

ENG 1204 - ANÁLISE DE ESTRUTURAS II - 2º Semestre - 2018

Terceira Prova - 05/12/2018 - Duração: 1:50 hs - Sem Consulta

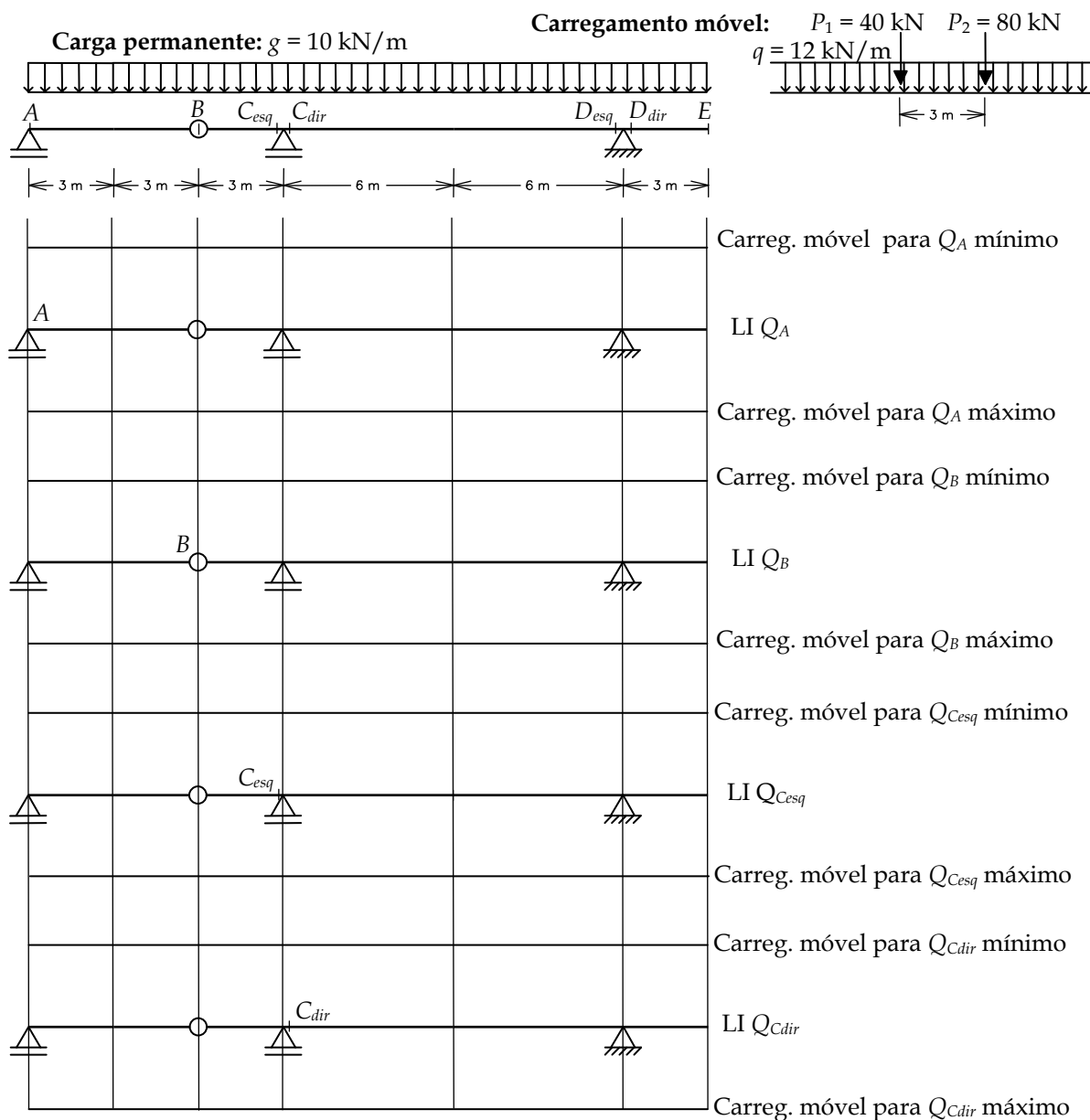
Nome: _____

1ª Questão (6,0 pontos)

Você está envolvido no projeto de uma ponte rodoviária cujo sistema estrutural está mostrado abaixo. A carga permanente, constituída do peso próprio da estrutura, é uniformemente distribuída, tendo sido avaliada em $g = 10$ kN/m. O carregamento móvel está indicado na figura, sendo que q representa a carga de multidão e as cargas P_1 e P_2 representam as cargas dos eixos do veículo de projeto. A carga de multidão não tem extensão definida, isto é, a sua extensão de atuação deve ser obtida de forma a majorar ou minorar um determinado efeito.

Pede-se:

- (a) Trace nas figuras a seguir as Linhas de Influência (LI) de esforços cortantes na seções A , B , C_{esq} , C_{dir} , D_{esq} , D_{dir} e E , indicando valores das ordenadas e das áreas positivas e negativas.
- (b) Indique nas figuras a seguir as posições do carregamento móvel que provocam os valores mínimo e máximo do esforço cortante para cada uma dessas seções.
- (c) Determine o diagrama de esforços cortantes para a carga permanente.
- (d) Com base na carga permanente e na carga móvel, monte uma tabela de esforços cortantes mínimos e máximos nessas seções.
- (e) Desenhe as envoltórias de esforços cortantes máximos e mínimos baseadas nos valores obtidos no item (b).



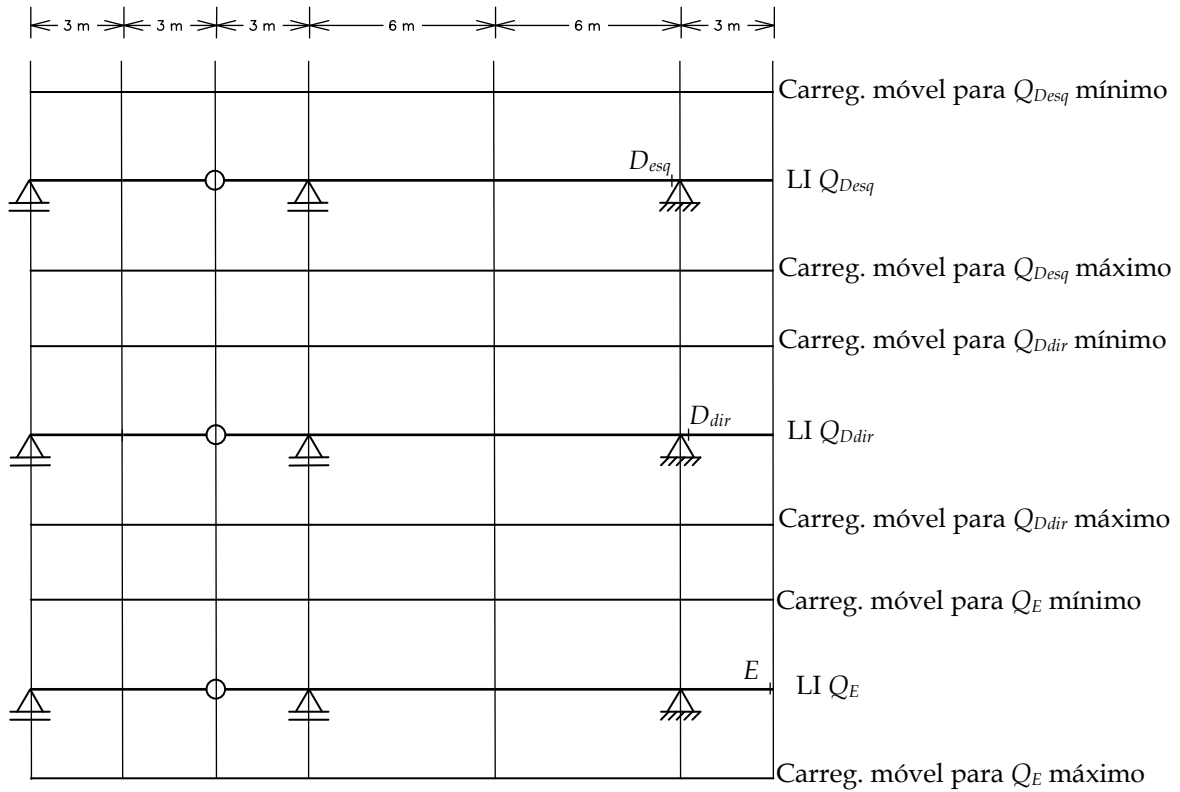


Diagrama de esforços cortantes para carga permanente

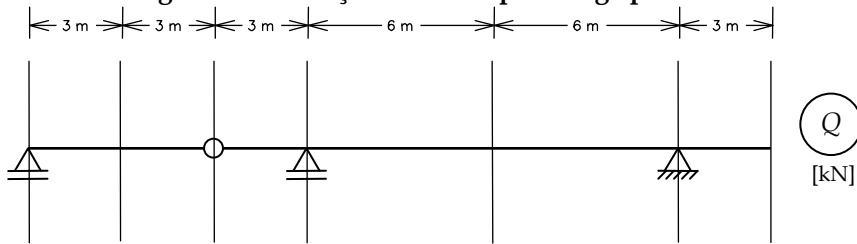
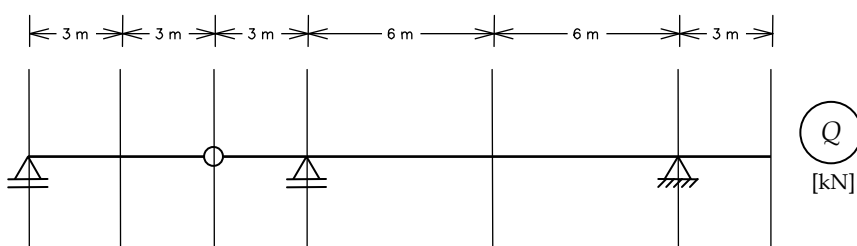


Tabela das envoltórias de esforços cortantes mínimos e máximos

Envoltórias de Esforços Cortantes [kN]					
Seção	Carga Permanente	Carga Móvel		Envoltórias	
		mínimo	máximo	mínimo	máximo
A					
B					
C _{esq}					
C _{dir}					
D _{esq}					
D _{dir}					
E					

Desenho das envoltórias de esforços cortantes mínimos e máximos

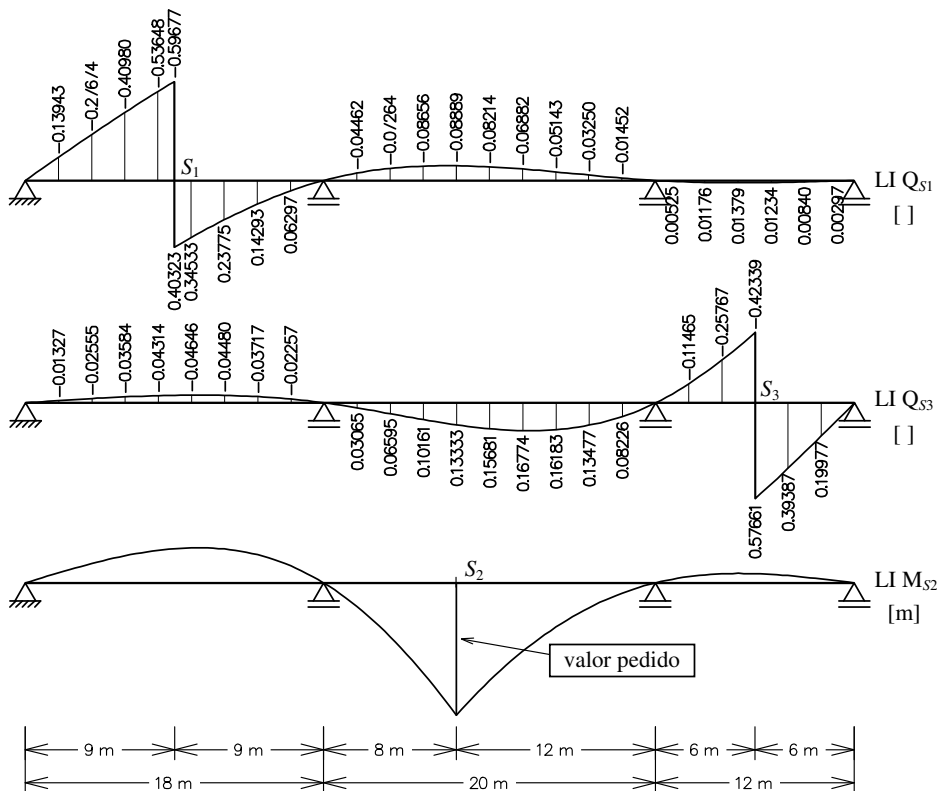


2ª Questão (1,0 ponto)

Através do método cinemático para o traçado de linhas de influência (Princípio de Müller-Breslau), explique porque as linhas de influência para estruturas isostáticas são formadas por trechos retos e as linhas de influência para estruturas hiperestáticas são formadas por trechos curvos dados por polinômios do 3º grau (para barras com seção transversal que não varia).

3ª Questão (2,0 pontos)

Abaixo estão mostradas as linhas de influência de esforços cortantes nas seções S_1 e S_3 de uma ponte. Os valores das ordenadas estão indicados a cada 2 metros. Também está indicada a linha de influência de momentos fletores na seção S_2 . Calcule a ordenada indicada na LI M_{S_2} .

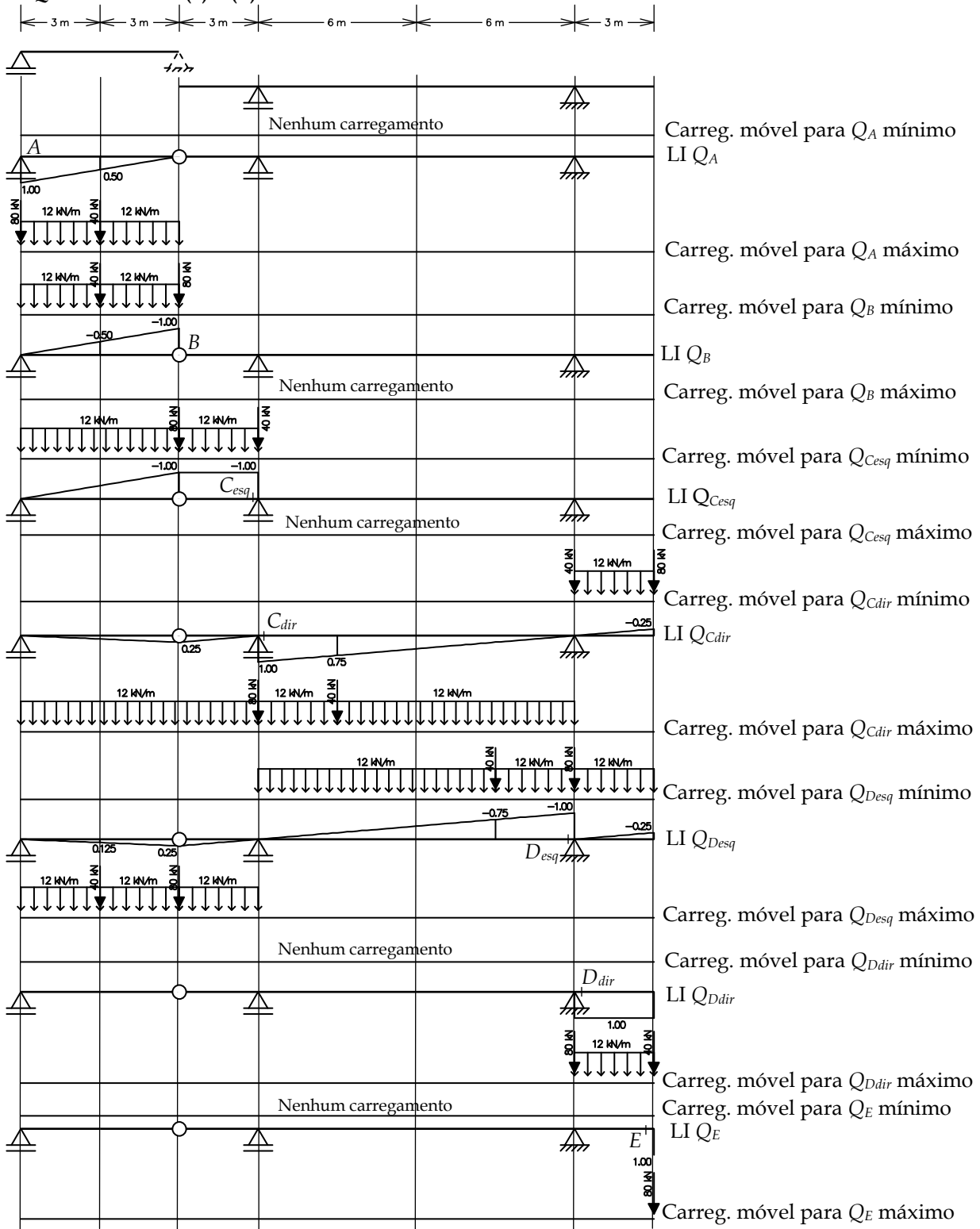


Solução da 3ª Questão

4ª Questão (1,0 ponto)

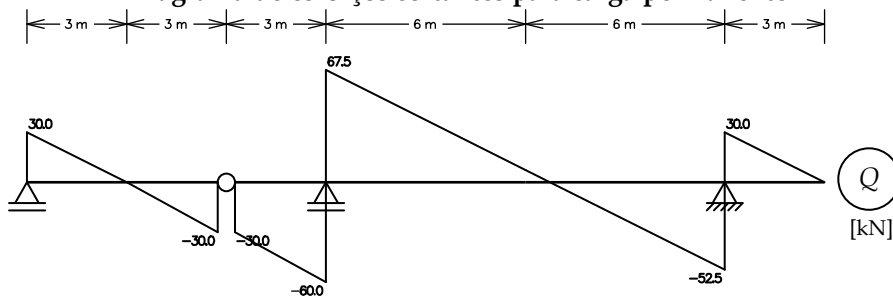
Grau vindo do segundo trabalho (nota do trabalho x 0,1).

1ª Questão - itens (a) e (b)



1ª Questão - item (c)

Diagrama de esforços cortantes para carga permanente



1ª Questão - item (d)

Determinação dos esforços cortantes mínimos e máximos nas seções

(*c.p.* → carga permanente; *c.m.* → carregamento móvel)

Observe que os esforços cortantes para carga permanente podem ser calculados alternativamente multiplicando as áreas das linhas de influência (com sinal) pelo valor da força uniformemente distribuída.

$$(Q_A)^{c.p.} = 10 \cdot [0.5 \cdot 6 \cdot (+1.0)] = +30.0 \text{ kN}$$

$$(Q_B)^{c.p.} = 10 \cdot [0.5 \cdot 6 \cdot (-1.0)] = -30.0 \text{ kN}$$

$$(Q_A)^{c.m.}_{\text{mín.}} = 0 \text{ kN}$$

$$(Q_B)^{c.m.}_{\text{mín.}} = 40 \cdot (-0.5) + 80 \cdot (-1.0) + 12 \cdot [0.5 \cdot 6 \cdot (-1.0)]$$

$$(Q_A)^{c.m.}_{\text{máx.}} = 80 \cdot (+1.0) + 40 \cdot (+0.5) + 12 \cdot [0.5 \cdot 6 \cdot (+1.0)] = +136.0 \text{ kN}$$

$$= -136.0 \text{ kN}$$

$$(Q_B)^{c.m.}_{\text{máx.}} = 0 \text{ kN}$$

$$(Q_{\text{Cesq}})^{c.p.} = 10 \cdot [3 \cdot (-1.0) + 0.5 \cdot 6 \cdot (-1.0)] = -60.0 \text{ kN}$$

$$(Q_{\text{Cesq}})^{c.m.}_{\text{mín.}} = 40 \cdot (-1.0) + 80 \cdot (-1.0) + 12 \cdot [0.5 \cdot 6 \cdot (-1.0) + 3 \cdot (-1.0)] = -192.0 \text{ kN}$$

$$(Q_{\text{Cesq}})^{c.m.}_{\text{máx.}} = 0 \text{ kN}$$

$$(Q_{\text{Cdir}})^{c.p.} = 10 \cdot [0.5 \cdot 9 \cdot (+0.25) + 0.5 \cdot 12 \cdot (+1.0) + 0.5 \cdot 3 \cdot (-0.25)] = +67.5 \text{ kN}$$

$$(Q_{\text{Cdir}})^{c.m.}_{\text{mín.}} = 40 \cdot (0) + 80 \cdot (-0.25) + 12 \cdot [0.5 \cdot 3 \cdot (-0.25)] = -24.5 \text{ kN}$$

$$(Q_{\text{Cdir}})^{c.m.}_{\text{máx.}} = 80 \cdot (+1.0) + 40 \cdot (+0.75) + 12 \cdot [0.5 \cdot 9 \cdot (+0.25) + 0.5 \cdot 12 \cdot (+1.0)] = +195.5 \text{ kN}$$

$$(Q_{\text{Desq}})^{c.p.} = 10 \cdot [0.5 \cdot 9 \cdot (+0.25) + 0.5 \cdot 12 \cdot (-1.0) + 0.5 \cdot 3 \cdot (-0.25)] = -52.5 \text{ kN}$$

$$(Q_{\text{Desq}})^{c.m.}_{\text{mín.}} = 40 \cdot (-0.75) + 80 \cdot (-1.0) + 12 \cdot [0.5 \cdot 12 \cdot (-1.0) + 0.5 \cdot 3 \cdot (-0.25)] = -186.5 \text{ kN}$$

$$(Q_{\text{Desq}})^{c.m.}_{\text{máx.}} = 40 \cdot (+0.125) + 80 \cdot (+0.25) + 12 \cdot [0.5 \cdot 9 \cdot (+0.25)] = +38.5 \text{ kN}$$

$$(Q_{\text{Ddir}})^{c.p.} = 10 \cdot [3 \cdot (+1.0)] = +30.0 \text{ kN}$$

$$(Q_E)^{c.p.} = 0 \text{ kN}$$

$$(Q_{\text{Ddir}})^{c.m.}_{\text{mín.}} = 0 \text{ kN}$$

$$(Q_E)^{c.m.}_{\text{mín.}} = 0 \text{ kN}$$

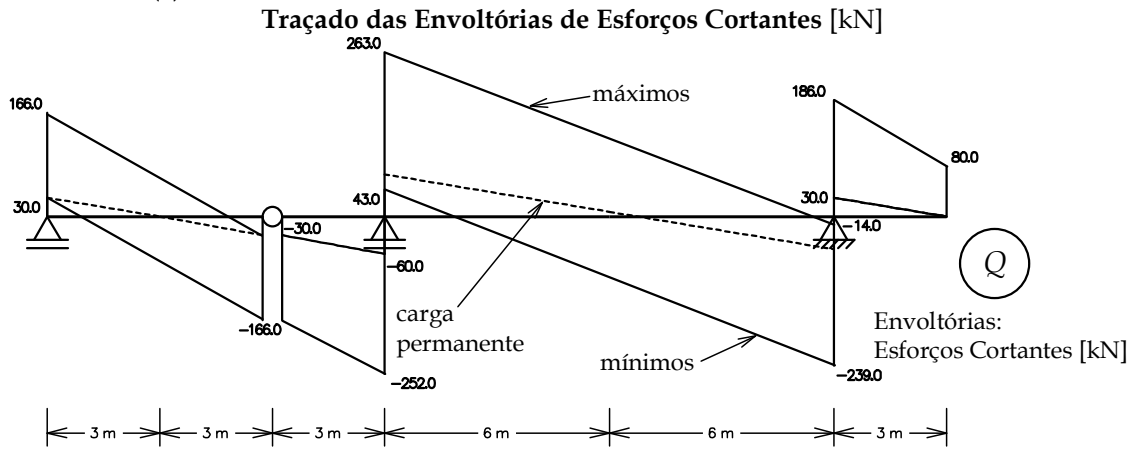
$$(Q_{\text{Ddir}})^{c.m.}_{\text{máx.}} = 80 \cdot (+1.0) + 40 \cdot (+1.0) + 12 \cdot [3 \cdot (+1.0)] = +156.0 \text{ kN}$$

$$(Q_E)^{c.m.}_{\text{máx.}} = 80 \cdot (+1.0) = +80.0 \text{ kN}$$

Tabela das envoltórias de esforços cortantes mínimos e máximos

Envoltórias de Esforços Cortantes [kN]					
Seção	Carga Permanente	Carga Móvel		Envoltórias	
		mínimo	máximo	mínimo	máximo
A	+30.0	0.0	+136.0	+30.0	+166.0
B	-30.0	-136.0	0.0	-166.0	-30.0
Cesq	-60.0	-192.0	0.0	-252.0	-60.0
Cdir	+67.5	-24.5	+195.5	+43.0	+263.0
Desq	-52.5	-186.5	+38.5	-239.0	-14.0
Ddir	+30.0	0.0	+156.0	+30.0	+186.0
E	0.0	0.0	+80.0	0.0	+80.0

1ª Questão - item (e)



Embora as envoltórias apareçam com trechos retos, elas são formadas por trechos curvos. Essa aparência se deve ao fato de terem sido utilizados poucos pontos para fazer a interpolação de valores.

2ª Questão

O método cinemático para o traçado de linhas de influência (Princípio de Muller-Breslau) é tal que a linha de influência para um efeito qualquer em uma dada seção transversal é a elástica (configuração deformada) resultante da liberação do vínculo associado ao efeito na seção junto com a imposição de um deslocamento (ou rotação) generalizado unitário associado ao efeito.

As linhas de influência para estruturas hiperestáticas são curvas porque a liberação de um vínculo em uma seção resulta em um modelo estrutural que ainda oferece resistência ao deslocamento generalizado unitário imposto. Com isso, a estrutura vai se deformar para se ajustar a essa imposição, resultando no flexionamento das barras.

Por outro lado, a liberação de um vínculo em uma estrutura isostática transforma a estrutura em um modelo hipostático (um mecanismo) que se movimenta livremente sem oferecer resistência ao deslocamento generalizado unitário imposto. Dessa forma, as barras não se deformam (permanecem retas) e apenas sofrem movimentos de corpo rígido.

No caso de um modelo estrutural com barras uniformes (seção transversal que não varia), a equação diferencial que governa o fenômeno da flexão de barras, desprezando deformações por cisalhamento (teoria de vigas de Euler-Bernoulli), é a equação diferencial de Navier:

$$\frac{d^4 v}{dx^4} = \frac{q(x)}{EI}$$

Em que $v(x)$ é a elástica (deslocamento transversal), $q(x)$ é a taxa de força transversal distribuída e EI é a rigidez à flexão. Como no caso do método cinemático para o traçado de linhas de influência só é imposto um deslocamento generalizado unitário e não tem força transversal distribuída, a equação diferencial resultante é $d^4 v / dx^4 = 0$. Portanto, no caso de estruturas hiperestáticas com barras uniformes, a elástica é formada por trechos que são polinômios do 3º grau. As elásticas com trechos lineares (barras retas) para estruturas isostáticas também satisfazem esta equação diferencial.

3ª Questão

