

**EDITAL 50/2025**

**CHAVE DE CORREÇÃO - PROVA ESCRITA**

**AREA 8: ENGENHARIA CIVIL - ESTRUTURAS**

<b>ITENS DA QUESTÃO</b>	<b>POSSIVEL RESPOSTA QUANTO AO CONTEÚDO</b>
<p><b>QUESTÃO 1: 3 pontos</b></p> <p>Considerando os conceitos de tensão e deformação e barras carregadas axialmente, discorra sobre os comportamentos e propriedades mecânicas dos materiais</p>	<p><b>Quanto à forma</b></p> <p>O texto deve ser dissertativo expositivo, claro, coerente e objetivo em relação ao solicitado na questão; deve apresentar conceitos e argumentos de forma sistemática, abrangente e precisa; e atender as normas ortográficas e gramaticais. O candidato poderá utilizar de representações gráficas para ilustrar os conceitos.</p> <p><b>Quanto ao conteúdo:</b></p> <p>O candidato deve apresentar o conceito de (i) diagrama tensão-deformação, discorrendo sobre suas diferentes regiões associadas aos regimes e comportamentos do material; (ii) definir regime elástico linear e não linear, (iii) limite de proporcionalidade, módulo de elasticidade e apresentar a lei de Hooke; (iv) definir limite de proporcionalidade, tensão de escoamento, limite de resistência e limite de ruptura; (v) definir patamar de escoamento, encruamento ou endurecimento por deformação, e estrição. Com base no conceito de diagrama tensão x deformação e considerando os diferentes materiais e seus comportamentos, (vi) diferenciar materiais frágeis de materiais dúcteis dando exemplos. O candidato deve ainda (vii) apresentar as propriedades de tenacidade, resiliência e ductilidade.</p>

**QUESTÃO 2: 3 pontos**

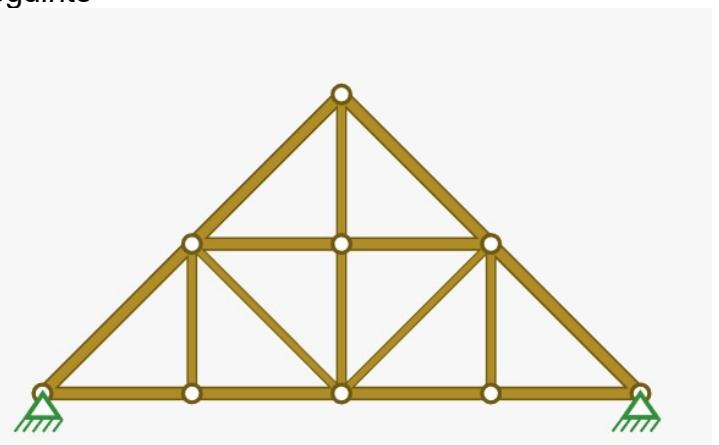
Discorra sobre os efeitos de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> ordem em pilares retos segundo a NBR 6118 (ABNT, 2023). Explique conceitualmente a diferença entre essas ordens de efeitos, os critérios de quando os efeitos de 2<sup>a</sup> ordem devem ser considerados, e descreva como a norma orienta sua avaliação e inclusão nas verificações de estabilidade e resistência dos pilares.

**Quanto à forma**

O texto deve ser dissertativo expositivo, claro, coerente e objetivo em relação ao solicitado na questão; deve apresentar conceitos e argumentos de forma sistemática, abrangente e precisa; e atender as normas ortográficas e gramaticais. O candidato poderá utilizar de representações gráficas para ilustrar os conceitos.

**Quanto ao conteúdo:**

O candidato deve (i) definir os efeitos de primeira e segunda ordem, incluindo definição de efeitos de primeira ordem (esforços calculados na análise levando em conta a geometria não deformada da estrutura); estabelecimento de efeitos de segunda ordem como sendo esforços extras resultantes da interação entre forças normais e deslocamentos (efeitos  $P-\Delta$  e  $P-\delta$ ); e diferenciação conceitual clara entre momento inicial ( $M_1$ ) e momento adicional por deslocamento ( $\Delta M = N \cdot \Delta$ ). O candidato deve (ii) apresentar a explicação física do fenômeno, considerando a interação entre compressão axial e deslocamento lateral, resultando na geração de um momento adicional; e a relação direta entre instabilidade geométrica e flambagem de pilares. O candidato deve (iii) descrever o critério normativo para levar em conta os efeitos de 2<sup>a</sup> ordem, indicando que a NBR 6118 (ABNT, 2023) define critérios fundamentados em esbeltez do pilar ( $\lambda$ ), comprimento de flambagem efetivo ( $l_0$ ), rigidez do sistema de contraventamento, relação entre momentos de 2<sup>a</sup> e 1<sup>a</sup> ordem, e classificação de nós móveis (estrutura de nós deslocáveis) e nós contraventados (estrutura indeslocável). O candidato deve também (iv) citar que, de acordo com a norma, as formas de levar em conta os efeitos de 2<sup>a</sup> ordem devem incluir, no mínimo, o Método do pilar padrão com curvatura aproximada; o Método do pilar padrão com rigidez aproximada; e Amplificação dos momentos de 1<sup>a</sup> ordem. Por fim (v) abordar a consequência prática no dimensionamento, esclarecendo que os efeitos de segunda ordem aumentam os momentos de cálculo, elevam as taxas de armadura necessárias e podem tornar a seção insuficiente se não forem considerados, além

	<p>da explicitar que verificação de ELU, a estabilidade global e local e a segurança contra flambagem são fatores que influenciam diretamente.</p> <p><b>QUESTÃO 3: 3 pontos</b></p> <p>A flambagem é um fenômeno de instabilidade estrutural que ocorre em elementos comprimidos esbeltos, sendo fundamental para o dimensionamento de colunas em estruturas de concreto armado, aço e madeira. Diante do exposto, discorra sobre flambagem de colunas.</p>
	<p><b>Quanto à forma</b></p> <p>O texto deve ser dissertativo expositivo, claro, coerente e objetivo em relação ao solicitado na questão; deve apresentar conceitos e argumentos de forma sistemática, abrangente e precisa; e atender as normas ortográficas e gramaticais. O candidato poderá utilizar de representações gráficas para ilustrar os conceitos.</p> <p><b>Quanto ao conteúdo:</b></p> <p>O candidato deve, pelo menos, (i) definir carga crítica de flambagem comentando as principais hipóteses do modelo; (ii) apresentar os conceitos de comprimento de flambagem e comprimento efetivo, com base nas condições de vinculação; (iii) definir índice de esbeltez e discutir sua importância na classificação de colunas curtas, intermediárias e esbeltas, mencionando limites usuais adotados em normas técnicas</p> <p><b>QUESTÃO 4: 1 pontos</b></p> <p>Determine o grau de hiperestaticidade da treliça seguinte</p>  <p><b>Quanto à forma</b></p> <p>A resposta deve ser clara, coerente e objetiva em relação ao solicitado na questão. O candidato poderá utilizar de representações gráficas para ilustrar os conceitos.</p> <p><b>Quanto ao conteúdo:</b></p> $G = (\text{número de barras}) + (\text{reações de apoio}) - 2 \times (\text{número de nós})$ $= 16 + 4 - 2 \times 9 = 2$

## REFERENCIAS BASE:

- HIBBELER, R. C. **Resistência dos materiais**. 7<sup>a</sup> edição. Editora Pearson Prentice Hall, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- CARVALHO, Roberto Chust; Pinheiro Libânio Miranda. Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado. Volume 2, 2<sup>a</sup> Edição. Editora Peiri, 2013.
- MARTHA, L. F. Análise de Estruturas. Conceitos d Métodos Básicos. 1<sup>a</sup> edição. Editora