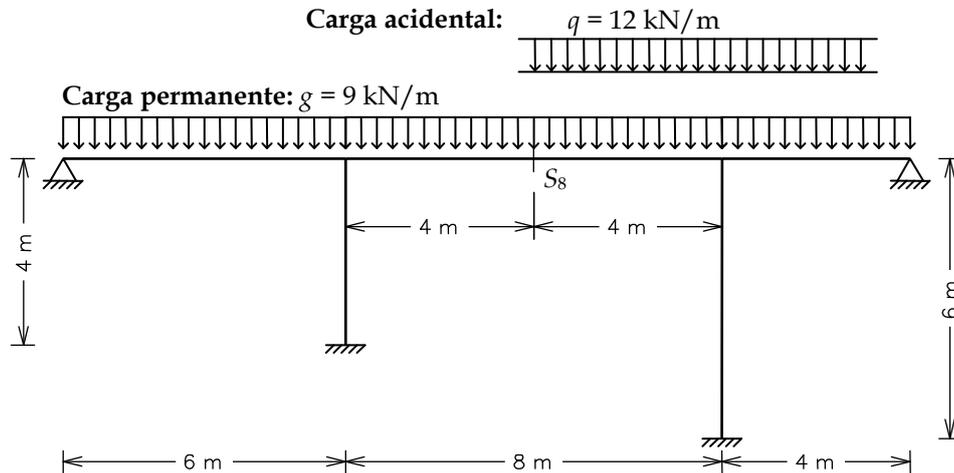


# CIV 1127 - ANÁLISE DE ESTRUTURAS II - 1º Semestre - 2009

## Terceira Prova - 22/06/2009 - Duração: 2:45 hs - Sem Consulta

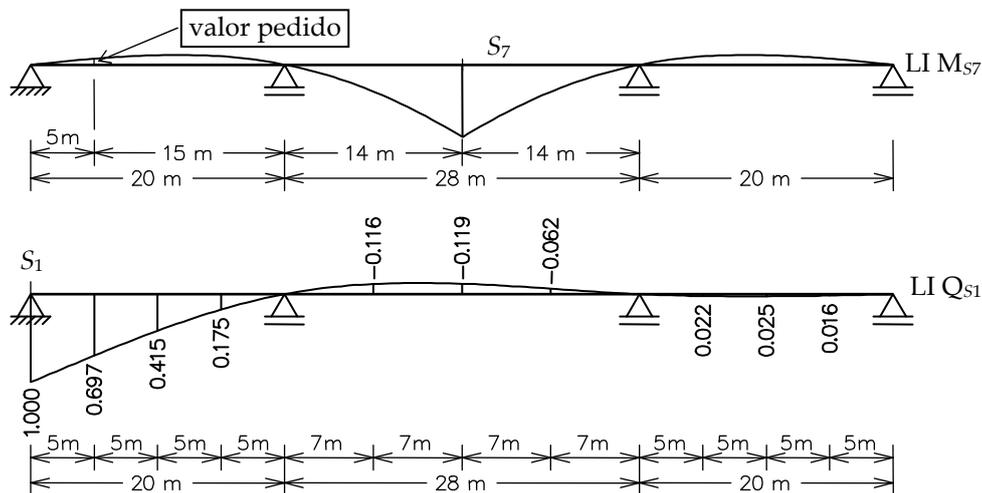
### 1ª Questão (4,0 pontos)

Para a estrutura, cujo modelo é apresentado abaixo, calcule os valores mínimo e máximo de momento fletor na seção  $S_8$  devidos às cargas permanente e acidental indicadas. Utilize o Processo de Cross para analisar a estrutura. Todas as barras são inextensíveis e têm a mesma inércia à flexão  $EI$ . Utilize duas casas decimais para os coeficientes de distribuição de momentos e uma casa decimal para momentos fletores.



### 2ª Questão (1,5 pontos)

Abaixo estão mostradas as linhas de influência de momentos fletores na seção  $S_7$  e de esforços cortantes na seção  $S_1$  de uma ponte. Calcule a ordenada da LI  $M_{S7}$  na seção que está indicada. Sugestão: explore a simetria da estrutura.



### 3ª Questão (3,5 pontos)

Você está envolvido no projeto de uma estrutura, mas perdeu o desenho do modelo estrutural. Felizmente, você encontrou o arquivo de dados de entrada e saída para o programa de computador que foi utilizado para fazer a análise estrutural. Este arquivo está reproduzido na folha seguinte. Os esforços internos nas extremidades das barras são fornecidos nos sistemas de eixos locais das barras com a convenção de sinais do Método dos Deslocamentos: esforços normais são positivos no sentido do eixo local  $x$  e negativos no sentido contrário; esforços cortantes são positivos no sentido do eixo local  $y$  e negativos no sentido contrário; e momentos fletores são positivos quando têm o sentido anti-horário e negativos no sentido contrário. Observe que os valores dos esforços internos da barra 2 não puderam ser recuperados do arquivo.

Pede-se:

- Com base nos valores dos deslocamentos e rotações nodais fornecidos e nos coeficientes de rigidez locais da barra 2, determine os valores dos esforços internos que estão faltando para essa barra (2,0 pontos).
- Desenhe os diagramas de esforços normais, esforços cortantes e momentos fletores fornecidos pelo modelo estrutural. Esforços normais de tração são positivos e de compressão são negativos. Esforços cortantes são positivos quando, entrando com as forças à esquerda de uma seção transversal (de quem olha da fibra inferior para a fibra superior), a resultante das forças na direção transversal à barra for para cima. O diagrama de momentos fletores é sempre desenhado do lado da fibra tracionada (1,5 pontos).

#### Dados de Entrada e Resultados do Modelo Computacional

##### Coordenadas Nodais e Condições de Suporte

Nó	X (m)	Y (m)	Desloc. X	Desloc. Y	Rotação Z
1	0.0	0.0	Fixo	Fixo	Fixo
2	8.0	0.0	Fixo	Fixo	Fixo
3	8.0	3.0	Livre	Livre	Livre
4	0.0	9.0	Livre	Livre	Livre
5	8.0	9.0	Livre	Livre	Livre
6	0.0	15.0	Livre	Livre	Livre

##### Dados das Barras

Barra	Nó inicial	Nó final	Rótula inicial	Rótula final	Mod.Elast. (kN/m <sup>2</sup> )	Área Seção (m <sup>2</sup> )	Mom.Inércia (m <sup>4</sup> )
1	1	4	Não	Sim	2.0e+08	0.006	0.00027
2	2	3	Não	Não	2.0e+08	0.006	0.00027
3	3	5	Não	Não	2.0e+08	0.006	0.00027
4	4	3	Não	Não	2.0e+08	0.006	0.00027
5	4	6	Não	Não	2.0e+08	0.006	0.00027
6	6	5	Não	Sim	2.0e+08	0.006	0.00027

##### Dados de Cargas Nodais

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kNm)
3	-10.0	0.0	0.0
5	-10.0	0.0	0.0

##### Dados de Carregamentos Uniformemente Distribuídos em Barras

Barra	Direção	Qx (kN/m)	Qy (kN/m)
4	Local	0.0	-8.0
6	Local	0.0	-8.0

##### Resultados de Deslocamentos e Rotações Nodais

Nó	Desloc. X (m)	Desloc. Y (m)	Rotação Z (rad)
1	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
2	0.000e+00	0.000e+00	0.000e+00
3	-1.343e-02	+5.228e-05	+5.826e-03
4	-1.550e-02	-1.117e-03	+2.496e-03
5	-5.174e-02	-1.280e-04	+6.665e-03
6	-5.230e-02	-1.257e-03	+3.608e-03

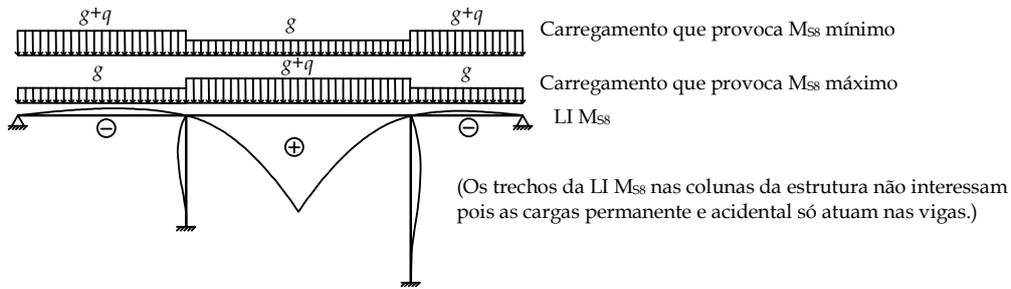
##### Resultados de Esforços nas Barras (direções locais)

Barra	Normal		Cortante		Momento	
	Nó inicial (kN)	Nó final (kN)	Nó inicial (kN)	Nó final (kN)	Nó inicial (kNm)	Nó final (kNm)
1	+148.9	-148.9	-3.4	+3.4	-31.0	0.0
2	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
3	+36.1	-36.1	-2.5	+2.5	-15.1	0.0
4	-114.2	+114.2	+65.6	+14.4	+176.5	+79.1
5	+27.9	-27.9	-55.5	+55.5	-176.5	-156.4
6	+27.6	-27.6	+55.6	+24.4	+156.4	0.0

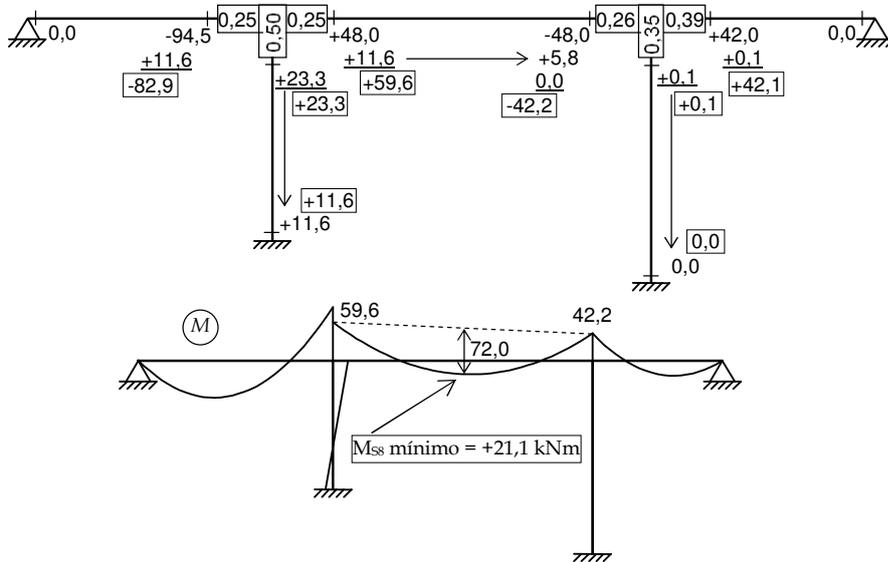
4ª Questão (1,0 pontos)

Grau vindo do segundo trabalho (nota do trabalho x 0,1).

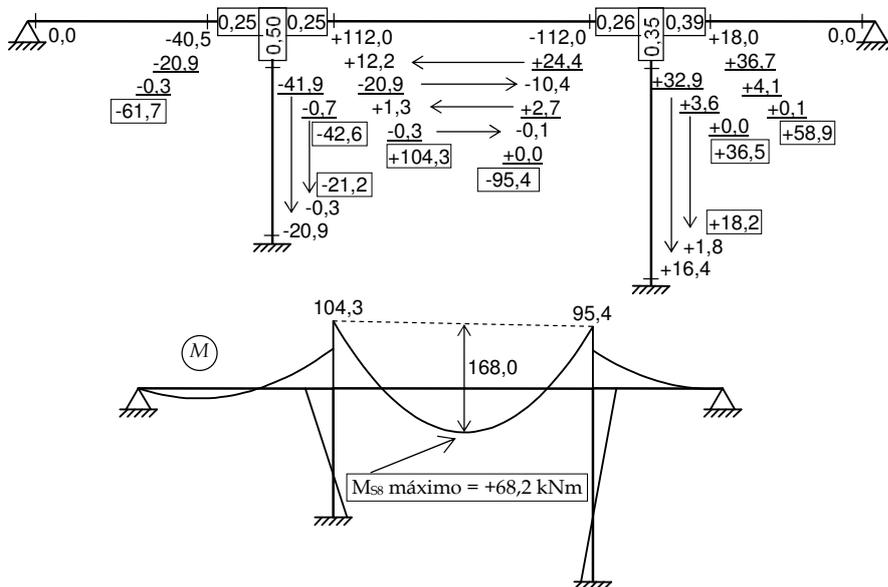
### 1ª Questão



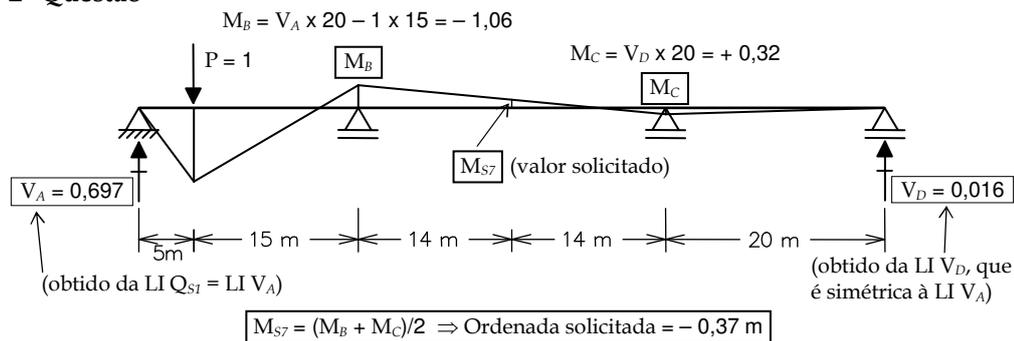
Solução pelo Processo de Cross para carregamento que provoca  $M_{ss}$  mínimo:



Solução pelo Processo de Cross para carregamento que provoca  $M_{ss}$  máximo:

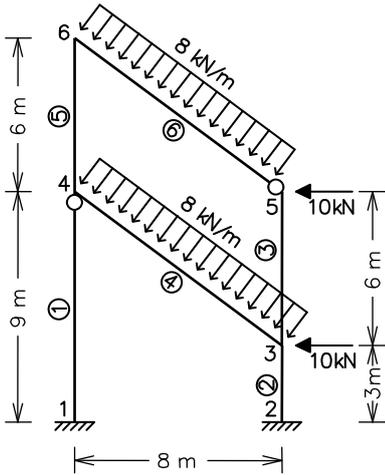


### 2ª Questão

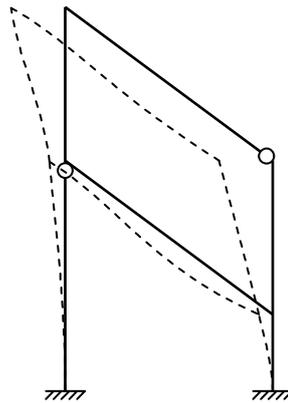


### 3ª Questão

Modelo estrutural



Configuração deformada

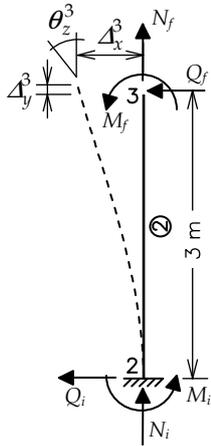


Item (a) - Determinação dos esforços internos na barra 2 a partir dos deslocamentos do nó 3

Deformada da barra 2 e esforços internos com sentidos positivos (nas direções dos eixos locais)

Isolando efeito do deslocamento horizontal do nó 3 (esforços indicados nos sentidos físicos)

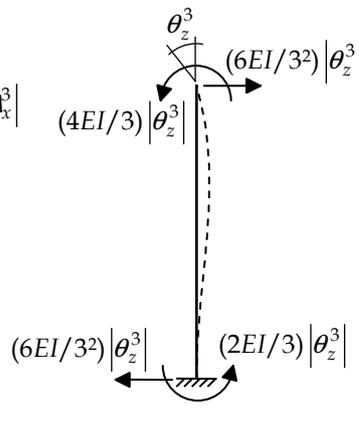
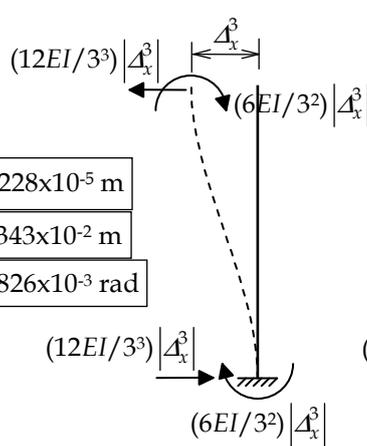
Isolando efeito da rotação do nó 3 (esforços indicados nos sentidos físicos)



$$\Delta_y^3 = +5.228 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\Delta_x^3 = -1.343 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\theta_z^3 = +5.826 \times 10^{-3} \text{ rad}$$



$$N_f = +(EA/3) \Delta_y^3 = +20.9 \text{ kN}$$

$$N_i = -(EA/3) \Delta_y^3 = -20.9 \text{ kN}$$

$$Q_f = +(12EI/3^3) \Delta_x^3 - (6EI/3^2) \theta_z^3 = +112.6 \text{ kN}$$

$$M_f = -(6EI/3^2) \Delta_x^3 + (4EI/3) \theta_z^3 = -64.0 \text{ kNm}$$

$$Q_i = -(12EI/3^3) \Delta_x^3 + (6EI/3^2) \theta_z^3 = -112.6 \text{ kN}$$

$$M_i = -(6EI/3^2) \Delta_x^3 + (2EI/3) \theta_z^3 = -273.7 \text{ kNm}$$

$E = 2.0 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$   
 $A = 6.0 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \quad I = 2.7 \times 10^{-4} \text{ m}^4$

Item (b) - Diagramas de esforços internos

