

Nome: Variação B (n=2,5,8) L=4,0m Nº USP: _____

Questão 1 (3,0): Na figura abaixo, mostram-se exemplos de uso do bambu engenheirado, na construção. Considere que a viga biapoiada, também esquematizada na figura, deva ser produzida a partir de três peças de bambu engenheirado, de seção transversal 25mm x 100mm, as quais podem compor três diferentes seções transversais para a viga (identificadas na figura por (1), (2) e (3)).

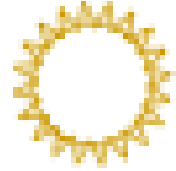
O vão da viga L é dado em função do último algarismo não-nulo de seu número USP, conforme a tabela mostrada ao lado do esquema estrutural.

O material tem peso específico $g_b = 12 \text{ kN/m}^3$, módulo de elasticidade $E = 15 \text{ GPa}$, tensão de ruptura à tração $s_b^t = 120 \text{ MPa}$ e tração de ruptura à compressão $s_b^c = 50 \text{ MPa}$, medidas na direção das fibras.

Para esta viga, pede-se:

- (a) determine a carga de peso próprio linearmente distribuída q [kN/m];
- (b) Determine a flecha da viga, d_q , devida ação exclusiva de q , para cada uma das três alternativas de seção transversal;
- (c) determine as máximas e mínimas tensões de normais de flexão s_q^t e s_q^c atuantes na viga sujeita à carga q , para cada uma das três alternativas de seção transversal;
- (d) considere a ação combinada da carga q e de uma carga concentrada P , conforme se mostra no esquema estrutural. Para cada uma das três alternativas de seção transversal, determine um limite para o valor de P , considerando e uma flecha máxima admissível igual a $d_{\max} = L / 300$.
- (e) Para cada uma das três alternativas de seção transversal, determine um outro limite para o valor de P , considerando as tensões de ruptura do material e um coeficiente de segurança $s = 2$.
- (f) Determine a máxima carga admissível P_{\max} , considerando ambos os critérios de projeto.

Esquema estrutural		n	L [m]
		1, 4, 7	3, 0
		2, 5, 8	4, 0
		3, 6, 9	5, 0
Exemplos	Diferentes seções transversais		
	(1)	(2)	(3)
	$I_{(1)} = 6,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ $W_{(1)} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$	$I_{(2)} = 3,51 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ $W_{(2)} = 9,375 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$	$I_{(3)} = 2,19 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ $W_{(3)} = 2,9167 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$



Nome: Variação B (n=2,5,8) L=4,0m Nº USP: _____

Resolução:

- Item (a): Definidas as dimensões $a=0,025m$, $b=0,10m$, todos os três arranjos têm uma seção transversal $A=3ab=3\times 0,025\times 0,1=0,0075m^2$, logo um peso linear $q = Ay = 0,0075m^2 \times 12 \frac{kN}{m^3} = 90 \frac{N}{m} = 0,09 \frac{kN}{m}$;
- Item (b): Deslocamentos devidos ao peso próprio: $\delta_q = \frac{5qL^4}{384EI_{(i)}}$ (cada seção transversal resulta em um diferente valor!);
- Item (c): Máximo momento devido ao peso próprio: $M_i = \frac{qL_i^2}{8}$ (para todas as três seções);
- Máximas tensões devidas ao peso próprio: $\sigma_q^{t,c} = \pm \frac{M_i}{W_i} = \pm \frac{qL_i^2}{8W_i}$ (cada seção com diferentes tensões; máximas tensões de tração e compressão iguais em módulo!);
- Item (d): Considerando a ação combinada do peso próprio e de P e limitando os deslocamentos em $L/300$:
$$\delta_{(i)} = \frac{5qL^4}{384EI_{(i)}} + \frac{PL^3}{48EI_{(i)}} = \frac{L}{300} \Rightarrow P(\delta_{(i)}) = \frac{48}{L^2} \left(\frac{EI_{(i)}}{300} - \frac{5qL^3}{384} \right)$$

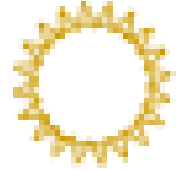
(cada seção dá um diferente limite para P)
- Item (e): Considerando a ação combinada do peso próprio e de P e limitando as tensões em $\bar{s} = \frac{s^c}{s} = \frac{50}{2} = 25MPa$

$$M_{tot} = \frac{qL^2}{8} + \frac{PL}{4} \Rightarrow \bar{\sigma} = \frac{1}{W_{(i)}} \left(\frac{qL^2}{8} + \frac{PL}{4} \right) \Rightarrow P_{(i)}(M_{tot}) = \frac{4W_{(i)}\bar{\sigma}}{L} - \frac{qL}{2} ,$$

Seção	Item (b)	Item (c)		Item (d)	Item (e)
	$\delta_q = \frac{5qL^4}{384EI_{(i)}}$	$M_i = \frac{qL_i^2}{8}$	$\sigma_q^{t,c}$	$P(\delta_{(i)})$	$P_{(i)}(M_{tot})$
	[m]	[Nm]	[Mpa]	[kN]	[kN]
(1)	$d_{(1)} = 3,2' \cdot 10^{-3}$	180,0	$\pm 1,44$	0,71	2,9
(2)	$d_{(2)} = 5,7' \cdot 10^{-3}$		$\pm 1,92$	0,30	2,2
(3)	$d_{(3)} = 9,1' \cdot 10^{-4}$		$\pm 0,62$	3,0	7,1



FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PEF2603 - Estruturas na Arquitetura III: Sistemas Reticulados e Laminares
ATIVIDADE AVALIATIVA I - 08/05/2023



Nome: Variação B (n=2,5,8) L=4,0m Nº USP: _____

Q1. Resultados para n=1,4,7					
Item	Grandeza	Unidade	Seção (1)	Seção (2)	Seção (3)
(a)	q	kN/m	0,09		
(b)	d_q	mm	3,2	5,7	0,9
(c.1)	Máxima tração s_q^t	MPa	1,44	1,92	0,62
(c.2)	Máxima compressão s_q^c	MPa	-1,44	-1,92	-0,62
(d)	Máximo $P(d_{(i)})$	kN	0,7	0,3	3,0
(e)	Máximo $P(s_b^{t,c})$	kN	2,9	2,2	7,1
(f)	P_{\max}	kN	0,7	0,3	3,0