

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

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

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

**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> $CG = \frac{\sum Q}{\sum A} = \frac{(30x150x165)+(150x30x75)}{(30x150)+(150x30)} = 120 \text{ mm (eixo de referência na base da seção T) ou}$ $CG = 60 \text{ mm (eixo de referência no topo da seção T)}$	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> $I = [\frac{150x(30)^3}{12} + (150x30x45^2)] + [\frac{30x(150)^3}{12} + (30x150x45^2)] = 2,7x10^9 \text{ mm}^4$	5 pontos
<p>O candidato determinou corretamente o valor do momento estático Q da seção transversal T.</p> $Q = 30x120x60 = 2,16x10^5 \text{ mm}^3$	5 pontos
<p>O candidato determinou corretamente o valor da tensão de cisalhamento máxima <math>\tau</math>.</p> $\tau = \frac{VQ}{It} = \frac{27500x216000}{27000000x30} = 7,33 \text{ MPa}$	3 pontos

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

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

(o candidato poderá ter substituído  $A_1$  e  $A_2$  por  $A_0$ ).

Elemento ①  $\left[ \begin{array}{cccc} \frac{2,5EA_0}{\frac{L}{2}} & -\frac{2,5EA_0}{\frac{L}{2}} & -\frac{2,5EA_0}{\frac{L}{2}} & \frac{2,5EA_0}{\frac{L}{2}} \\ \frac{5EA_0}{L} & -\frac{5EA_0}{L} & -\frac{5EA_0}{L} & \frac{5EA_0}{L} \end{array} \right]$  ou

Elemento ②  $\left[ \begin{array}{cccc} \frac{1,5EA_0}{\frac{L}{2}} & -\frac{1,5EA_0}{\frac{L}{2}} & -\frac{1,5EA_0}{\frac{L}{2}} & \frac{1,5EA_0}{\frac{L}{2}} \\ \frac{3EA_0}{L} & -\frac{3EA_0}{L} & -\frac{3EA_0}{L} & \frac{3EA_0}{L} \end{array} \right]$  ou

O candidato montou a matriz de rigidez global:

$$[K] = \begin{bmatrix} \frac{2EA_1}{L} & -\frac{2EA_1}{L} & 0 & -\frac{2EA_1}{L} & \frac{2E(A_1+A_2)}{L} & -\frac{2EA_2}{L} & 0 & -\frac{2EA_2}{L} & \frac{2EA_2}{L} \end{bmatrix}$$

(o candidato poderá ter substituído  $A_1$  e  $A_2$  por  $A_0$ ).

$$[K] = \begin{bmatrix} \frac{5EA_0}{L} & -\frac{5EA_0}{L} & 0 & -\frac{5EA_0}{L} & \frac{8EA_0}{L} & -\frac{3EA_0}{L} & 0 & -\frac{3EA_0}{L} & \frac{3EA_0}{L} \end{bmatrix}$$

O candidato montou a equação matricial  $\{F\} = [K] \cdot \{U\}$ , onde  $\{F\}$  é a matriz coluna que contém as Forças Nodais,  $[K]$  é a matriz de rigidez global e  $\{U\}$  é a matriz coluna dos deslocamentos nodais:

$$\{0 \ 0 \ P\} = \begin{bmatrix} \frac{5EA_0}{L} & -\frac{5EA_0}{L} & 0 & -\frac{5EA_0}{L} & \frac{8EA_0}{L} & -\frac{3EA_0}{L} & 0 & -\frac{3EA_0}{L} & \frac{3EA_0}{L} \end{bmatrix} \cdot \{0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0\}$$

O candidato calculou o deslocamento nodal da extremidade livre:

$$u_3 = \frac{8PL}{15EA_0} = 0,533333 \frac{PL}{EA_0}$$

O candidato calculou o erro em relação à solução exata:

$$Erro (\%) = \left| \frac{0,5333-0,5493}{0,5493} \right| \times 100 = 2,91\%$$

**LETRA c)**

O candidato verificou que a solução não atende ao critério de precisão estabelecido pois o erro é maior que o erro aceitável ( $2,91\% > 2,00\%$ ).

2 pontos

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.:

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>	No Domínio 2: ocorre o aproveitamento máximo da capacidade de deformação da armadura (alongamento do aço);  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;  No Domínio 4: ocorre o aproveitamento máximo da capacidade de deformação do concreto, mas sem deixar o aço escoar;	3 pontos
<b>LETRA d)</b>	<b>Domínio 1:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• <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))</u> e, consequentemente, a seção está totalmente tracionada.</li> </ul> <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>• A <u>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>• A seção resistente é composta pelas armaduras, <u>não havendo participação do concreto</u> (<b>(Deformação Máxima do Concreto (<math>\epsilon_c</math>) = não tem pois só se tem tração)</b>, o qual é considerado totalmente fissurado em toda a seção.</li> </ul>	15 pontos  <b>(3 pontos para cada domínio (são 5), sendo 0,6 pontos para cada um dos itens abaixo):</b> <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  $x_{lim(2-3)}$  (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  $\varepsilon_{s1} = -10\%$  (**Deformação Máxima do Aço ( $\varepsilon_s$ )**, podendo ocorrer concomitante com a ruína do concreto (**ELU**) à  $\varepsilon_{c2} = 3,5\%$  (**Deformação Máxima do Concreto ( $\varepsilon_c$ )**, se  $x = x_{lim(2-3)}$ ).
- 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  $x_{lim(2-3)}$  e  $x_{lim(3-4)}$  (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  $\varepsilon_{c2} = 3,5\%$  (**Deformação Máxima do Concreto ( $\varepsilon_c$ )**), e pelo escoamento da armadura tracionada do aço (**ELU**) (à deformação mínima de  $\varepsilon_{yd}$  ( $\varepsilon_s \geq \varepsilon_{yd}$ )). (**Deformação Máxima do Aço ( $\varepsilon_s$ )**).

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

## 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 QUESTÃO 5 (20 PONTOS)

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

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