

PROCESSO SELETIVO Nº 06/2024

Área de Conhecimento: ESTRUTURAS DE CONCRETO

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 1:

Peso de 25% na nota da Prova Escrita.

Conforme se observa no item 15.8.1 da NBR 6118 (ABNT, 2023), deve-se considerar um coeficiente adicional γ_{n1} para os pilares com índice de esbeltez λ acima de 140, majorando-se os efeitos locais de segunda ordem, sendo que os pilares de concreto armado submetidos a uma força normal de compressão devem ter um índice de esbeltez que não supere o valor 200 (CARVALHO & PINHEIRO, 2009). Porém, este intervalo de esbeltez compreende elementos muito esbeltos, cuja aplicação prática não é comum, sendo o seu uso bastante específico, além dos cuidados necessários na verificação da segurança estrutural de tais elementos. Diante disso, apresente os principais métodos de dimensionamento dos pilares de concreto armado, para os diversos níveis de esbeltez, com as suas respectivas limitações, e comente sobre a consideração dos efeitos locais de segunda ordem.

Resposta ou resolução proposta:

Deve-se responder de acordo com a norma brasileira NBR 6118 (ABNT, 2023, p 107-111). Podem-se considerar também as recomendações que constam em Carvalho e Pinheiro (2009, p. 324-329), conforme as referências que foram publicadas com a ementa da área, junto ao edital do processo seletivo.

No projeto de pilares de concreto armado, considera-se que os elementos podem ter o índice de esbeltez λ até 200. Em elementos isolados, pode-se dispensar a consideração dos efeitos locais de segunda ordem quando o valor encontrado para λ for menor do que o valor limite λ_1 definido pela NBR 6118 (ABNT, 2023). Para elementos com $\lambda \leq 90$, pode-se utilizar o método do pilar-padrão com curvatura aproximada ou o método do pilar-padrão com rigidez κ aproximada, no processo de dimensionamento, para a determinação dos efeitos locais de segunda ordem de forma aproximada, por se tratarem de métodos aproximados. A aplicação do método do pilar-padrão com curvatura aproximada limita-se aos pilares com seção transversal constante e armadura simétrica e também constante ao longo do seu eixo longitudinal. A aplicação do método do pilar-padrão com rigidez κ aproximada limita-se aos pilares de seção transversal retangular constante, com armadura simétrica e constante ao longo do seu eixo. Até o valor $\lambda = 90$, pode-se desprezar a fluência do concreto, havendo a obrigatoriedade de sua consideração acima de

tal limite. Para $\lambda \leq 140$, pode-se adotar o método do pilar-padrão acoplado a diagramas de momento-curvatura, devendo-se considerar a fluência sempre que o elemento tiver $\lambda > 90$. A partir de $\lambda = 140$, permite-se a aplicação somente do método geral, com a devida consideração da fluência, tratando-se de um método iterativo de verificação. O método geral pode ser utilizado para qualquer nível de esbeltez.

Referências:

ABNT. **ABNT NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

CARVALHO, Roberto Chust; PINHEIRO, Libânio Miranda. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. Volume 2. São Paulo: PINI, 2009.

QUESTÃO 2:

Peso de 25% na nota da Prova Escrita.

De acordo com Carvalho e Figueiredo Filho (2024, p. 385), existem “basicamente dois métodos de cálculo para as lajes maciças: o elástico e o de ruptura. O primeiro baseia-se na análise do comportamento do elemento sob cargas de serviço e concreto íntegro (não fissurado). O segundo procedimento baseia-se nos mecanismos de ruptura das lajes.” Independentemente do método de cálculo utilizado, necessitam-se determinar as cargas atuantes no elemento estrutural e as respectivas combinações de ações. Portanto, solicita-se a lista e a forma de consideração das principais cargas atuantes em lajes maciças de concreto armado, considerando-se as condições usuais de projetos de edifícios.

Resposta ou resolução proposta:

Podem-se considerar as recomendações que constam em Araújo (2014, p. 24-30) ou Carvalho e Figueiredo Filho (2024, p. 409-410), conforme as referências que foram publicadas com a ementa da área, junto ao edital do processo seletivo.

Conforme Araújo (2014, p. 24-30), as cargas que atuam nas lajes maciças podem ser classificadas em cargas permanentes ou acidentais, tal como ocorre em outros elementos estruturais.

Com base em Carvalho e Figueiredo Filho (2024, p. 409-410), entre as diversas cargas atuantes em lajes maciças, podem ser mencionadas:

- peso-próprio estrutural: multiplicando-se a altura (ou espessura) da laje pelo peso específico do concreto armado;

- carga acidental ou sobrecarga: adotando-se os valores recomendados por norma específica, devido ao tipo de uso, conforme a NBR 6120;
- revestimento inferior: carga correspondente ao revestimento aplicado na face inferior da laje;
- contrapiso: carga devido à camada de nivelamento ou regularização feita acima da laje;
- revestimento superior: carga decorrente do tipo de piso utilizado ou outro tipo de revestimento aplicado acima da laje.

Além destas cargas, pode-se mencionar também (ARAÚJO, 2014, p. 24-30):

- enchimento: quando houver enchimento acima da laje, sendo comumente utilizados em lajes rebaixadas;
- paredes: quando forem posicionadas paredes apoiadas diretamente sobre a laje.

Por fim, deve-se ter ciência de que também devem ser consideradas as cargas de outros elementos construtivos ou cargas específicas, quando estiverem apoiadas sobre a laje, caso os valores das cargas não estejam contemplados nos itens supramencionados.

Referências:

ARAÚJO, José Milton de. **Curso de concreto armado**. Vol. 2. 4. ed. Rio Grande: Dunas, 2014.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: Segundo a NBR 6118:2023. 5. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2024.

QUESTÃO 3:

Peso de 25% na nota da Prova Escrita.

Dada uma viga de concreto armado, do projeto estrutural de um edifício residencial de múltiplos andares, projetado para um ambiente urbano afastado do mar, cuja seção transversal é retangular, com 19 cm de largura e 50 cm de altura, a ser executada em concreto da Classe de Resistência C25. Para o traço do concreto, deve-se considerar: cimento Portland CP-IV, areia natural, brita n. 1 com dimensão máxima igual a 19 mm, e aditivos que não contenham cloretos em sua composição. Para tal elemento, assume-se a Classe de Agressividade Ambiental II, sendo que a viga deve ser moldada no local, com o uso de fôrmas adequadas, espaçadores e cobrimento nominal de 30 mm. Admitir o reforço com armadura longitudinal

em aço CA50 e armadura transversal em aço CA50 na forma de estribos simples fechados de 6,3 mm de diâmetro. Considerar que tal viga se encontra submetida a um momento fletor solicitante de cálculo igual a 51,70 kN.m e um esforço cortante solicitante de cálculo igual a 42,60 kN. Determine a área de aço necessária para a armadura longitudinal da viga, ou seja, a quantidade de armadura necessária em cm², e selecione o diâmetro a ser adotado para a armadura longitudinal e a respectiva quantidade de barras de aço, a partir das bitolas comerciais disponíveis, de modo que se atendam às exigências da NBR 6118:2023. Na resolução desta questão, deve-se considerar uma estimativa de altura útil (d) igual ao cobrimento mais 15 mm.

Formulário

Fórmulas básicas:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

$$\text{Altura útil: } d = h - d''$$

$$d'' = c + \phi_t + \frac{\phi_l}{2} \text{ para uma camada de armadura}$$

Profundidade da linha neutra (x):

$$M_d = (0,68 \cdot x \cdot d - 0,272 \cdot x^2) \cdot b_w \cdot f_{cd}$$

$$x = \frac{0,68 \cdot d \pm \sqrt{(0,68 \cdot d)^2 - 4 \cdot 0,272 \cdot \left(\frac{M_d}{b_w \cdot f_{cd}}\right)}}{0,544}$$

Área de aço necessária (A_s):

$$z = d - 0,4 \cdot x$$

$$A_s = \frac{M_d}{z \cdot f_{yd}}$$

Armadura mínima e máxima:

$$A_{s,máx} = 4\% \cdot A_c$$

$$A_{s,min} = \rho_{min} \cdot A_c \geq 0,15\% \cdot A_c$$

$$M_{d,min} = 0,8 \cdot W_0 \cdot f_{ctk,sup}$$

$$W_0 = \frac{bh^2}{6} \text{ para seção retangular}$$

$$f_{ctk,sup} = 1,3 \cdot f_{ct,m}$$

$$f_{ct,m} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} \text{ para } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,m} = 2,12 \cdot \ln[1 + 0,1 \cdot (f_{ck} + 8)] \text{ para } f_{ck} > 50 \text{ MPa}$$

Espaçamento horizontal:

$$a_h \geq \begin{cases} 20 \text{ mm} \\ \phi_l \\ 1,2d_{m\acute{a}x} \end{cases}$$

Espaçamento vertical:

$$a_v \geq \begin{cases} 20 \text{ mm} \\ \phi_l \\ 0,5d_{m\acute{a}x} \end{cases}$$

Resposta ou resolução proposta:

f_{cd} (MPa)	f_{yd} (MPa)	f_{cd} (kN/m ²)	f_{yd} (kN/m ²)	x (cm)	x/d	Domínio	z (cm)
17,86	434,78	17.857,14	434.782,61	5,16	0,113	2	43,44

$A_{s,cal}$ (cm ²)	$A_{s,min}$ (cm ²)	$A_{s,m\acute{a}x}$ (cm ²)	$M_{d,min}$ (kN.m)	A_s (cm ²)	a_h (cm)	a_v (cm)	Armadura adotada
2,74	1,425	38,00	21,12	2,74	2,28	2,00	4 ϕ 10 mm

Referências:

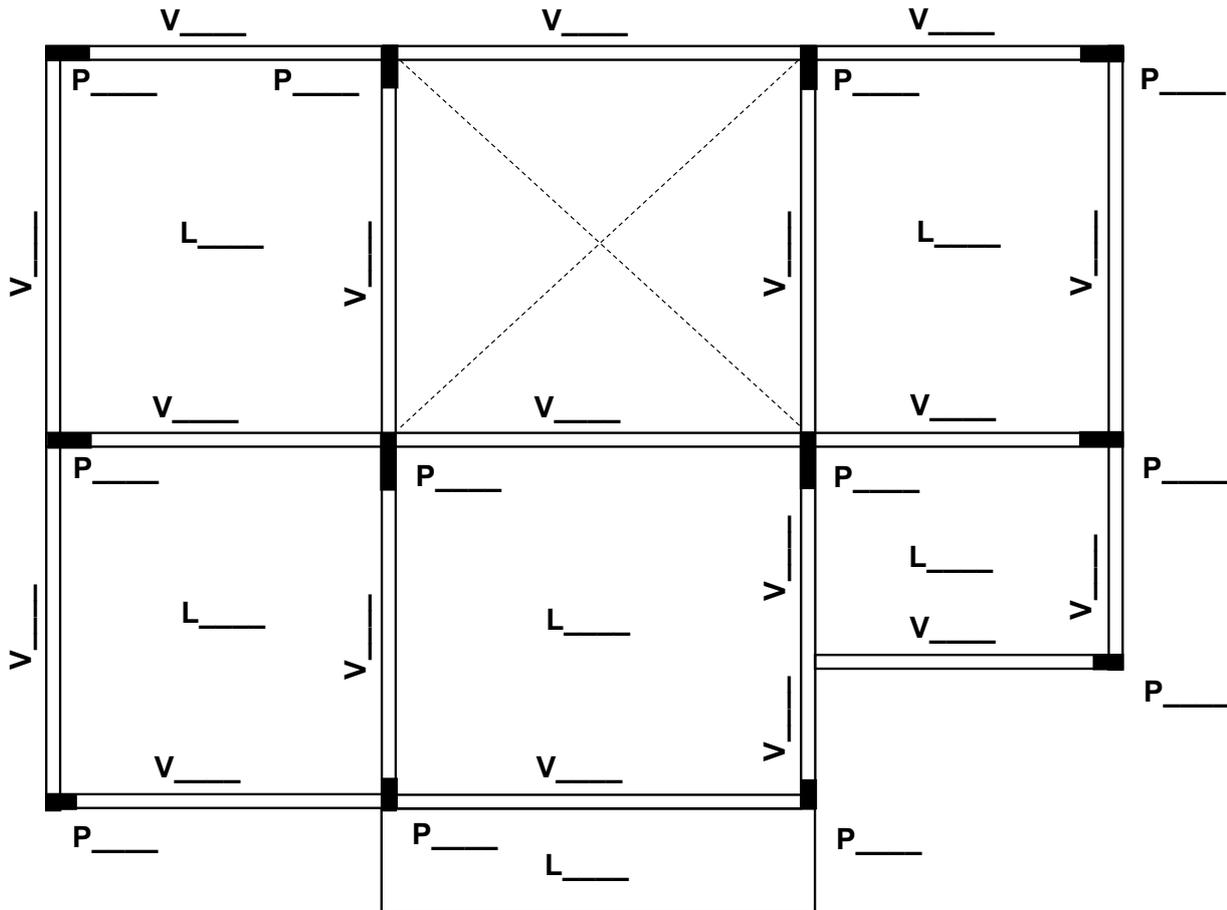
ABNT. **ABNT NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: Segundo a NBR 6118:2023. 5. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2024.

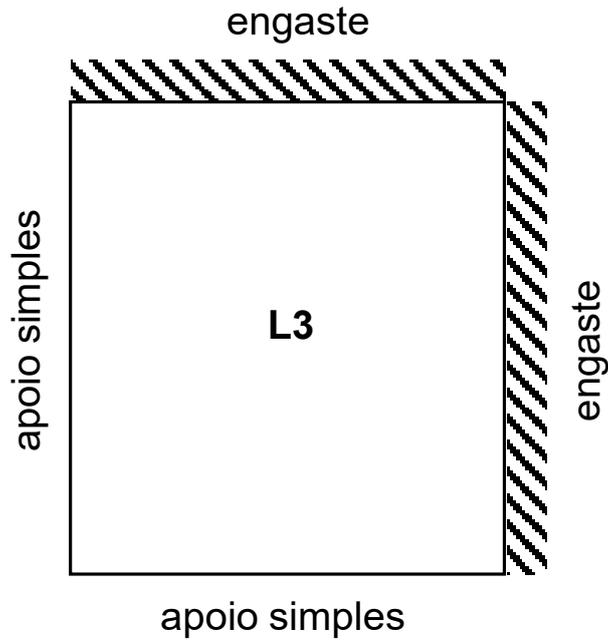
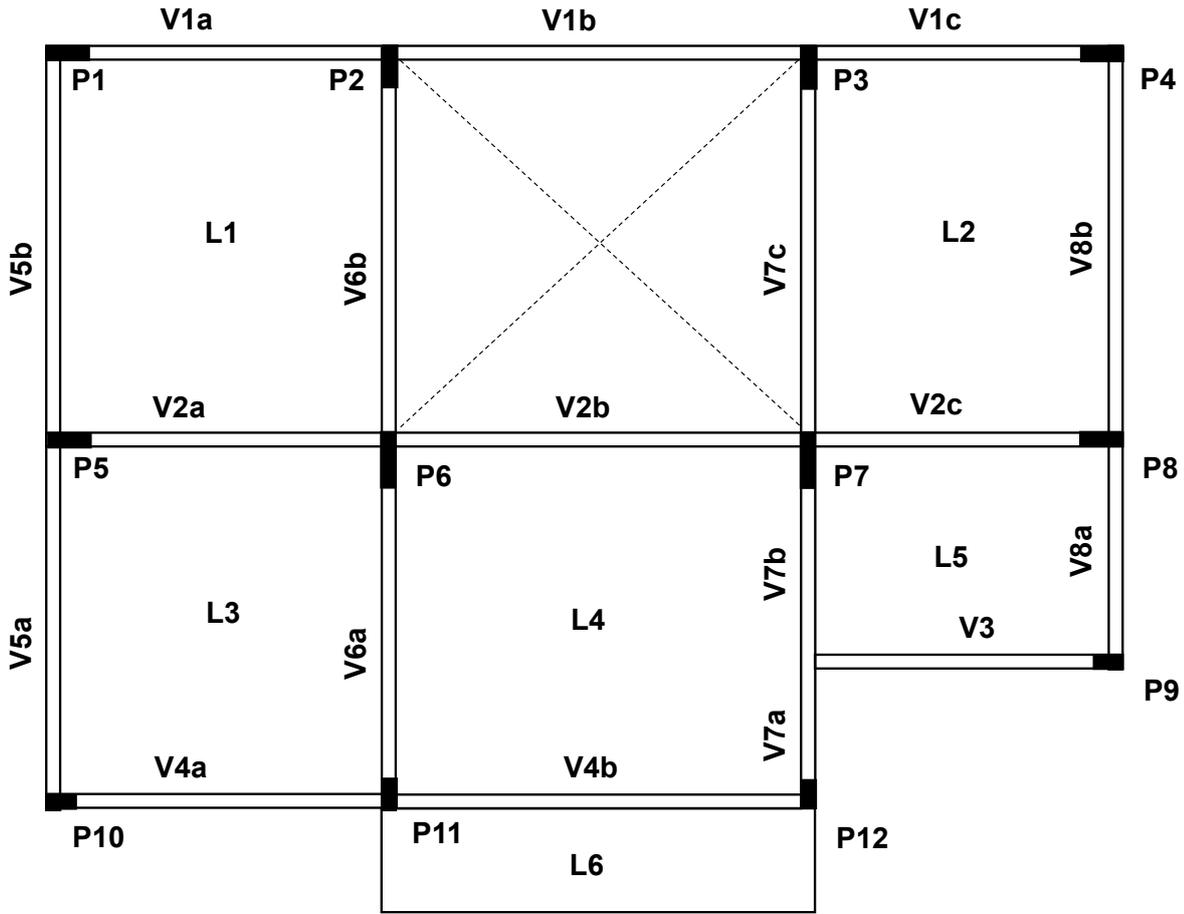
QUESTÃO 4:

Peso de 25% na nota da Prova Escrita.

Dada a planta de fôrmas a seguir, de um edifício de múltiplos andares, efetuar a numeração dos elementos estruturais (lajes, vigas e pilares), conforme as recomendações para projetos estruturais de edifícios, e apresentar as condições de apoio da laje L3 (considerando-se que todas as lajes são maciças e têm a mesma espessura).



Resposta ou resolução proposta:



Referências:

ARAÚJO, J. M. **Curso de concreto armado**: Volumes 1 a 4. 4. ed. Rio Grande: Dunas, 2014.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: Segundo a NBR 6118:2023. 5. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2024.

Membros da Banca:

Romualdo T. de França Jr. (presidente)

Kleyser Ribeiro

Itamar Ribeiro Gomes

Paulo Ricardo de Matos (suplente)



Assinaturas do documento



Código para verificação: **U1254NEL**

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

- ✓ **ROMUALDO THEOPHANES DE FRANCA JUNIOR** (CPF: 486.XXX.499-XX) em 25/11/2024 às 07:42:24
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:38:30 e válido até 30/03/2118 - 12:38:30.
(Assinatura do sistema)

- ✓ **KLEYSER RIBEIRO** (CPF: 043.XXX.549-XX) em 25/11/2024 às 08:18:22
Emitido por: "SGP-e", emitido em 13/07/2018 - 14:16:13 e válido até 13/07/2118 - 14:16:13.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTIwMjJfMDAwNTA4MjZfNTA4NzdfMjAyNF9VMTI1NE5FTA==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00050826/2024** e o código **U1254NEL** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.