

**PROVA CONCURSO PARA PROFESSOR EBTT CEFET MG**  
**EDITAL ESPECÍFICO 002/2025 – ENGENHARIA CIVIL – ESTRUTURAS –**  
**CAMPUS ARAXÁ**

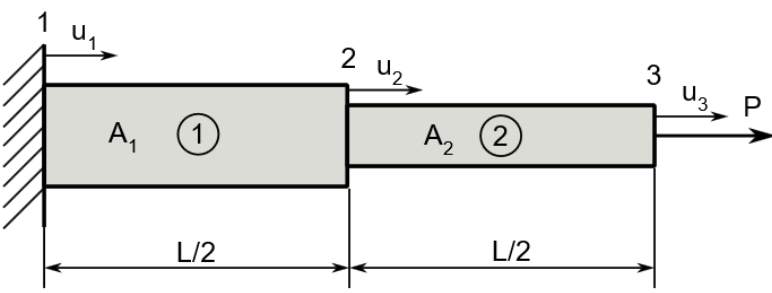
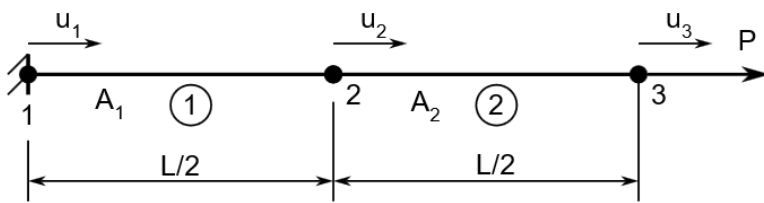
**CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO QUESTÃO 1 (20 PONTOS)**

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO
<b>LETRA a)</b>	
<p>O candidato determinou corretamente as duas equações de momento fletor dos dois trechos da viga informada</p> $M_1(x_1) = \frac{wax_1}{EI} - \frac{wx_1^2}{2EI} - \frac{wa^2}{2EI}$ $M_2(x_2) = 0$	<p>2 pontos (1 ponto cada)</p>
<p>O candidato determinou corretamente as duas equações de rotação dos dois trechos da viga informada</p> $\theta_1(x_1) = \frac{wax_1^2}{2EI} - \frac{wx_1^3}{6EI} - \frac{wa^2x_1}{2EI}$ $\theta_2(x_2) = -\frac{wa^3}{6EI}$	<p>6 pontos (3 pontos cada)</p>
<p>O candidato determinou corretamente as duas equações de flecha dos dois trechos da viga informada</p> $v_1(x_1) = \frac{wax_1^3}{6EI} - \frac{wx_1^4}{24EI} - \frac{wa^2x_1^2}{4EI}$ $v_2(x_2) = -\frac{wa^3x_2}{6EI} + \frac{wa^4}{24EI}$	<p>6 pontos (3 pontos cada)</p>
<b>LETRA b)</b>	
<p>O candidato calculou corretamente o valor da flecha máxima que ocorre no ponto B, utilizando corretamente as condições de contorno e continuidade.</p> $\theta_B = -\frac{wa^3}{6EI} = -4,55 \times 10^{-4} \text{ rad}$	<p>3 pontos</p>
<p>O candidato calculou corretamente o valor da flecha máxima que ocorre no ponto B, utilizando corretamente as condições de contorno e continuidade.</p> $v_B = -\frac{wa^3L}{6EI} + \frac{wa^4}{24EI} = -1,02 \times 10^{-3} \text{ m}$	<p>3 pontos</p>

**CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO QUESTÃO 2 (20 PONTOS)**

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO
<p>O candidato determinou corretamente a posição do centroide e linha neutra da seção transversal T.</p> $CG = \frac{\Sigma Q}{\Sigma A} = \frac{(30 \times 150 \times 165) + (150 \times 30 \times 75)}{(30 \times 150) + (150 \times 30)} = 120 \text{ mm (eixo de referência na base da seção T) ou}$ $CG = 60 \text{ mm (eixo de referência no topo da seção T)}$	5 pontos
<p>O candidato determinou corretamente o valor do cisalhamento máximo da viga, que ocorre no apoio em A através das equações de equilíbrio.</p> $R_{Ay} = 27,5 \text{ kN (reação vertical em A)}$	2 pontos
<p>O candidato determinou corretamente o valor do momento de inércia I da seção transversal T.</p> $I = \left[ \frac{150 \times (30)^3}{12} + (150 \times 30 \times 45^2) \right] + \left[ \frac{30 \times (150)^3}{12} + (30 \times 150 \times 45^2) \right] = 2,7 \times 10^9 \text{ mm}^4$	5 pontos
<p>O candidato determinou corretamente o valor do momento estático Q da seção transversal T.</p> $Q = 30 \times 120 \times 60 = 2,16 \times 10^5 \text{ mm}^3$	5 pontos
<p>O candidato determinou corretamente o valor da tensão de cisalhamento máxima <math>\tau</math>.</p> $\tau = \frac{VQ}{It} = \frac{27500 \times 216000}{270000000 \times 30} = 7,33 \text{ MPa}$	3 pontos

**CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO QUESTÃO 3 (20 PONTOS)**

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO
<b>LETRA a)</b>	
<p>O candidato montou a estrutura discretizada corretamente indicando os elementos, nós, forças aplicadas e deslocamentos nodais:</p> <p>1ª opção de esboço</p>  <p>2ª opção de esboço</p> 	5 pontos
<b>LETRA b)</b>	
<p>O candidato calculou as áreas dos elementos ① e ② pela média das seções:</p> $A_1 = \frac{3A_0 + 2A_0}{2} = 2,5A_0$ $A_2 = \frac{2A_0 + A_0}{2} = 1,5A_0$	1 ponto
<p>O candidato montou a matriz de rigidez de cada elemento:</p> <p>Elemento ① <math>\begin{bmatrix} \frac{EA_1}{\frac{L}{2}} &amp; -\frac{EA_1}{\frac{L}{2}} &amp; -\frac{EA_1}{\frac{L}{2}} &amp; \frac{EA_1}{\frac{L}{2}} \\ \frac{2EA_1}{L} &amp; -\frac{2EA_1}{L} &amp; -\frac{2EA_1}{L} &amp; \frac{2EA_1}{L} \end{bmatrix}</math> ou</p> <p>Elemento ② <math>\begin{bmatrix} \frac{EA_2}{\frac{L}{2}} &amp; -\frac{EA_2}{\frac{L}{2}} &amp; -\frac{EA_2}{\frac{L}{2}} &amp; \frac{EA_2}{\frac{L}{2}} \\ \frac{2EA_2}{L} &amp; -\frac{2EA_2}{L} &amp; -\frac{2EA_2}{L} &amp; \frac{2EA_2}{L} \end{bmatrix}</math> ou</p>	1 ponto

<p>(o candidato poderá ter substituído <math>A_1</math> e <math>A_2</math> por <math>A_0</math>).</p> <p>Elemento ① <math>\left[ \frac{2,5EA_0}{\frac{L}{2}} - \frac{2,5EA_0}{\frac{L}{2}} - \frac{2,5EA_0}{\frac{L}{2}} \frac{2,5EA_0}{\frac{L}{2}} \right]</math> ou <math>\left[ \frac{5EA_0}{L} - \frac{5EA_0}{L} - \frac{5EA_0}{L} \frac{5EA_0}{L} \right]</math></p> <p>Elemento ② <math>\left[ \frac{1,5EA_0}{\frac{L}{2}} - \frac{1,5EA_0}{\frac{L}{2}} - \frac{1,5EA_0}{\frac{L}{2}} \frac{1,5EA_0}{\frac{L}{2}} \right]</math> ou <math>\left[ \frac{3EA_0}{L} - \frac{3EA_0}{L} - \frac{3EA_0}{L} \frac{3EA_0}{L} \right]</math></p>	
<p>O candidato montou a matriz de rigidez global:</p> $[K] = \begin{bmatrix} \frac{2EA_1}{L} & -\frac{2EA_1}{L} & 0 & -\frac{2EA_1}{L} & \frac{2E(A_1+A_2)}{L} & -\frac{2EA_2}{L} & 0 & -\frac{2EA_2}{L} & \frac{2EA_2}{L} \end{bmatrix}$ <p>(o candidato poderá ter substituído <math>A_1</math> e <math>A_2</math> por <math>A_0</math>).</p> $[K] = \begin{bmatrix} \frac{5EA_0}{L} & -\frac{5EA_0}{L} & 0 & -\frac{5EA_0}{L} & \frac{8EA_0}{L} & -\frac{3EA_0}{L} & 0 & -\frac{3EA_0}{L} & \frac{3EA_0}{L} \end{bmatrix}$	1 ponto
<p>O candidato montou a equação matricial <math>\{F\} = [K] \cdot \{U\}</math>, onde <math>\{F\}</math> é a matriz coluna que contém as Forças Nodais, <math>[K]</math> é a matriz de rigidez global e <math>\{U\}</math> é a matriz coluna dos deslocamentos nodais:</p> $\{0 \ 0 \ P\} = \begin{bmatrix} \frac{5EA_0}{L} & -\frac{5EA_0}{L} & 0 & -\frac{5EA_0}{L} & \frac{8EA_0}{L} & -\frac{3EA_0}{L} & 0 & -\frac{3EA_0}{L} & \frac{3EA_0}{L} \end{bmatrix} \cdot \{0$	2 pontos
<p>O candidato calculou o deslocamento nodal da extremidade livre:</p> $u_3 = \frac{8PL}{15EA_0} = 0,533333 \frac{PL}{EA_0}$	4 pontos
<p>O candidato calculou o erro em relação à solução exata:</p> $Erro (\%) = \left  \frac{0,5333-0,5493}{0,5493} \right  \times 100 = 2,91\%$	2 pontos
<b>LETRA c)</b>	
<p>O candidato verificou que a solução não atende ao critério de precisão estabelecido pois o erro é maior que o erro aceitável (2,91% &gt; 2,00%).</p>	2 pontos
<p>O candidato respondeu que o procedimento para melhorar a aproximação seria aumentar o número de elementos discretizados para 3 ou mais elementos até que o erro se torne menor que o erro estabelecido como aceitável.:</p>	2 pontos

#### CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO QUESTÃO 04 (20 PONTOS)

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO
----------	-----------

<b>LETRA a)</b>	
O conhecimento dos domínios de deformação é fundamental para o ensino do dimensionamento de elementos estruturais submetidos às solicitações normais. Eles são também essenciais no estudo dos modos de ruptura à flexão de vigas de concreto armado.	1,0 ponto
<b>LETRA b)</b>	
Domínio 2; Domínio 3; Domínio 4	1,0 ponto
<b>LETRA c)</b>	
<p>No Domínio 2: ocorre o aproveitamento máximo da capacidade de deformação da armadura (alongamento do aço);</p> <p>No Domínio 3: ocorre o aproveitamento máximo da capacidade de deformação do concreto (por encurtamento), e aproveitamento da capacidade de deformação da armadura em escoamento;</p> <p>No Domínio 4: ocorre o aproveitamento máximo da capacidade de deformação do concreto, mas sem deixar o aço escoar;</p>	3 pontos
<b>LETRA d)</b>	
<p><b>Domínio1:</b></p> <p>• <u>A linha neutra encontra-se a uma distância x fora da seção transversal (<math>-\infty &lt; x \leq 0</math>) (Posição da LN (x)) e, consequentemente, a seção está totalmente tracionada.</u></p> <p><b>Situações típicas:</b> <u>tração axial e tração excêntrica com pequena excentricidade (Tipo de Esforço Solicitante);</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>A ruína da peça ocorre pela deformação plástica excessiva da armadura mais tracionada (ELU) à <math>\epsilon_{s1} = -10\%</math>. <math>\epsilon_{s2}</math> varia de um pouco menos que 0 a <math>-10\%</math> (Deformação Máxima do Aço (<math>\epsilon_s</math>)).</u></li> <li>• <u>A seção resistente é composta pelas armaduras, não havendo participação do concreto (Deformação Máxima do Concreto (<math>\epsilon_c</math>) = não tem pois só se tem tração), o qual é considerado totalmente fissurado em toda a seção.</u></li> </ul>	<p>15 pontos</p> <p><b>(3 pontos para cada domínio (são 5), sendo 0,6 pontos para cada um dos itens abaixo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ELU</li> <li>- Tipo de Esforço Solicitante</li> <li>- Posição da LN (x)</li> <li>- Deformação Máxima do Aço (<math>\epsilon_s</math>)</li> <li>- Deformação Máxima do Concreto (<math>\epsilon_c</math>)</li> </ul>

## Domínio 2

- A linha neutra encontra-se dentro da seção transversal,  $x$  variando entre 0 e  $x_{\text{lim}(2-3)}$  (limite entre os domínios 2 e 3) (**Posição da LN ( $x$ )**). Parte da seção está comprimida e a outra parte, tracionada.

**Situações típicas:** flexão simples ou composta com tração ou compressão excêntricas com grande excentricidade. (**Tipo de Esforço Solicitante**).

- A ruína da peça ocorre pela deformação plástica excessiva da armadura tracionada (ELU) à  $\epsilon_{s1} = -10\text{‰}$  (Deformação Máxima do Aço ( $\epsilon_s$ ), podendo ocorrer concomitante com a ruína do concreto (ELU) à  $\epsilon_{c2} = 3,5\text{‰}$  (Deformação Máxima do Concreto ( $\epsilon_c$ ), se  $x = x_{\text{lim}(2-3)}$ .

- A seção resistente é composta pelas armaduras, havendo uma pequena participação do concreto na região comprimida.

## Domínio 3

- A linha neutra encontra-se dentro da seção transversal (Posição da LN ( $x$ ),  $x$  variando entre  $x_{\text{lim}(2-3)}$  e  $x_{\text{lim}(3-4)}$  (limite entre os domínios 3 e 4). Parte da seção está comprimida e a outra parte, tracionada.

**Situações típicas:** flexão simples ou composta: tração ou compressão excêntricas com grande excentricidade (Tipo de Esforço Solicitante), com ruptura à compressão do concreto (ELU) e aço em escoamento (ELU). Ruptura dúctil, com a peça deformando-se consideravelmente nas proximidades da ruptura.

- A ruína da peça ocorre pela ruptura da região comprimida do concreto (ELU) (à deformação  $\epsilon_{c2} = 3,5\text{‰}$  (Deformação Máxima do Concreto ( $\epsilon_c$ ), e pelo escoamento da armadura tracionada do aço (ELU) (à deformação mínima de  $\epsilon_{yd}$  ( $\epsilon_s \geq \epsilon_{yd}$ )). (Deformação Máxima do Aço ( $\epsilon_s$ )).

- A seção resistente é composta pelas armaduras em escoamento, uma vez que o concreto ruiu à deformação  $\epsilon_{c2} = 3,5\text{‰}$ .

## Domínio 4

• A linha neutra encontra-se dentro da seção transversal (Posição da LN (x), x variando entre  $x_{lim(3-4)}$  e h. Parte da seção está comprimida e a outra parte, tracionada.

**Situações típicas:** flexão simples ou composta: compressão excêntrica com grande excentricidade (Tipo de Esforço Solicitante) (seção superarmada) ou composta (Tipo de Esforço Solicitante) com ruptura à compressão do concreto e aço sem escoamento.

• A ruína da peça ocorre pela ruptura da região comprimida do concreto (à deformação  $\epsilon_{c2}=3,5\%$  (**Deformação Máxima do Concreto ( $\epsilon_c$ )**). Ruptura brusca, sem aviso prévio às baixas deformações, com esmagamento do concreto na região comprimida (ELU)

. • A seção resistente é composta pelas armaduras, uma vez que o concreto ruiu à deformação  $\epsilon_{c2}=3,5\%$ .

**Domínio 4A: Resposta opcional, pois é um domínio de transição.**

*Flexão Composta: compressão com pequena excentricidade, com armaduras comprimidas e ruptura à compressão do concreto ( $\epsilon_{c2}=3,5\%$ ). A linha neutra corta a seção na região de cobrimento da armadura menos comprimida.*

## Domínio 5

- A linha neutra encontra-se fora da seção transversal (Posição da LN (x), x variando entre h a  $\infty$ . Toda a seção está comprimida. Situações típicas: compressão não uniforme: compressão com pequena excentricidade ( $x = \infty$ ) (Tipo de Esforço Solicitante);
- A ruína da peça ocorre pela ruptura da região comprimida do concreto (ELU) a deformação variando de  $\epsilon_{c2}=2\%$  a  $3,5\%$  (Deformação Máxima do Concreto ( $\epsilon_c$ )). Ruptura brusca, sem aviso prévio.

- Não há (**Deformação Máxima do Aço ( $\epsilon_s$ )**), pois toda a seção está comprimida.

<b>Total:</b>	<b>20,0 pontos</b>
---------------	--------------------

**CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO QUESTÃO5 (20 PONTOS)**

<b>CRITÉRIO</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>
<p>O candidato calculou corretamente as reações de apoio e os esforços internos no banzo inferior.</p> $V_A = V_E = 50kN \uparrow \text{ (carga permanente mais sobrecarga)}$ $N_{AB} = 93,80kN \text{ (tração) (carga permanente mais sobrecarga)}$	5 pontos
<p>O candidato calculou corretamente os esforços solicitantes de cálculo</p> $N_{S,c90d} = 1,4 \times 50 = 70kN = 70.000N$ $N_{S,td} = 1,4 \times 93,8 = 131,32kN = 131.320N$	2,5 ponto
<p>O candidato calculou corretamente a Resistência de Cálculo</p> $f_{c0k} = 40 MPa \text{ (classe D40)}$ $f_{c0d} = \frac{k_{mod} \times f_{c0k}}{\gamma_c} = \frac{0,56 \times 40}{1,4} = 16MPa$ $f_{c0d} = f_{t0d}$	2,5 pontos
<p>Letra a)</p> <p>O candidato verificou corretamente condição de segurança do banzo inferior, considerando a área útil da seção transversal</p> $\text{nó A} \Rightarrow (A_u)_A = 7,5 \times 15 - 3,5 \times 7,5 - 2 \times 0,34 \times 7,5 = 81,15cm^2$ $\text{nó B} \Rightarrow (A_u)_B = 7,5 \times 15 - 0,95 \times 7,5 = 105,38cm^2$ $\text{nó C} \Rightarrow (A_u)_C = 7,5 \times 15 - 3 \times 7,5 - 2 \times 0,95 \times 7,5 = 75,75cm^2$ <p>A seção mais enfraquecida será o nó C (menor área útil)</p> $\sigma_{t0d} \leq f_{t0d}$ $\frac{N_{Std}}{A_u} \leq f_{t0d} \Rightarrow \frac{131320N}{75,75cm^2} \leq \frac{1600N}{cm^2}$ $1733,6N/cm^2 \geq 1600N/cm^2 \text{ (Não Atende)}$	5 pontos
<p>Letra b)</p> <p>O candidato verificou corretamente condição de segurança para o traveseiro de apoio, considerando a área de contato da seção transversal (7,5cm x 25cm) <math>\Rightarrow a_n = 1,15</math></p> $\frac{N_{sc90d}}{A} \leq 0,25 \times f_{c0d} \times \alpha_n$	5 pontos



$373,3\text{N/cm}^2 \leq 460\text{N/cm}^2$ (atende)	
---	--