam diretamente aos pontos de utilização, como iluminação, tomadas e equipamentos diversos. Esses circuitos terminais podem ser exclusivos para iluminação, quando alimentam somente pontos de luz; podem ser destinados às tomadas de uso geral (TUG) e específico (TUE); ou ainda podem ser individuais para motores.

A divisão da instalação em circuitos terminais é fundamental para facilitar a manutenção, melhorar o desempenho do sistema, reduzir interferências entre equipamentos, evitar quedas excessivas de tensão e possibilitar um correto dimensionamento dos condutores e dispositivos de proteção. A iluminação deve ser separada das tomadas e estas devem ser organizadas de forma setorizada, especialmente em edificações residenciais. Além disso, equipamentos com potência igual ou superior a 1.200 W em redes de 127 V, ou 2.500 W em redes de 220 V, devem ser alimentados por circuitos exclusivos e devidamente aterrados. No dimensionamento da bitola dos condutores, considera-se a potência instalada em cada circuito, de modo a não exceder os limites seguros estabelecidos pela norma e pelos dispositivos de proteção. Para tensão de 127 V, recomenda-se um limite de até 1.200 W por circuito, enquanto para 220 V esse limite é de 2.500 W. A ocorrência de sobrecargas pode provocar o aquecimento dos fios, quedas acentuadas de tensão e o desligamento constante de disjuntores e fusíveis, portanto a bitola mínima dos cabos deve ser definida em função da carga: fios de 1,5 mm<sup>2</sup> podem conduzir até aproximadamente 1.900 W; de 2,5 mm<sup>2</sup>, até 2.600 W; de 4 mm<sup>2</sup>, até 3.200 W; de 6 mm<sup>2</sup>, até 3.900 W; e de 10 mm<sup>2</sup>, até 5.000 W.

O quadro de distribuição de circuitos (QD), também chamado de quadro de luz (QL), é o local onde se concentram os dispositivos de proteção e seccionamento dos circuitos, tais como disjuntores e barramentos. Ele recebe os condutores provenientes do medidor e distribui energia aos circuitos terminais que chegam aos pontos de iluminação, tomadas e aparelhos da edificação. Sua estrutura deve ser composta por materiais não combustíveis e adequados às condições ambientais do local de instalação. A localização do quadro no projeto arquitetônico deve assegurar fácil acesso para inspeção e manutenção, além de garantir proteção contra umidade e outras influências externas. Recomenda-se instalá-lo em áreas comuns e de circulação, como corredores, cozinhas ou áreas de serviço, a uma altura aproximada de 1,50 m em relação ao piso acabado. Deve-se evitar sua instalação em ambientes reservados ou de uso restrito, como quartos e banheiros, assim como ocultá-lo em locais trancados, garantindo sempre acessibilidade em caso de emergência. Quando a edificação possui vários pavimentos, é comum instalar um quadro por andar, interligados individualmente ao centro de medição por meio de eletrodutos específicos.

Referência utilizada:

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. Instalações elétricas e o projeto de arquitetura. 8. ed. São Paulo: Blucher, 2017. 264 p. ISBN 9786555064124. Páginas 58-75.

#### QUESTÃO 4

O processo de dimensionamento das tubulações de água fria segue critérios de forma a garantir o abastecimento adequado aos pontos de utilização com vazões, velocidades e pressões compatíveis com o funcionamento dos aparelhos sanitários. Como as tubulações operam em regime de escoamento sob pressão, o projeto deve considerar parâmetros hidráulicos como vazão, velocidade, carga e pressão em cada trecho da rede.

O processo inicia-se com a estimativa das vazões, utilizando métodos reconhecidos, empírico ou probabilístico. No Brasil, o método do consumo máximo provável, que associa pesos relativos aos aparelhos do trecho projetado, é ainda utilizado com algumas particularidades. A soma desses pesos é convertida em vazão através de ábacos ou pela equação:  $Q = c \cdot \sqrt{\Sigma P}$ , onde  $Q$  é a vazão (L/s),  $c$  é o coeficiente de descarga (0,3 L/s), e  $\Sigma P$  a soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada. Já os métodos probabilísticos são indicados para se obter vazões de projeto em sistemas de distribuição com medição setorizada de consumo.

Atendidas as exigências de vazão, o projeto deve verificar os limites de pressões mínimas e máximas. A norma estabelece que a pressão estática nos pontos de utilização não deve exceder 40 m.c.a., evitando sobrepressões que geram ruídos, desgaste de tubulações e golpes de aríete. Já a pressão dinâmica mínima em qualquer ponto da rede predial de distribuição não deve ser inferior a 0,50 m.c.a, e nos pontos de consumo não pode ser inferior a 1 m.c.a., garantindo funcionamento adequado dos aparelhos. Também é considerada a pressão de serviço, que é a máxima pressão que um componente pode suportar em operação normal, devido a ocorrência de sobrepressões (até 20 m.c.a.). Assim, a pressão de serviço não deve ultrapassar 60 m.c.a.

Em edifícios altos, quando a diferença de cota entre reservatório e pontos de consumo gera pressões excessivas, utilizam-se válvulas redutoras de pressão (VRP), devendo ser instaladas em paralelo para continuidade do abastecimento durante manutenções. Em situações opostas — baixa pressão disponível — adotam-se pressurizadores, que elevam a pressão mínima nas redes. Esses equipamentos exigem cuidados acústicos e devem ser instalados preferencialmente afastados de dormitórios ou sobre bases com amortecimento de vibrações.

Outro parâmetro fundamental no dimensionamento é o limite de velocidade do escoamento. Conforme a NBR 5626:2020, as velocidades devem ser mantidas em níveis que evitem ruídos e vibrações na instalação, alinhando-se às diretrizes de acústica e conforto. Embora a limitação da velocidade não elimine totalmente o risco de golpe de aríete, ela reduz a ocorrência de sobrepressões.

O cálculo da perda de carga também é indispensável, considerando perdas distribuídas e localizadas. Quando um fluido escoa, existe um movimento interno de partículas, resultando daí um atrito entre as partículas e a parede do tubo, que se manifesta sob a forma de calor. Assim, a perda de carga distribuída pode ser entendida como a diferença entre a energia inicial e a energia final de um líquido, quando escoa de um ponto a outro, em virtude do movimento. Dois fatores são determinantes para que ocorra maior ou menor perda de carga: a viscosidade e a velocidade da água no tubo. Quanto maior comprimento de tubos, maior número de conexões e quanto mais rugosos e menores diâmetros forem maiores as perdas de carga no trecho de tubulação e na peça de utilização.

É importante lembrar que na prática não existe escoamento em tubulações sem perda de carga. O que deve ser feito é manter as perdas em níveis aceitáveis para que não ocorra uma diminuição excessiva da vazão nas peças de utilização.

As perdas de carga poderão ser: distribuídas (referentes ao movimento da água na tubulação) ou localizadas (referentes às conexões, válvulas, registros etc.).

As perdas distribuídas decorrem do atrito da água com as paredes dos tubos e são influenciadas pela rugosidade, diâmetro e comprimento da tubulação. Para calculá-las, podem ser utilizadas equações universalmente reconhecidas ou as equações derivadas do Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao (FWH).

As perdas localizadas ocorrem em conexões, registros, joelhos etc., sendo convertidas em comprimento equivalente de tubulação, somado ao comprimento real para obtenção do comprimento total ( $L_{total}$ ). Assim, a perda de carga total é dada por:  $\Delta h = J \cdot L_{total}$ .

Por fim, realiza-se o cálculo da pressão dinâmica disponível, para verificar se cada aparelho sanitário terá condições adequadas de funcionamento. Essa verificação utiliza a expressão:

$$P_{jusante} = P_{montante} \pm \text{desnível} - \text{perda de carga}$$

considerando o desnível geométrico entre os pontos e a perda total ao longo do trecho.

Referência utilizada:

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura. 13. ed. São Paulo: Blucher, 2021. 400 p. ISBN 9786555061727. Páginas 73-91.

**Membros da Banca:**

---

**Prof. Dr. José da Silva Andrade Neto**

**Avaliador 1**

---

**Prof. Dra. Paula Batistello**

**Avaliador 2**

---

**Prof. Dr. Jacinto Manuel Antunes de Almeida**

**Avaliador 3**

---

**Prof. Dr. José da Silva Andrade Neto**

**Presidente da Banca**

# Assinaturas do documento



Código para verificação: **T85B3VX8**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

- ✓ **JACINTO MANUEL ANTUNES DE ALMEIDA** (CPF: 857.XXX.750-XX) em 01/12/2025 às 11:25:18  
Emitido por: "AC Final do Governo Federal do Brasil v1", emitido em 11/03/2025 - 14:54:31 e válido até 11/03/2026 - 14:54:31.  
(Assinatura Gov.br)
- ✓ **JOSÉ DA SILVA ANDRADE NETO** (CPF: 062.XXX.255-XX) em 01/12/2025 às 12:22:21  
Emitido por: "SGP-e", emitido em 03/04/2023 - 18:14:19 e válido até 03/04/2123 - 18:14:19.  
(Assinatura do sistema)
- ✓ **PAULA BATISTELLO** (CPF: 029.XXX.199-XX) em 01/12/2025 às 13:53:30  
Emitido por: "SGP-e", emitido em 03/04/2023 - 18:15:12 e válido até 03/04/2123 - 18:15:12.  
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwNDgzNjJfNDgzOTNfMjAyNV9UODVCM1ZYOA==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00048362/2025** e o código **T85B3VX8** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.