

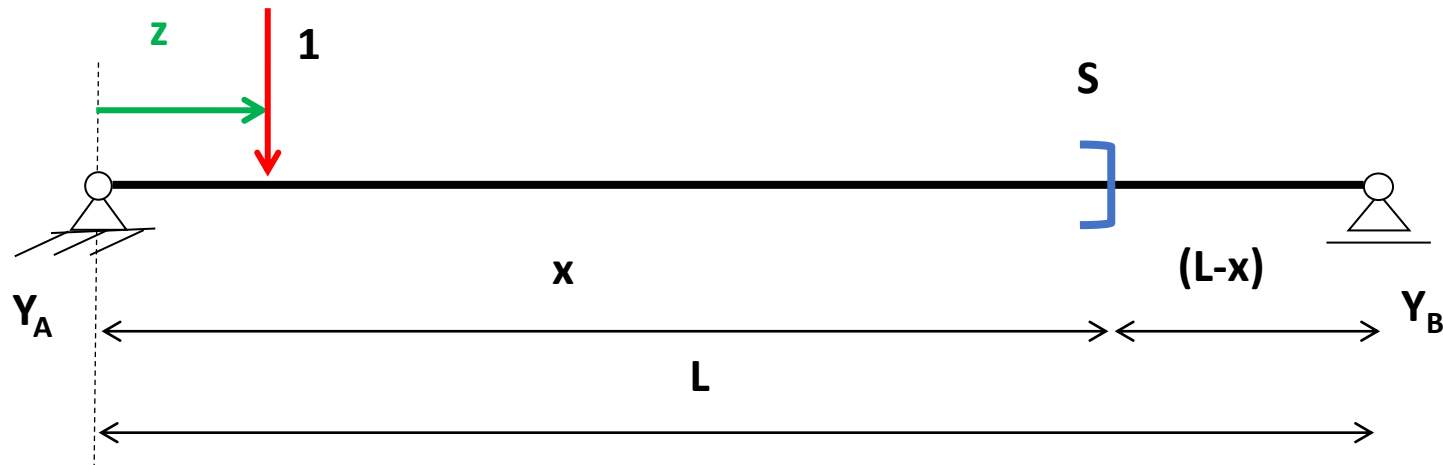
PEF3200
Aula 8
24 mai
PROF. NAKAO

❖ **Linhas de influência. Diagramas de máximos e mínimos.**

AGENDA

7	10 mai	Linhas de influência.
8	17 mai	Prova P1
9	24 mai	Linhas de influência. Diagramas de máximos e mínimos.
10	31 mai	Treliças.
11	07 jun	Pórticos triarticulados.
12	14 jun	Arcos triarticulados.
13	21 jun	Vigas Gerber.
14	28 jun	Estruturas associadas.
15	05 jul	Prova P2
16	12 jul	Prova Substitutiva
17	19 jul	Prova de Recuperação

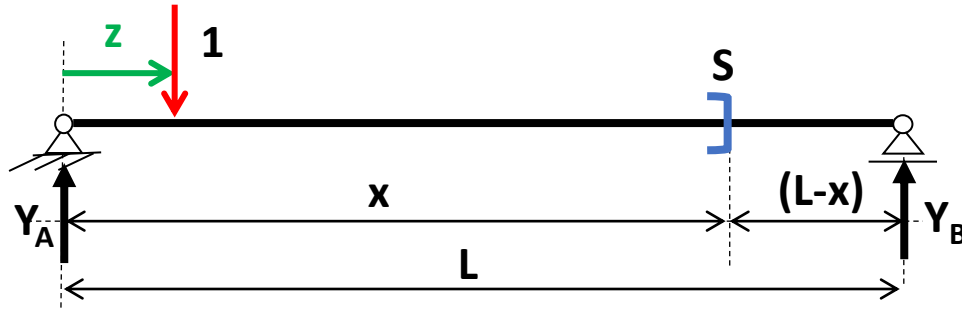
VIGA SIMPLEMENTE APOIADA



LINHAS DE INFLUÊNCIA

Definição

Linha de influência de um esforço E_s na seção fixa S de uma viga é o diagrama que fornece E_s produzido por uma carga unitária móvel adimensional percorrendo toda a extensão da viga.



1. Reações nos apoios

$$\sum M(A) = 0 = -1 \cdot z + Y_B \cdot L \Rightarrow Y_B = \frac{z}{L}$$

$$\sum M(B) = 0 = -Y_A \cdot L + 1 \cdot (L - z) \Rightarrow Y_A = \frac{L - z}{L}$$

2. Linha de influência da reação no apoio A

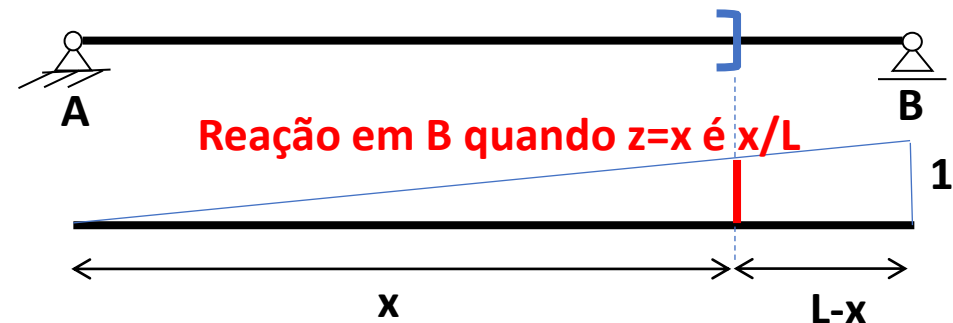
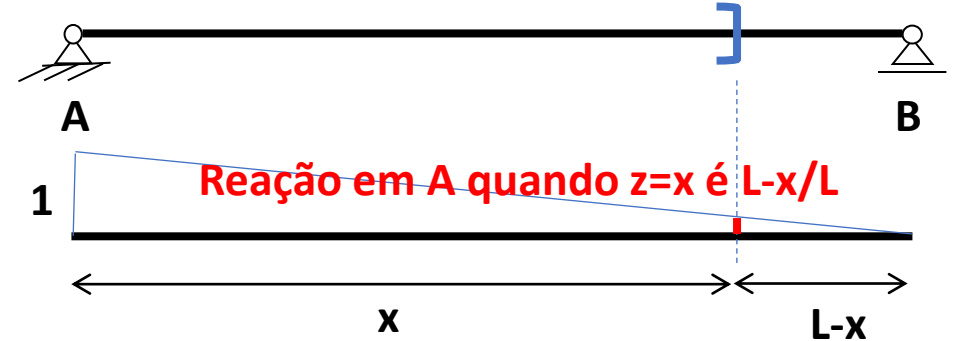
$$Y_A = \frac{L - z}{L} \Rightarrow Y_A(z = 0) = 1$$

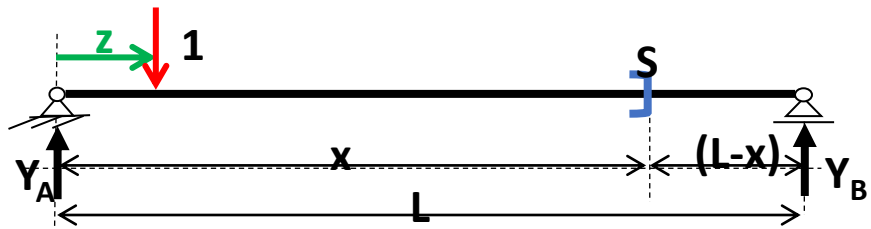
$$Y_A = \frac{L - z}{L} \Rightarrow Y_A(z = L) = 0$$

3. Linha de influência da reação no apoio B

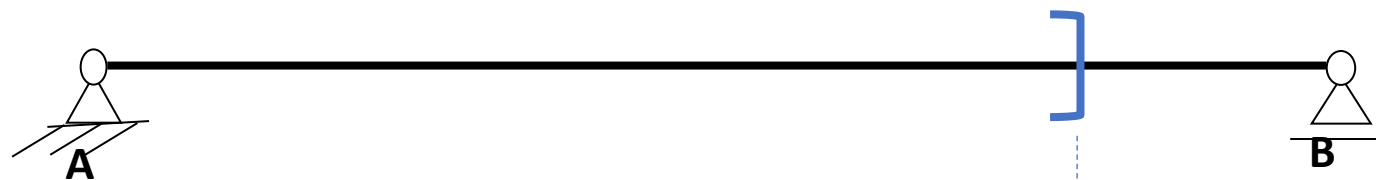
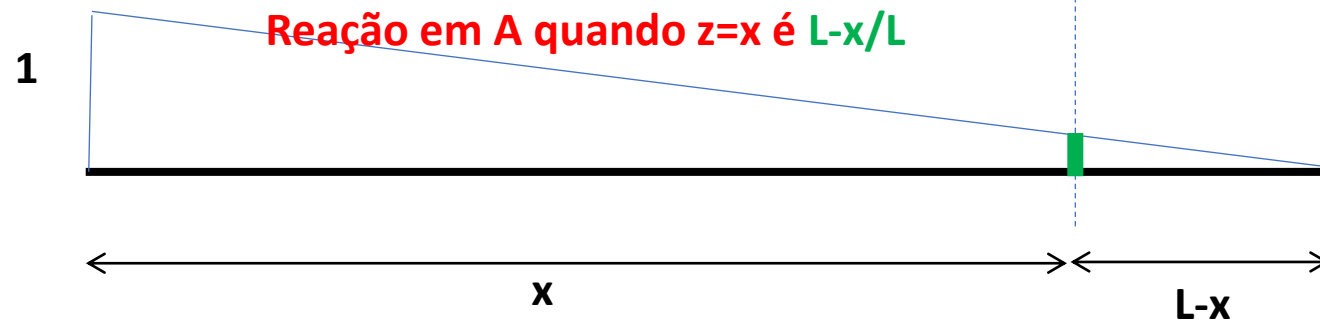
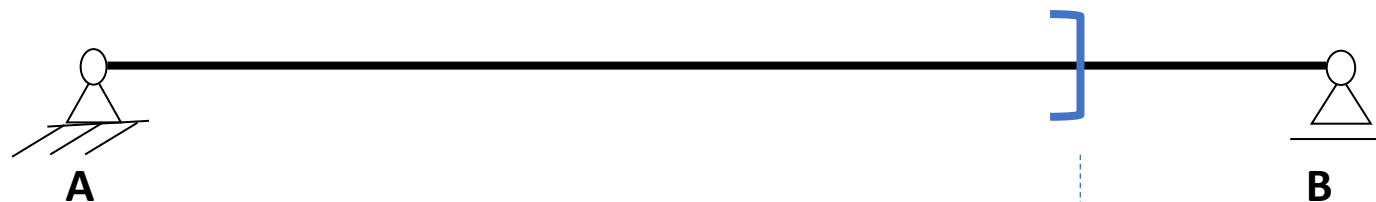
$$Y_B = \frac{z}{L} \Rightarrow Y_B(z = 0) = 0$$

$$Y_B = \frac{z}{L} \Rightarrow Y_B(z = L) = 1$$

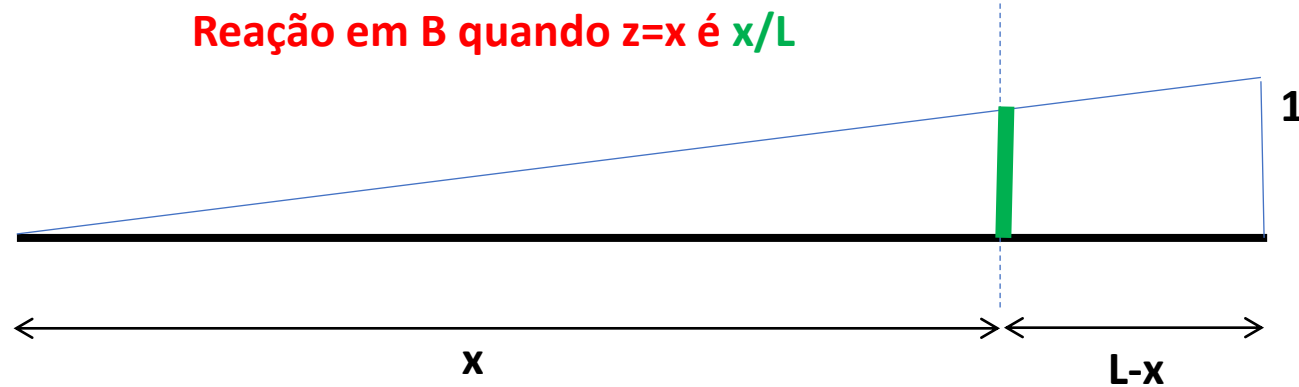




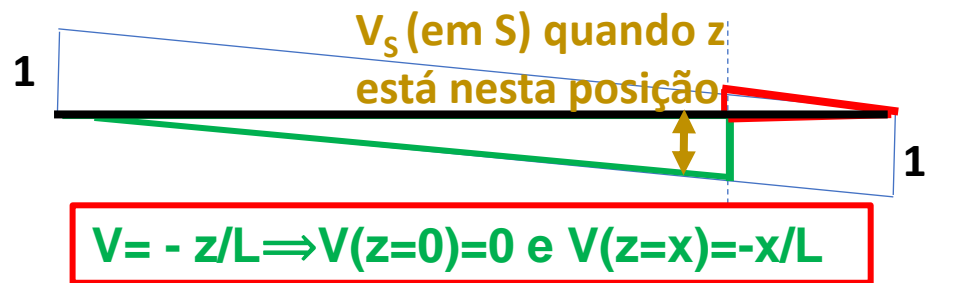
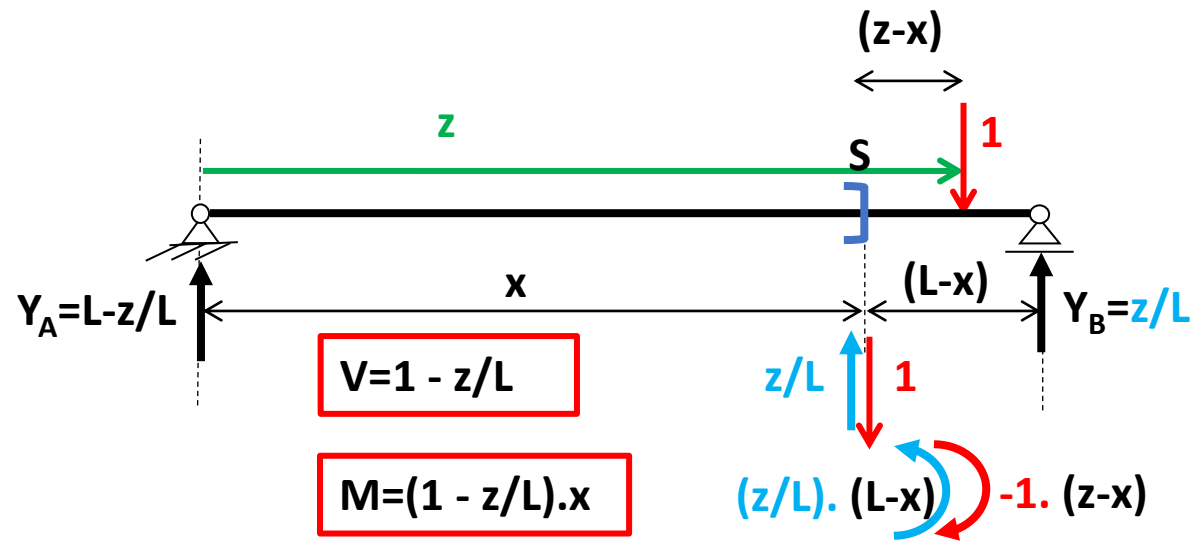
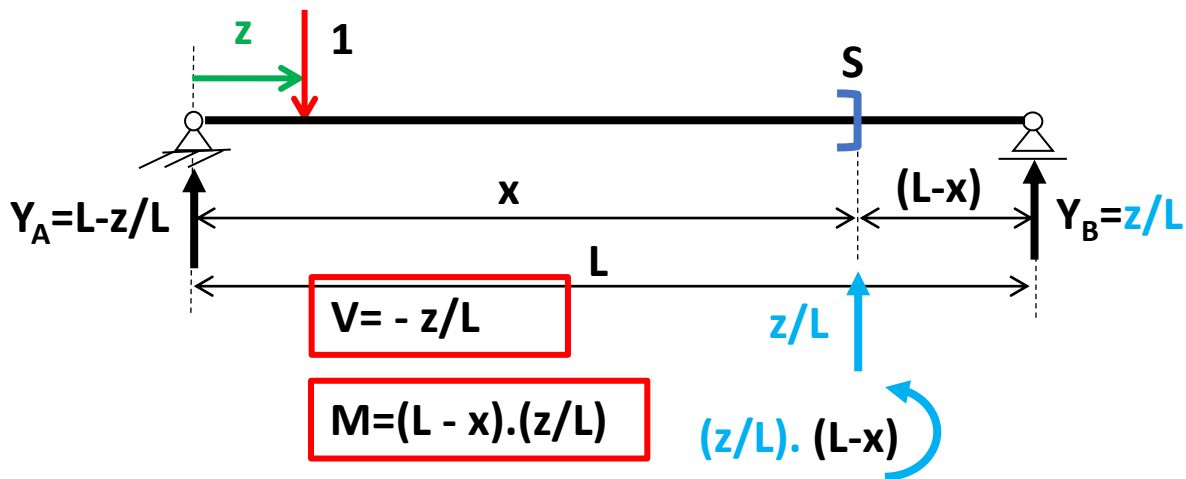
$LI Y_A$



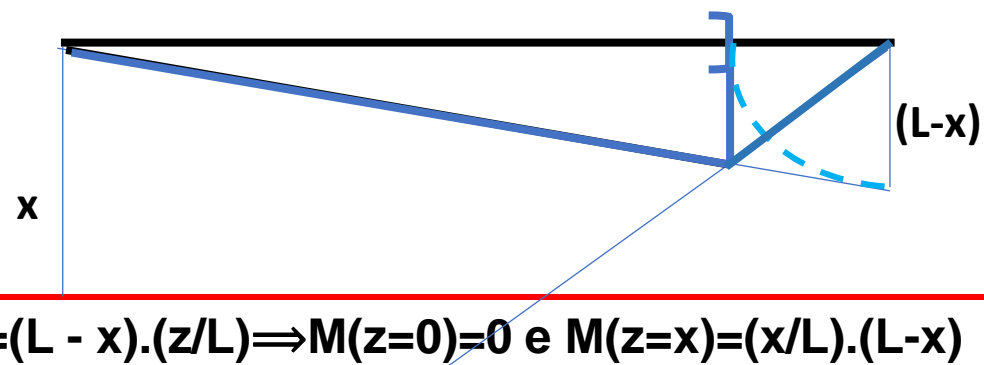
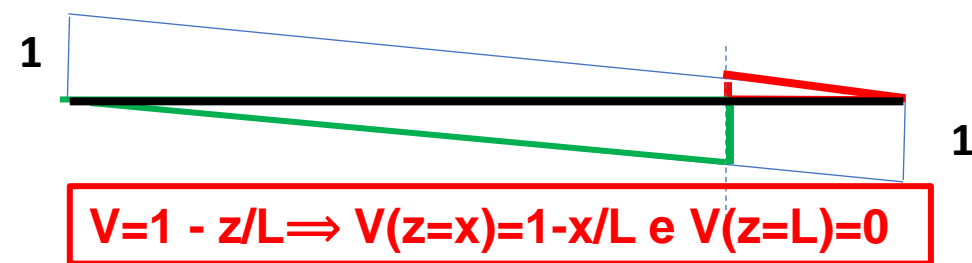
$LI Y_B$



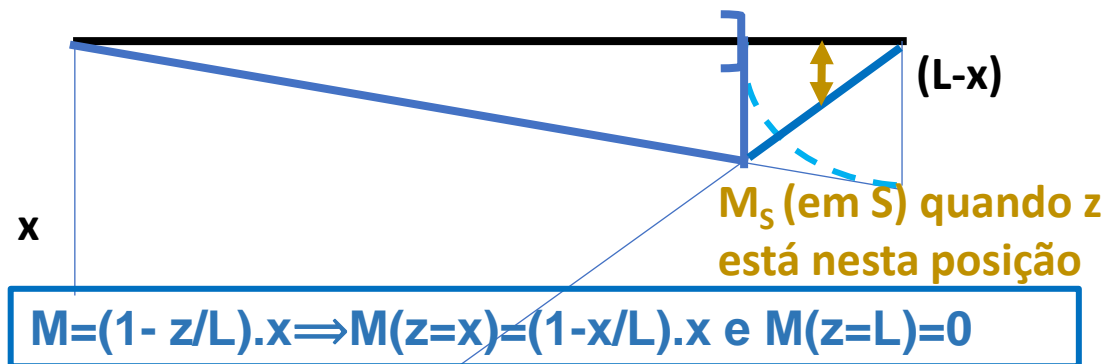
4. Seção S



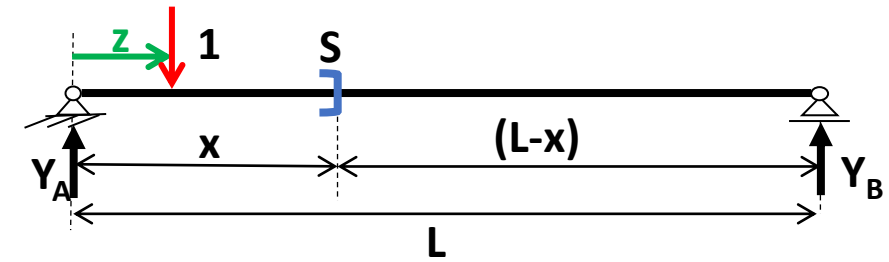
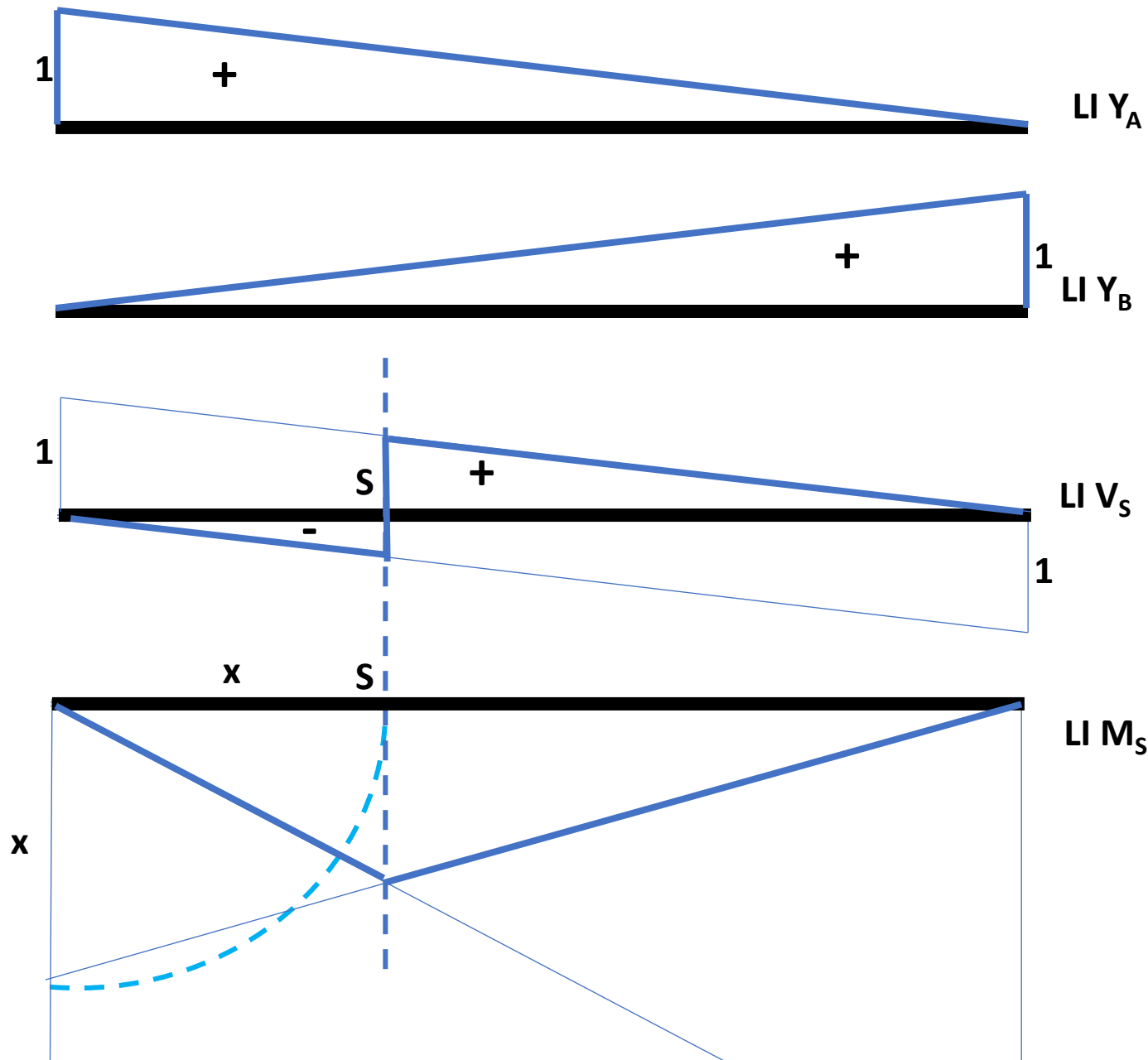
LIV em S



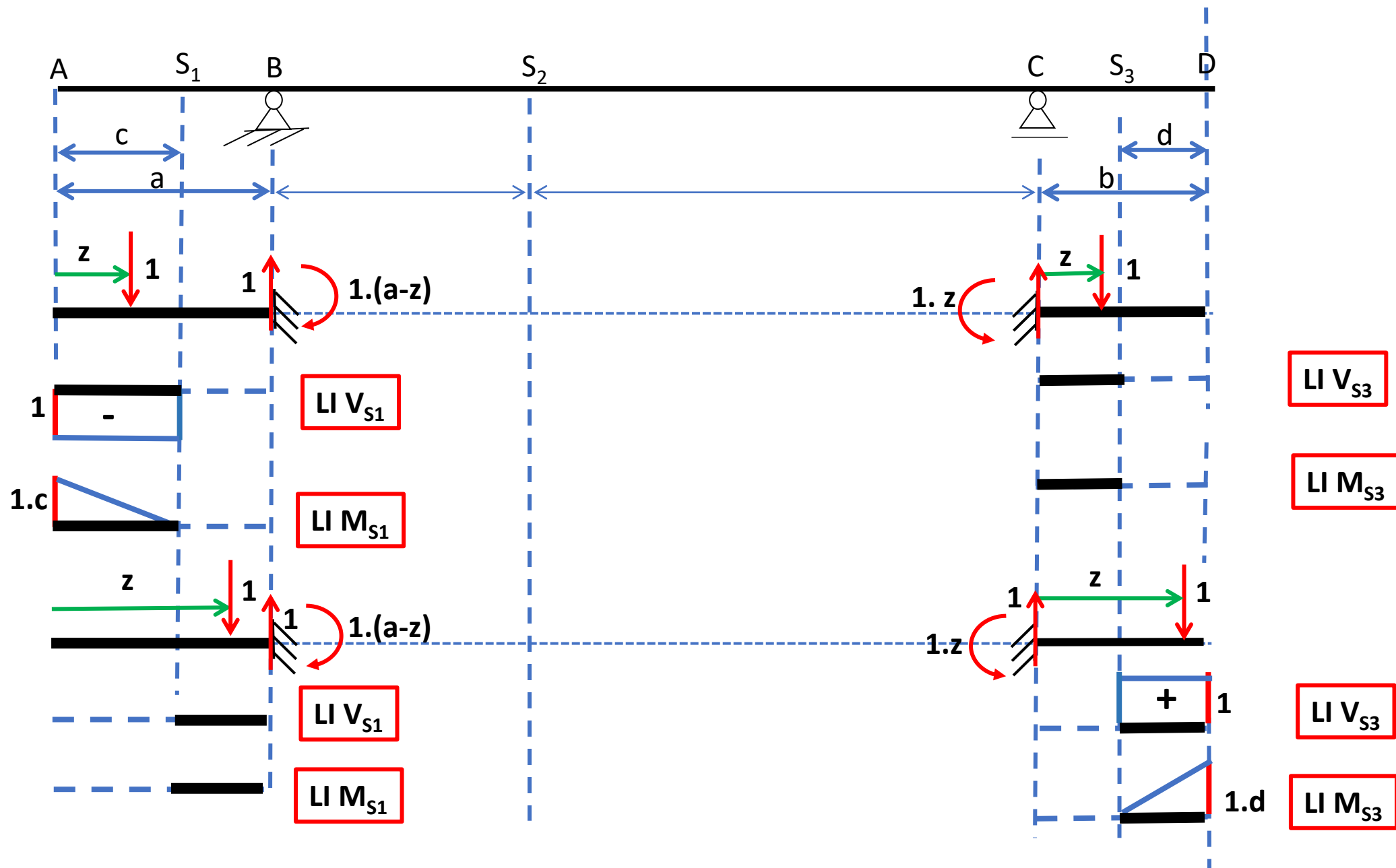
LIM em S



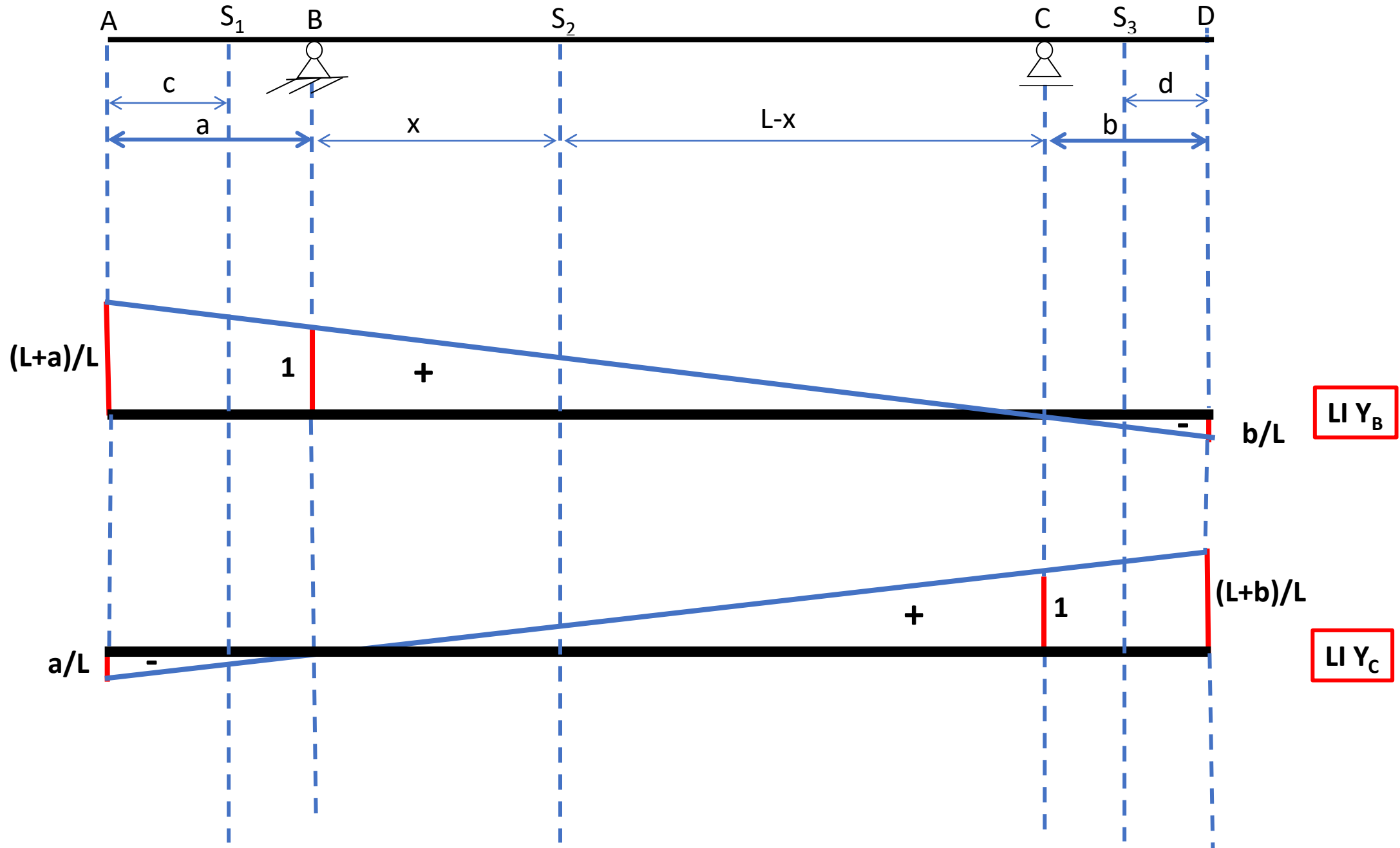
5. REGRA PRÁTICA para VIGA SIMPLEMENTE APOIADA AB

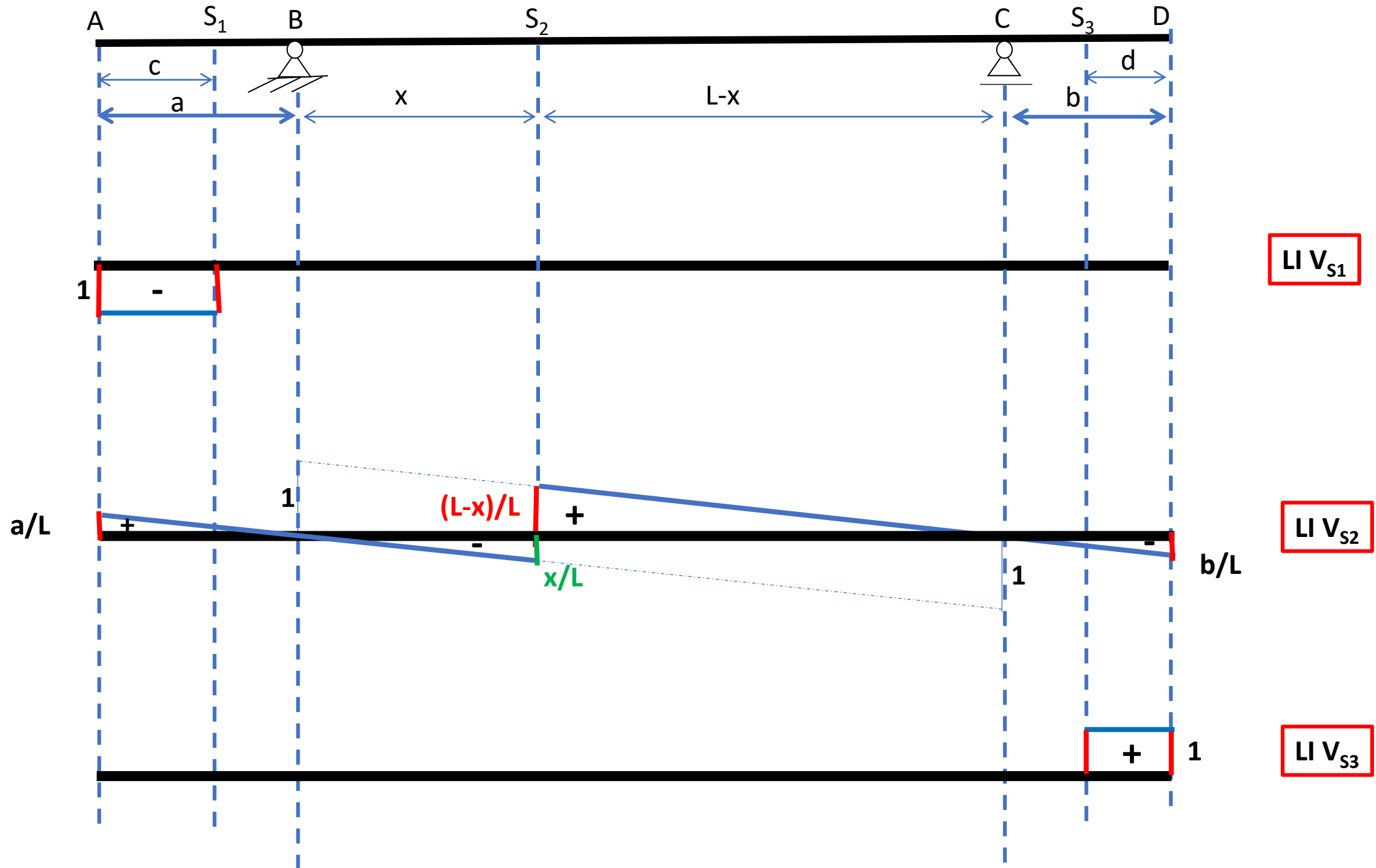


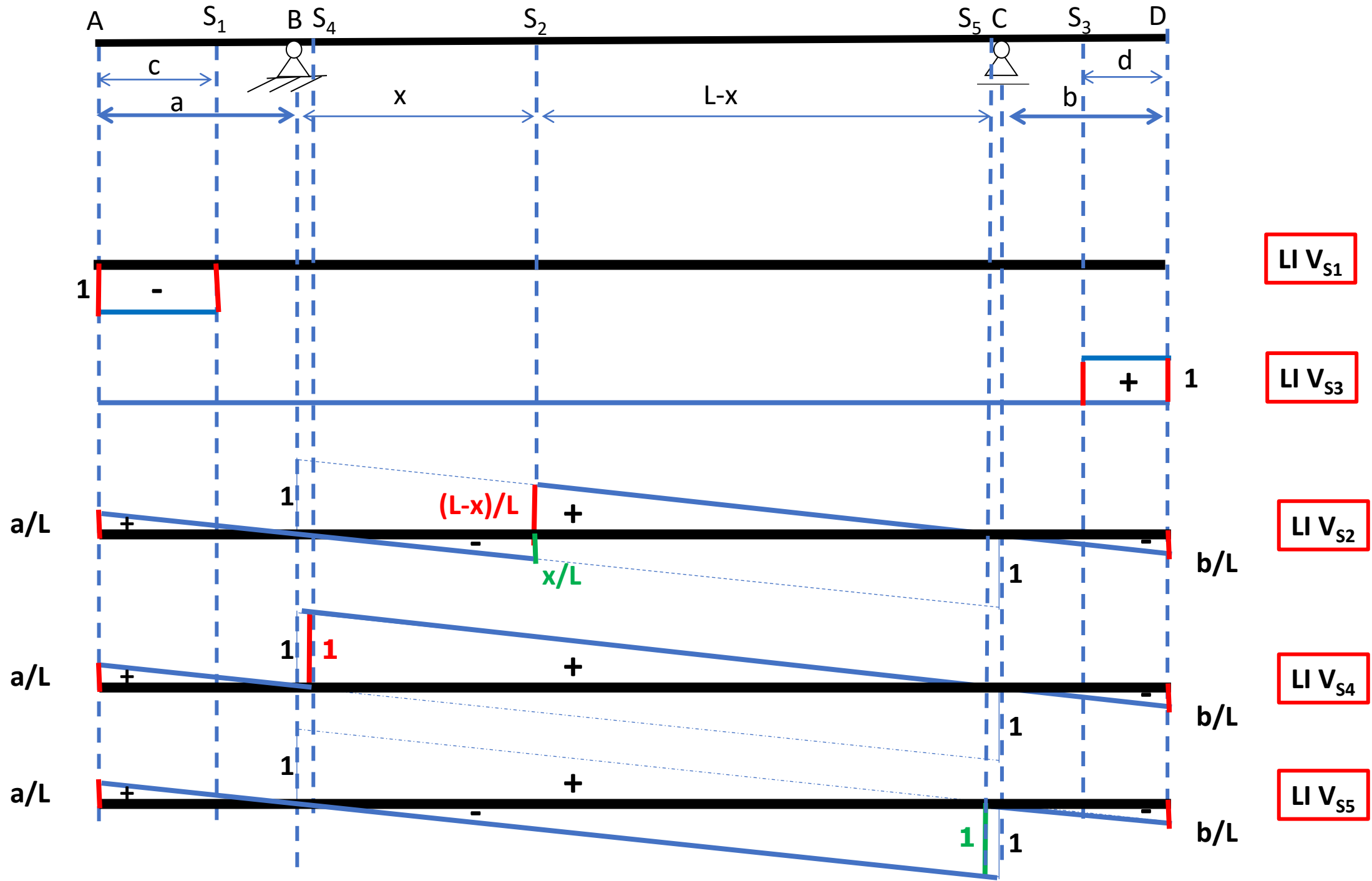
6. VIGAS AB e CD EM BALANÇO

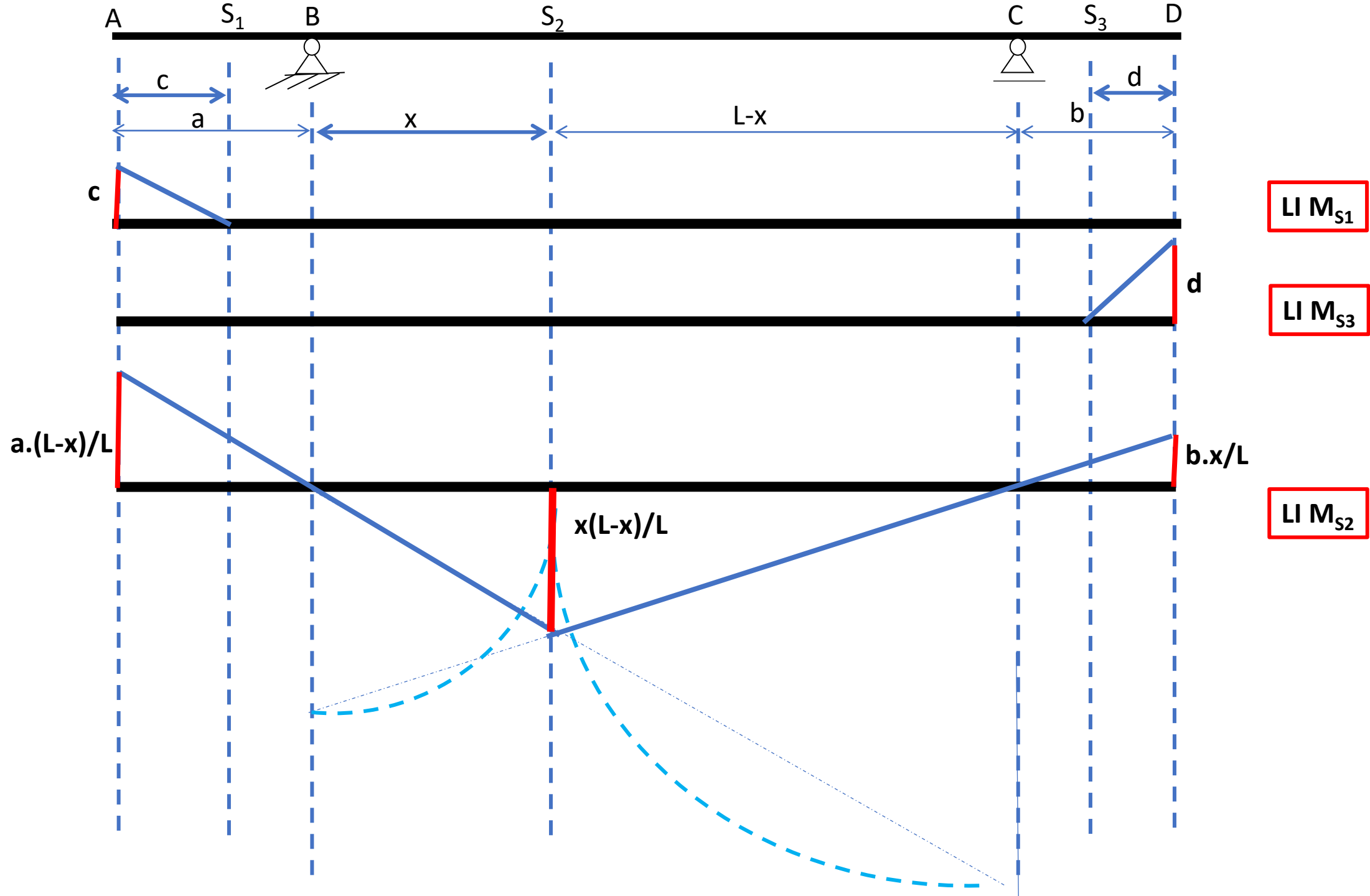


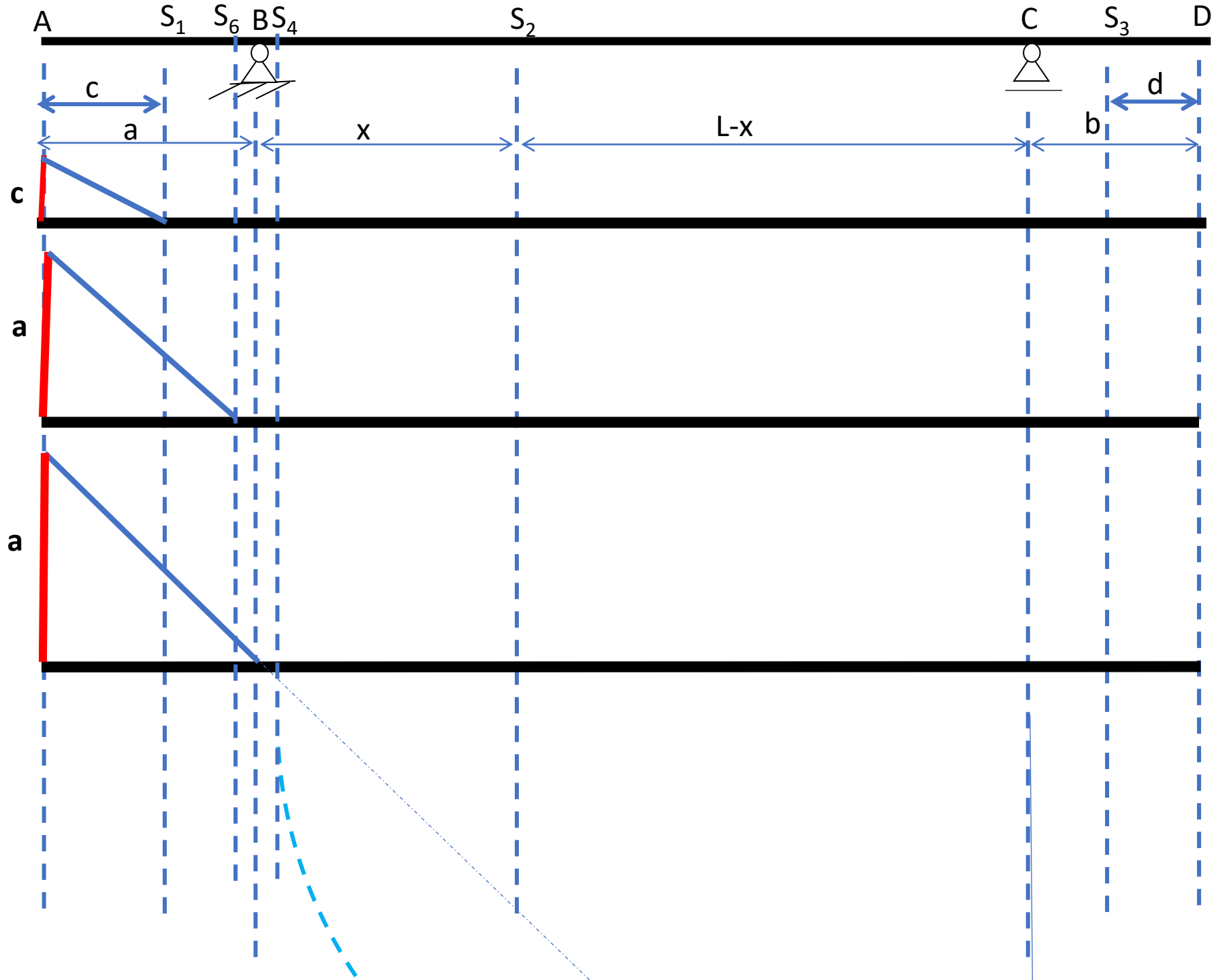
7. REGRA PRÁTICA para VIGA ABCD SIMPLEMENTE APOIADA COM BALANÇOS









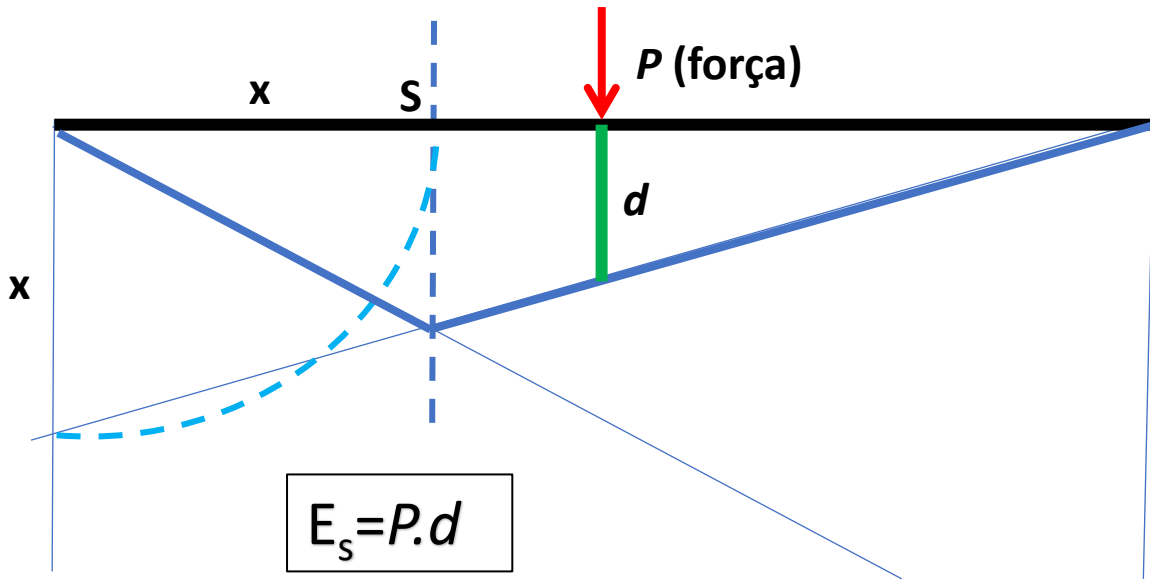
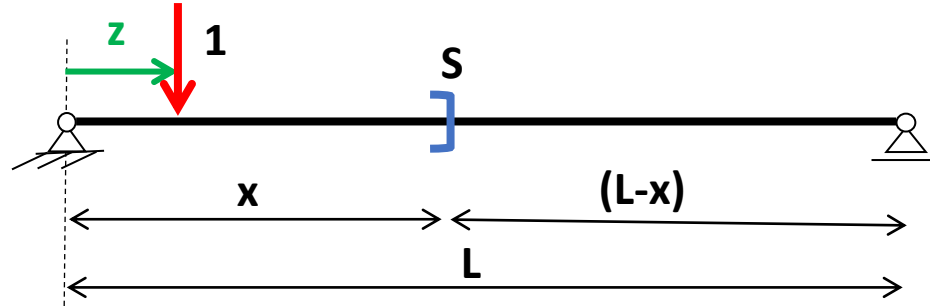


$LI M_{S_1}$

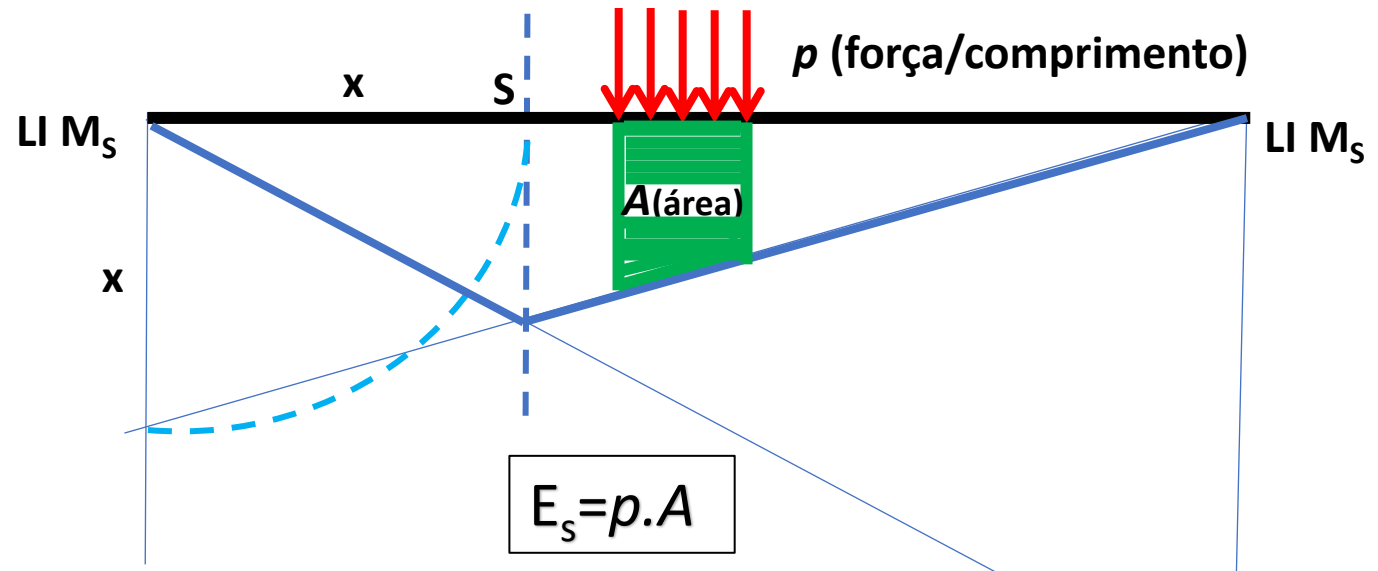
$LI M_{S_6}$

$LI M_{S_4}$

8. ESFORÇOS PRODUZIDOS POR CARGAS CONCENTRADAS E POR CARGAS UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDAS



d é o M_s devido à força unitária adimensional



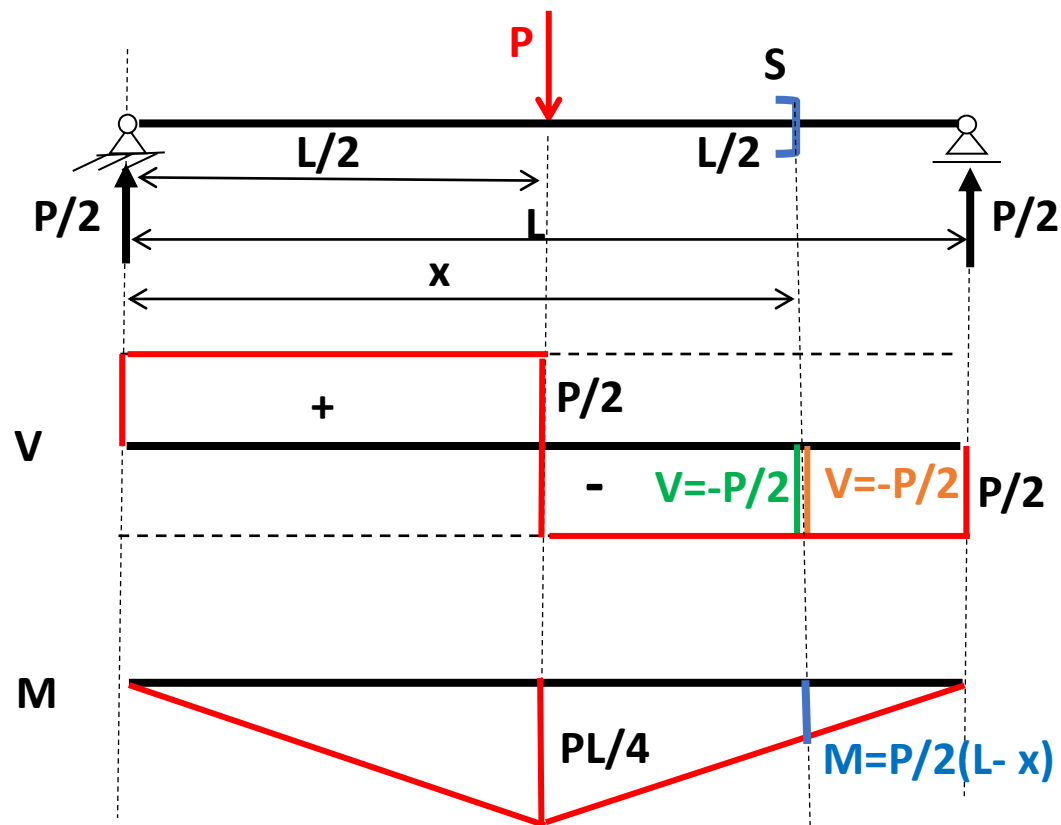
A é a área do M_s devido à atuação da carga distribuída

NÃO CONFUNDIR

DIAGRAMA DE ESFORÇO SOLICITANTE (LINHA DE ESTADO)

com LINHA DE INFLUÊNCIA

DIAGRAMA DE ESFORÇO SOLICITANTE

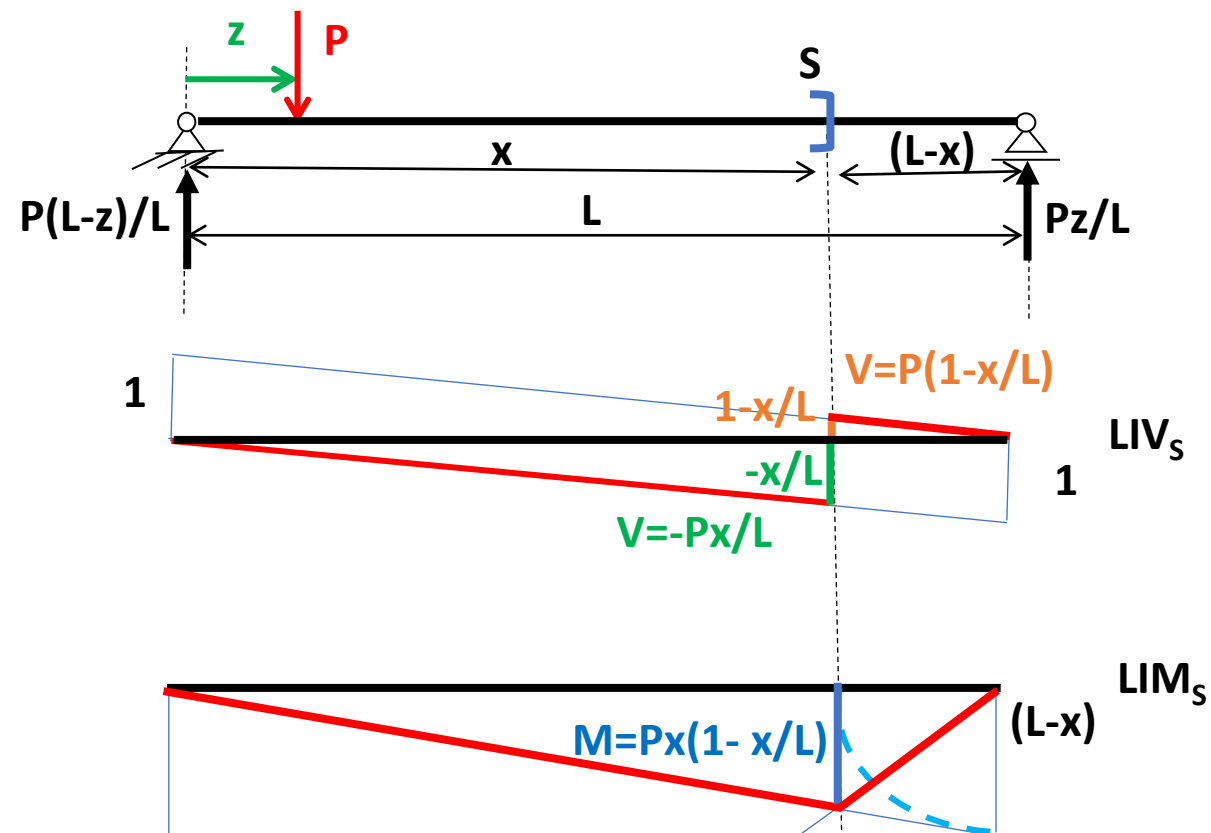


ESFORÇO PRODUZIDO EM TODAS AS SEÇÕES DA VIGA POR UMA CARGA FIXA

CARREGAMENTO FIXO, NÃO VARIA NEM POSIÇÃO NEM INTENSIDADE

ESTRUTURA + AÇÕES PERMANENTES + AÇÕES ACIDENTAIS FIXAS \Rightarrow LINHAS DE ESTADO

LINHA DE INFLUÊNCIA



ESFORÇO PRODUZIDO EM UMA ÚNICA SEÇÃO DA VIGA POR UMA CARGA MÓVEL

CARREGAMENTO MÓVEL APLICADO EM TODAS AS POSIÇÕES DA VIGA

ESTRUTURA + AÇÕES PERMANENTES + AÇÕES ACIDENTAIS MÓVEIS \Rightarrow LINHA DE INFLUÊNCIA

LINHAS DE INFLUÊNCIA

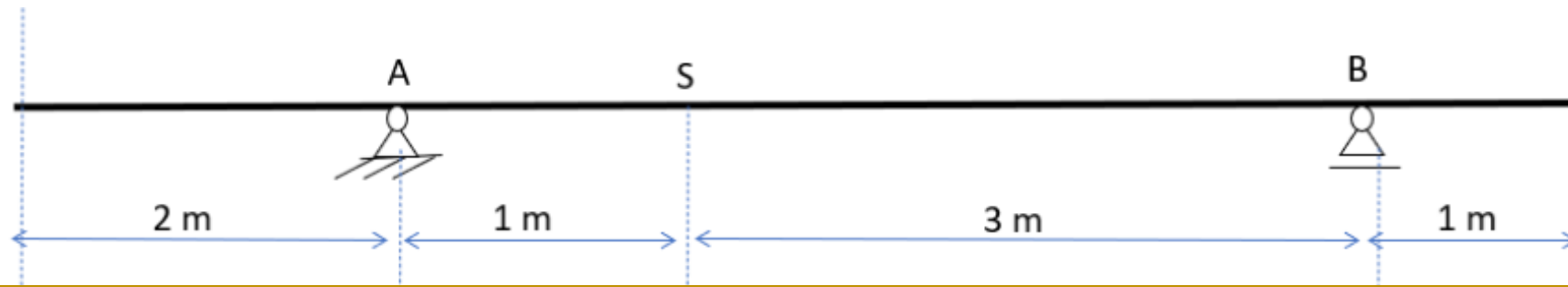
Definição

Linha de influência de um esforço E_s na seção fixa S de uma viga é o diagrama que fornece E_s produzido por uma carga unitária móvel adimensional percorrendo toda a extensão da viga.

Teorema

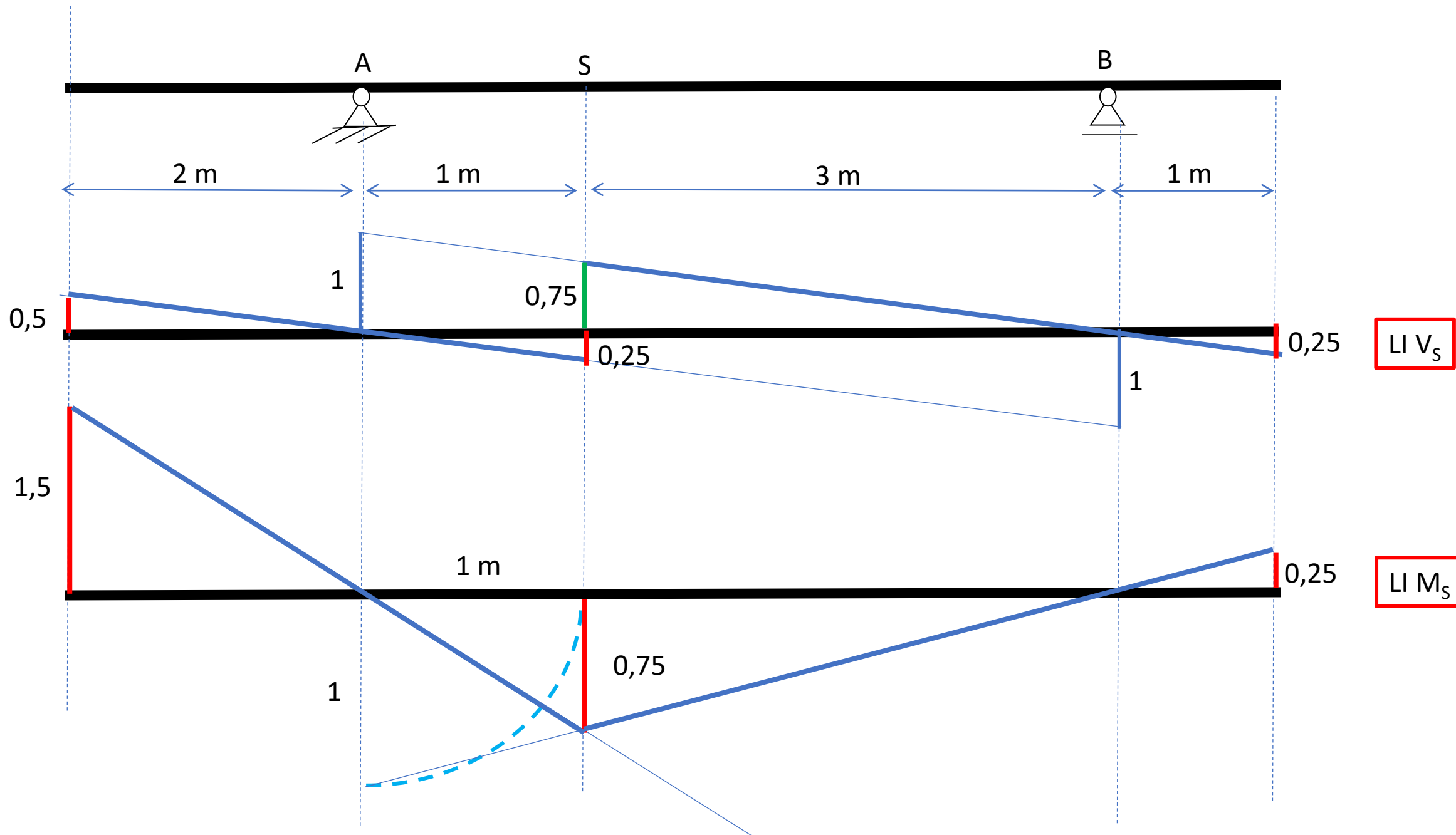
Em uma viga cuja LI de um esforço E_s é linear e possui pontos angulosos, os esforços extremos produzidos por um veículo-tipo ocorrem para uma das cargas do veículo-tipo sobre um dos pontos angulosos ou sobre as extremidades da viga.

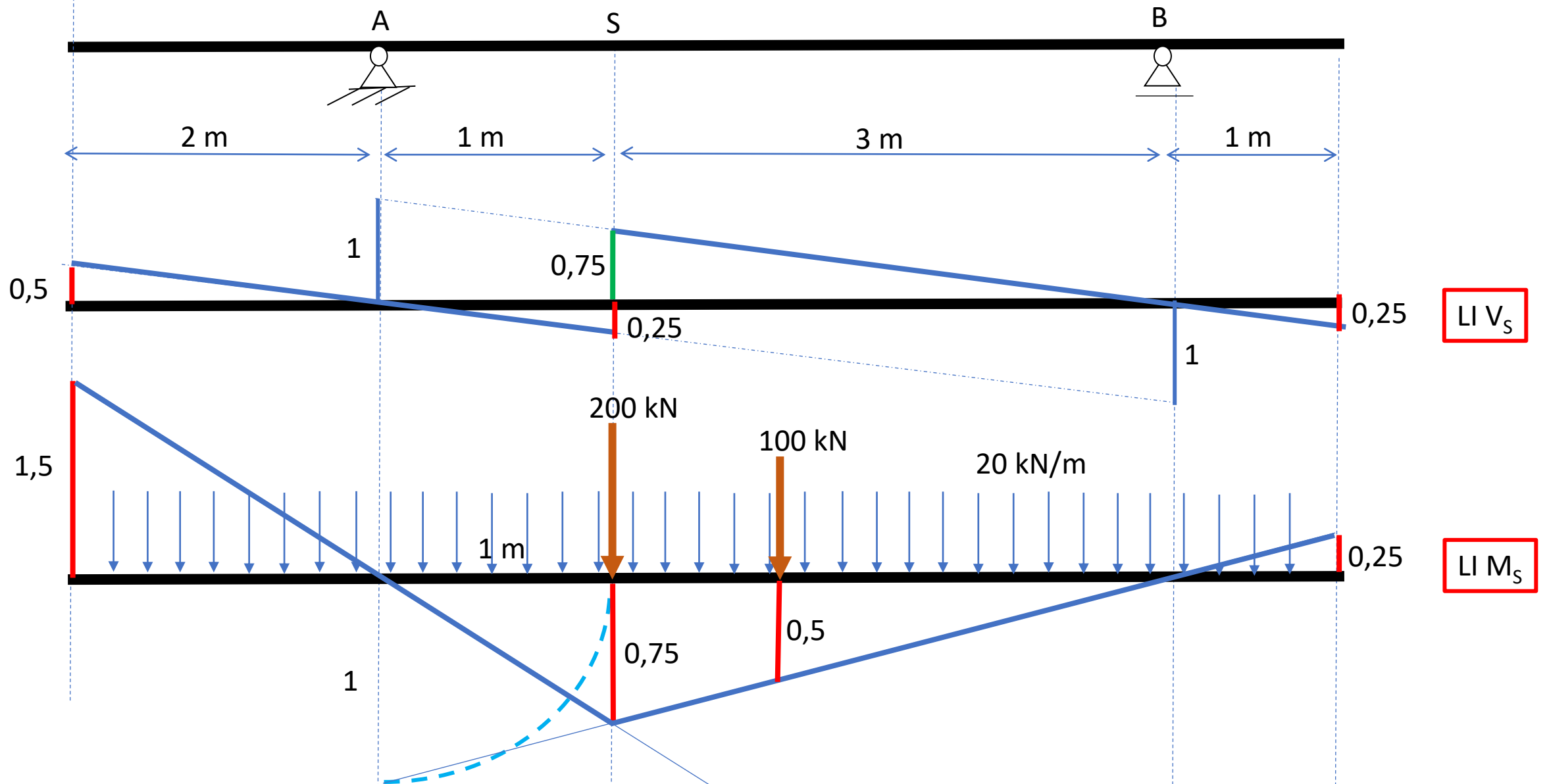
EXERCÍCIO 1.



- Desenhe a LI da força cortante V para a seção S
- Desenhe a LI do momento fletor M para a seção S
- Determine o máximo momento fletor positivo que pode ocorrer na seção S com o veículo-tipo e peso próprio fornecidos

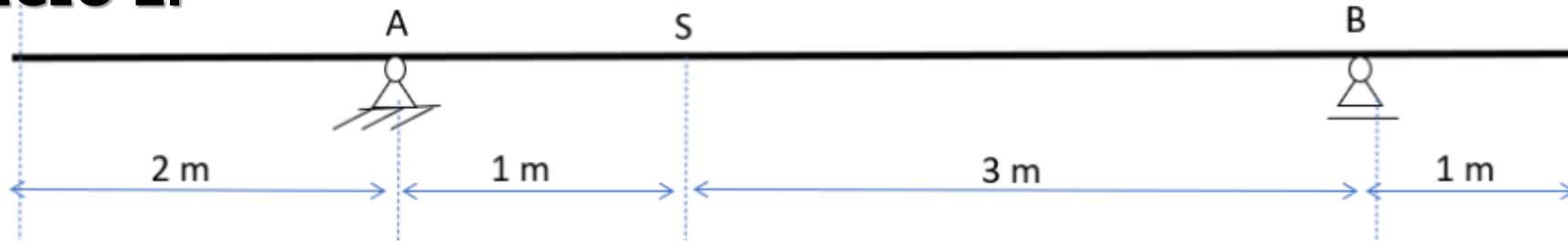




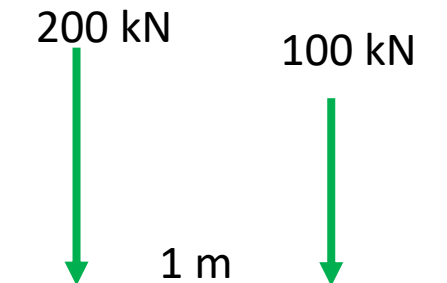


$$M_{m\acute{a}x,S} = \left(\frac{2 \cdot (-1,5)}{2} + \frac{4 \cdot (0,75)}{2} + \frac{1 \cdot (-0,25)}{2} \right) \cdot 20 + 200 \cdot 0,75 + 100 \cdot 0,5 = 197,5 \text{ kNm}$$

EXERCÍCIO 2.

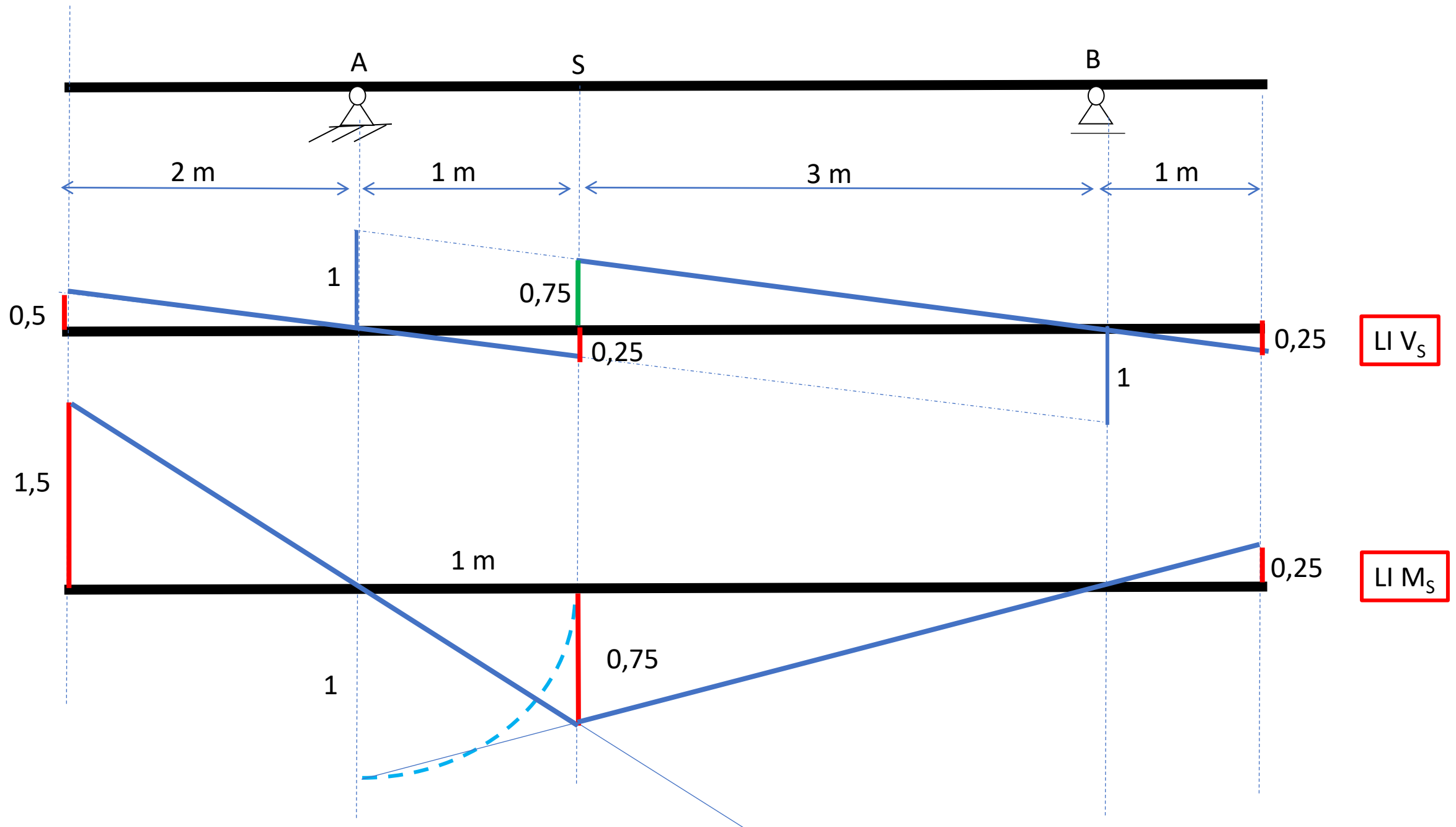


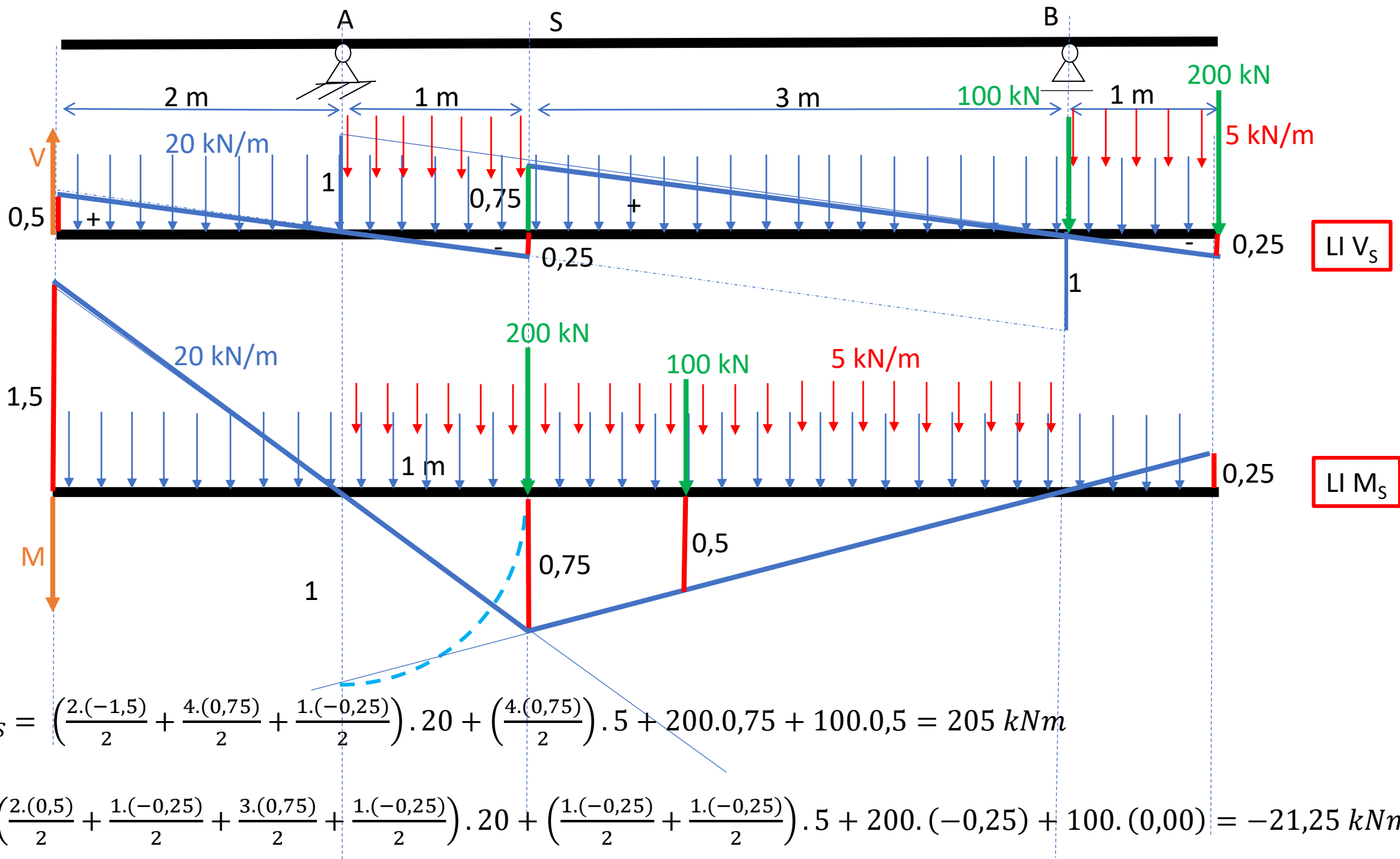
- Desenhe a LI da força cortante V para a seção S
- Desenhe a LI do momento fletor M para a seção S
- Determine o máximo momento fletor positivo que pode ocorrer na seção S com o veículo-tipo, peso próprio, carga de multidão fornecidos
- Determine a mínima força cortante que pode ocorrer na seção S com o veículo-tipo, peso próprio, carga de multidão fornecidos



$p_p = 20 \text{ kN/m}$

$p_m = 5 \text{ kN/m}$

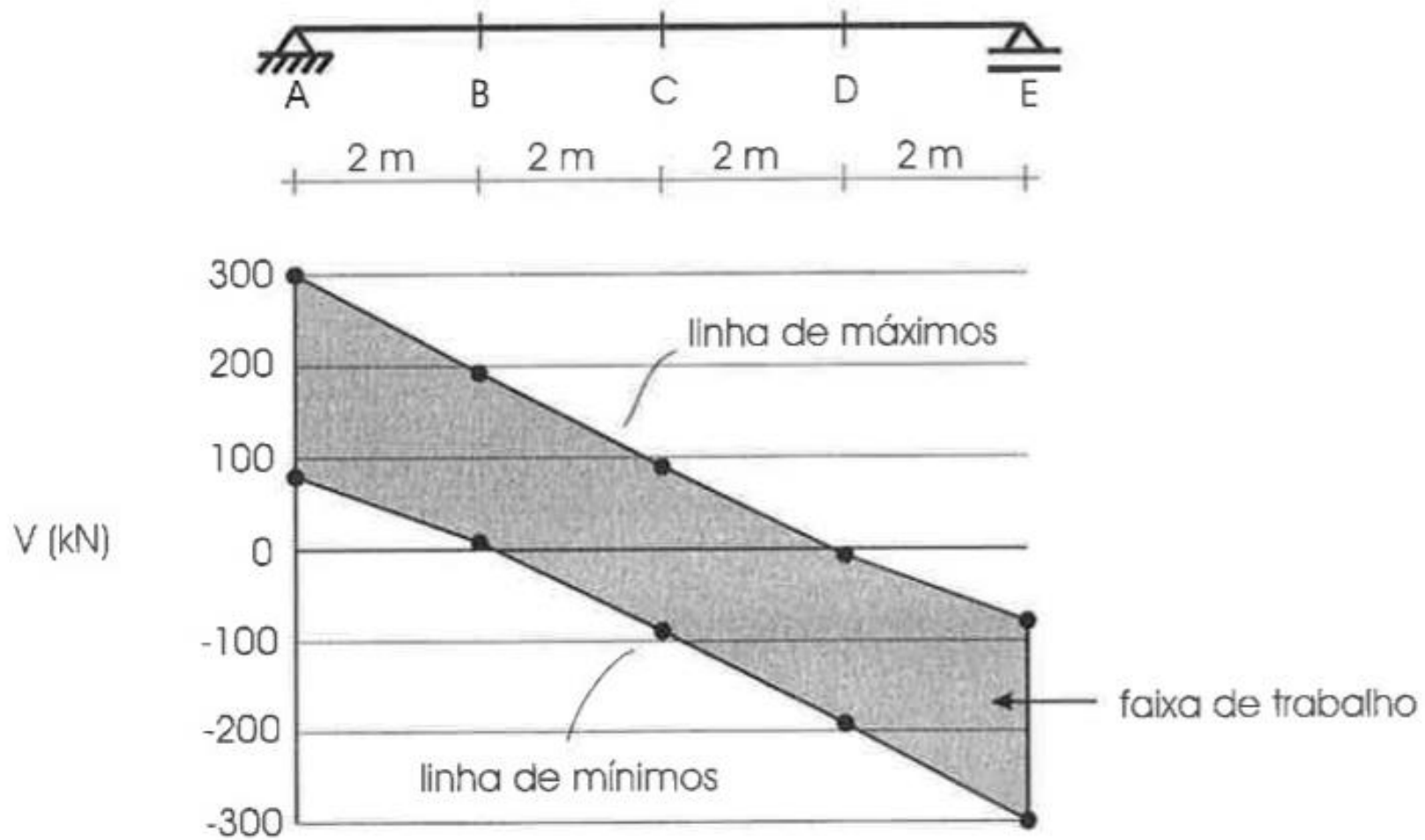




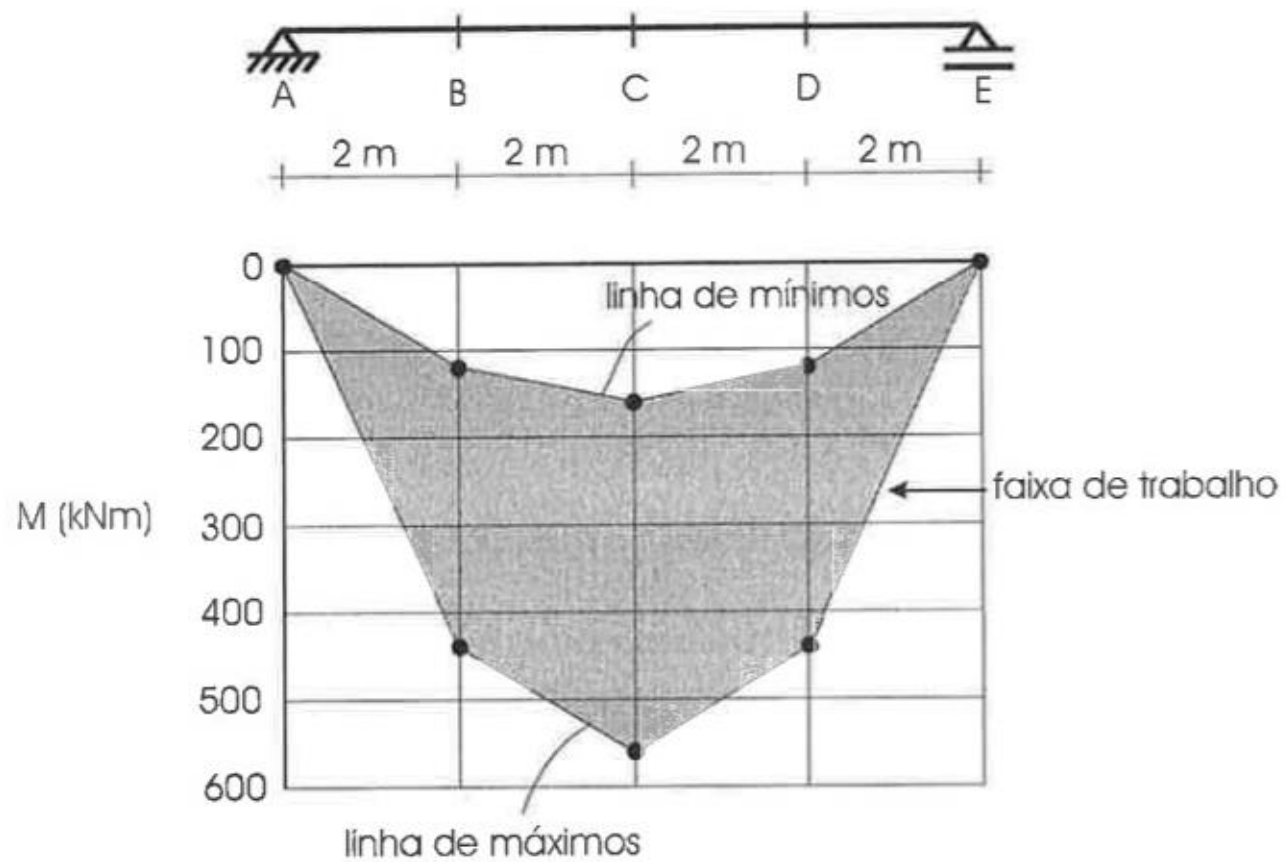
$$M_{m\acute{a}x,S} = \left(\frac{2 \cdot (-1,5)}{2} + \frac{4 \cdot (0,75)}{2} + \frac{1 \cdot (-0,25)}{2} \right) \cdot 20 + \left(\frac{4 \cdot (0,75)}{2} \right) \cdot 5 + 200 \cdot 0,75 + 100 \cdot 0,5 = 205 \text{ kNm}$$

$$V_{m\acute{i}n,S} = \left(\frac{2 \cdot (0,5)}{2} + \frac{1 \cdot (-0,25)}{2} + \frac{3 \cdot (0,75)}{2} + \frac{1 \cdot (-0,25)}{2} \right) \cdot 20 + \left(\frac{1 \cdot (-0,25)}{2} + \frac{1 \cdot (-0,25)}{2} \right) \cdot 5 + 200 \cdot (-0,25) + 100 \cdot (0,00) = -21,25 \text{ kNm}$$

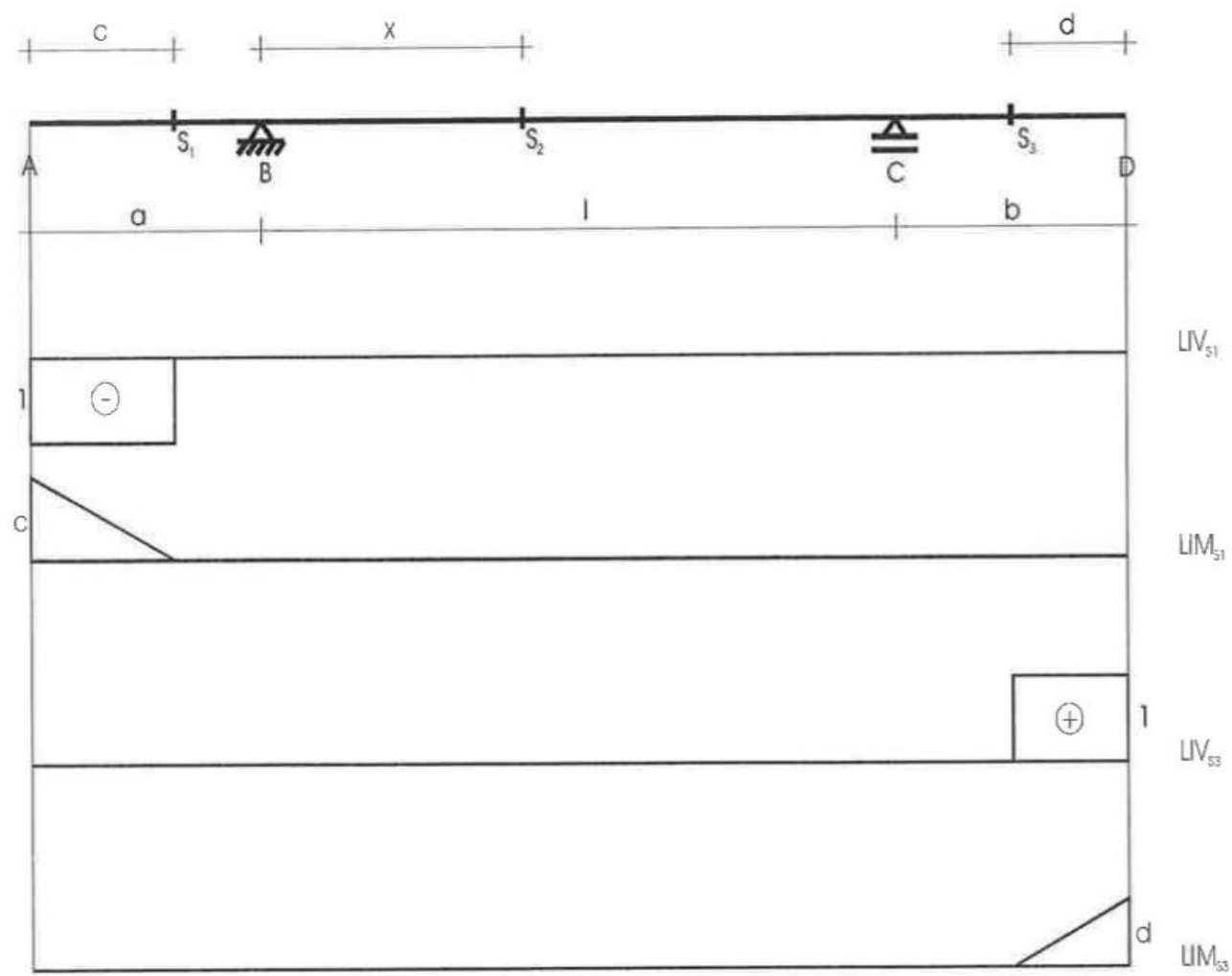
APOSTILA CAPÍTULO 6 PÁGINA 33



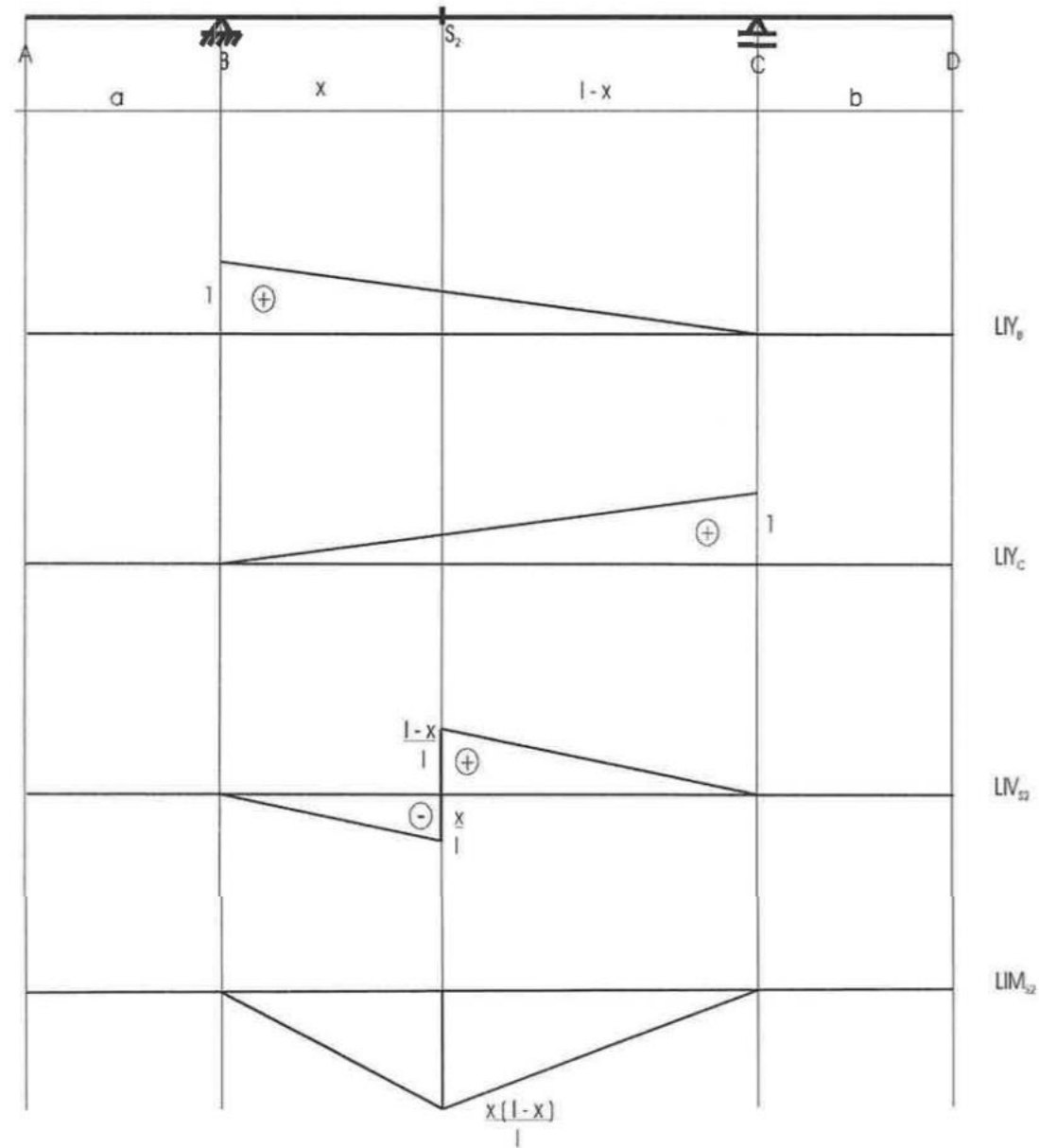
APOSTILA CAPÍTULO 6 PÁGINA 37



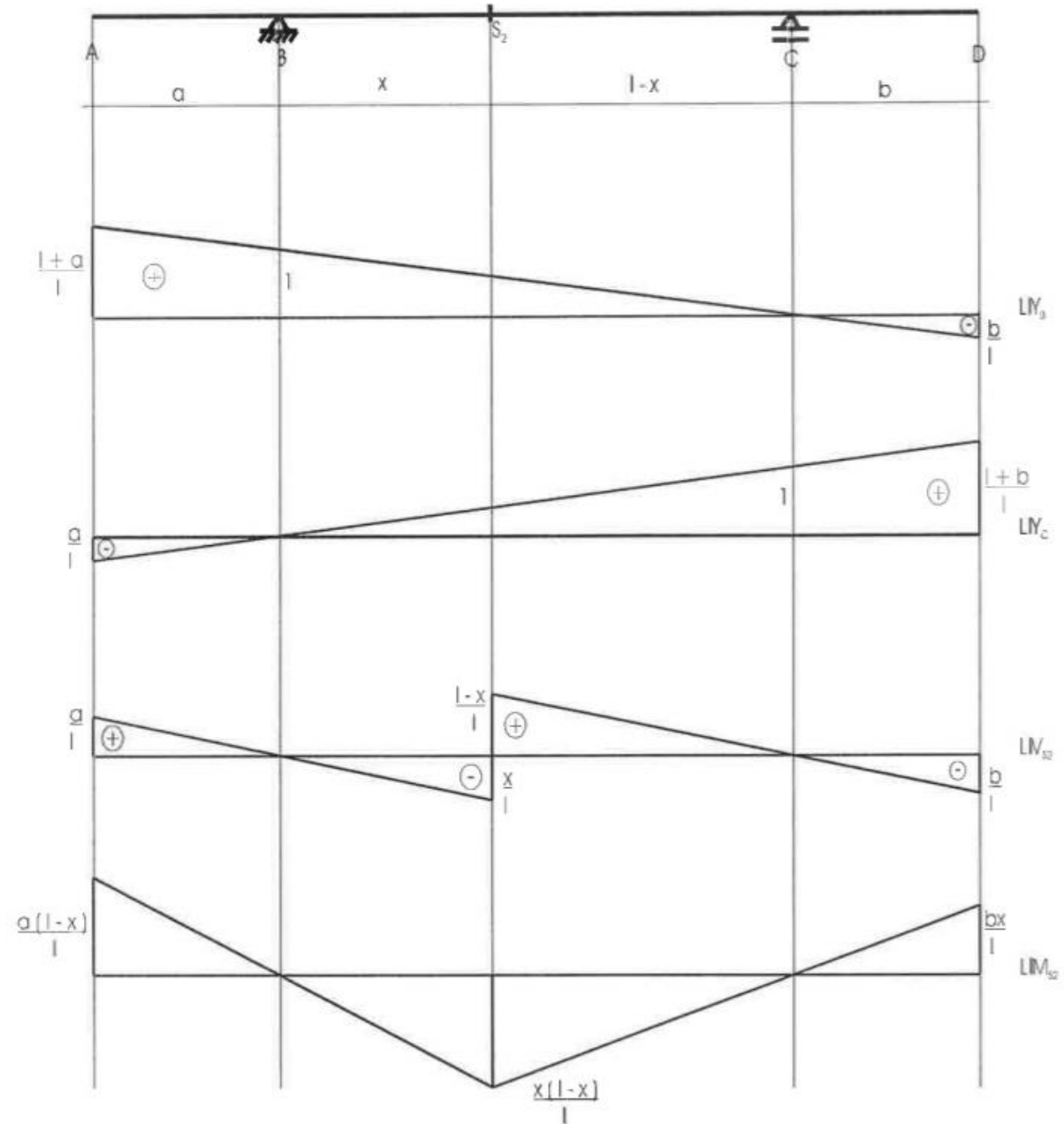
APOSTILA CAPÍTULO 6 PÁGINA 42



APOSTILA CAPÍTULO 6 PÁGINA 43



APOSTILA CAPÍTULO 6 PÁGINA 46



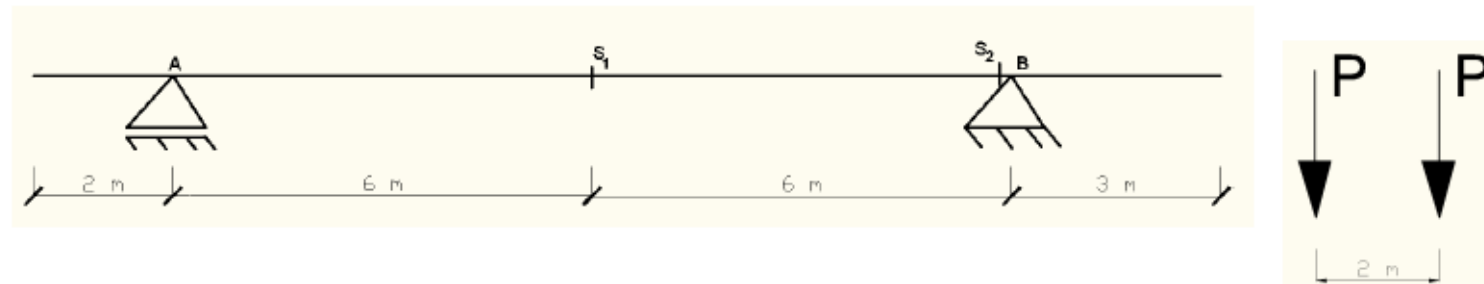
Nº USP: _____ Nome: _____

2ª Questão (3,5 pontos)

A viga de uma ponte possui peso próprio de $g = 25 \text{ kN/m}$, carga móvel de $p = 15 \text{ kN/m}$ e um veículo-tipo indicado a seguir. Ela deve ser dimensionada para a passagem do veículo-tipo com segurança. Sabe-se que a ponte deve resistir a um cortante máximo em módulo de 350 kN , e que o momento máximo e o momento mínimo não devem exceder a 1000 kN.m e a 450 kN.m , respectivamente, ambos indicados em módulo. Obtenha o máximo valor da carga por eixo – P_{\max} – para que ela trabalhe com segurança.

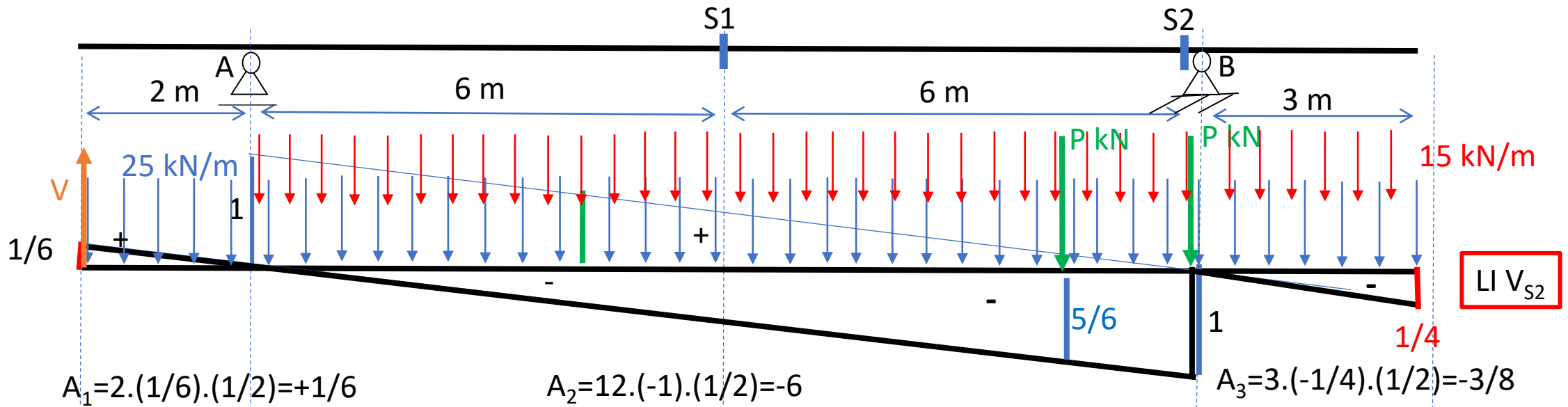
Avalie apenas o cortante máximo em módulo e o momento mínimo na seção S_2 e o momento máximo em S_1 .

Indicar explicitamente todas as passagens de cálculo e o valor de P_{\max} no espaço indicado na resposta.



Respostas:

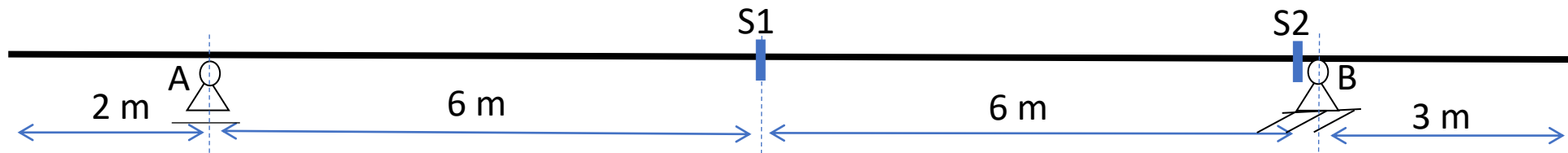
 $P_{\max} =$



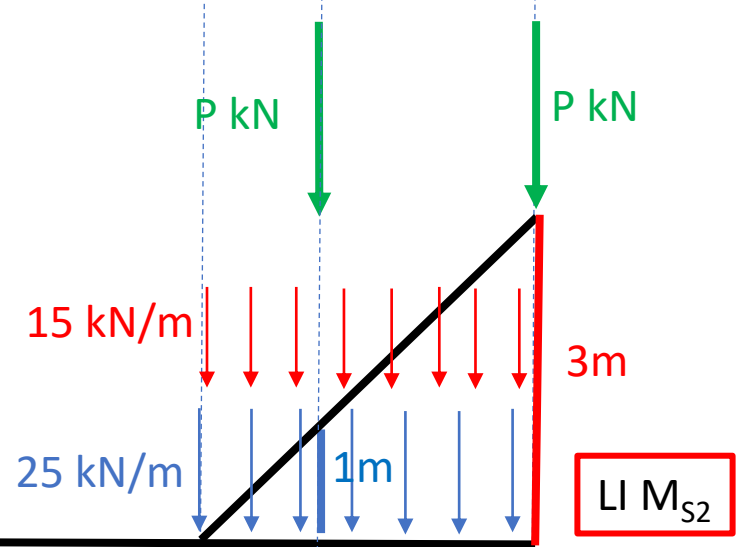
$$V_{\min, S2} = (A_1 + A_2 + A_3) \cdot 25 + (A_2 + A_3) \cdot 15 + P \cdot (-5/6) + P \cdot (-1) = -250,75 - 1,83 \cdot P$$

$$|V_{\min, S2}| = +250,75 + 1,83 \cdot P \leq 350 \Rightarrow P \leq 54 \text{ kN}$$

peso próprio; $g = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$; carga móvel: $p = 15 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$; veículo tipo: $P \downarrow \dots 2\text{m} \dots P \downarrow$



peso próprio; $g = 25 \frac{kN}{m}$; carga móvel: $p = 15 \frac{kN}{m}$; veículo tipo: $P \downarrow \dots 2m \dots \downarrow P$

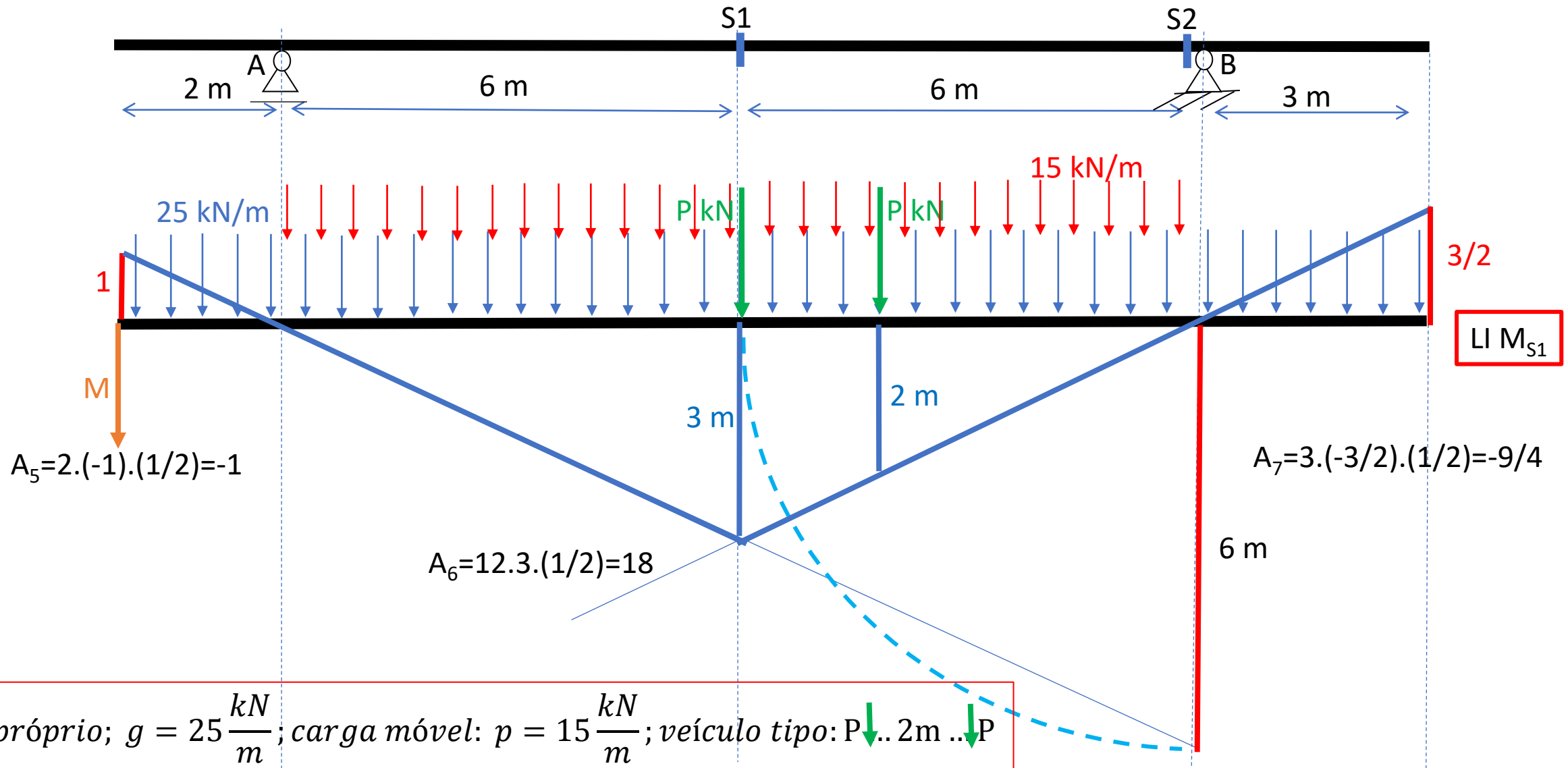


$$A_4 = 3 \cdot (-3) \cdot (1/2) = -9/2$$

$$M_{mín,S2} = (A_4) \cdot 25 + (A_4) \cdot 15 + P \cdot (-1) + P \cdot (-3) = -180 - 4 \cdot P$$

$$|M_{mín,S2}| = +180 + 4 \cdot P \leq 450 \Rightarrow P \leq 67 \text{ kN}$$

M



$$M_{m\acute{a}x,S1} = (A_5 + A_6 + A_7) \cdot 25 + (A_6) \cdot 15 + P \cdot 3 + P \cdot 2 = 638,75 + 5 \cdot P$$

$$M_{m\acute{a}x,S1} = 638,75 + 5 \cdot P \leq 1000 \Rightarrow P \leq 72 \text{ kN}$$

$$|V_{\text{mín},S2}| = +250,75 + 1,83 \cdot P \leq 350 \Rightarrow P \leq 54 \text{ kN}$$

$$|M_{\text{mín},S2}| = +180 + 4 \cdot P \leq 450 \Rightarrow P \leq 67 \text{ kN}$$

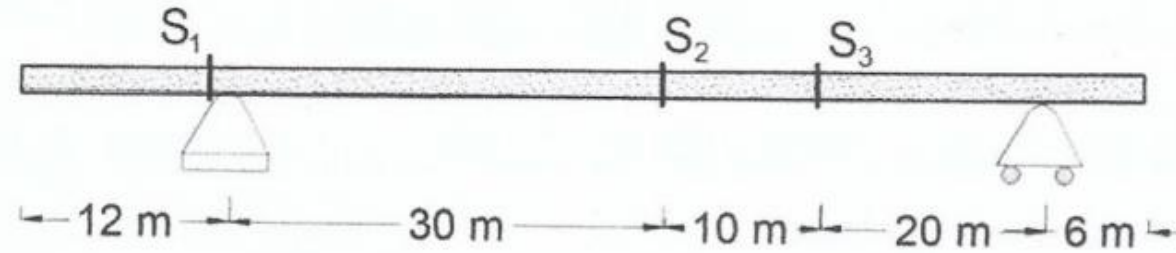
$$M_{\text{máx},S1} = 638,75 + 5 \cdot P \leq 1000 \Rightarrow P \leq 72 \text{ kN}$$

Portanto, $P_{\text{máx}} = 54 \text{ kN}$

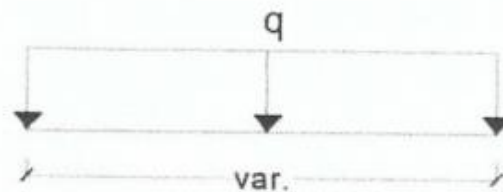
No USP: _____ Nome: _____

2ª Questão (pontos) Para a viga a seguir:

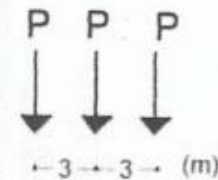
- a) Obtenha o máximo e o mínimo valor de momento fletor na seção S_3 , em kN.m, adotando: carga permanente $g = 5$ kN/m, carga de multidão $q = 50$ kN/m e veículo-tipo de $P = 50$ kN.
- b) Avaliando apenas as LI nas seções S_1 e S_2 , com $g = 5$ kN/m, $q = 30$ kN/m, determine agora o máximo valor possível de P , de modo que o máximo valor do momento fletor positivo (tracionando as fibras inferiores) não seja superior a 28.000 kN.m e que o máximo valor de momento negativo (tracionando as fibras superiores) não seja superior, em módulo, a 5.000 kN.m.

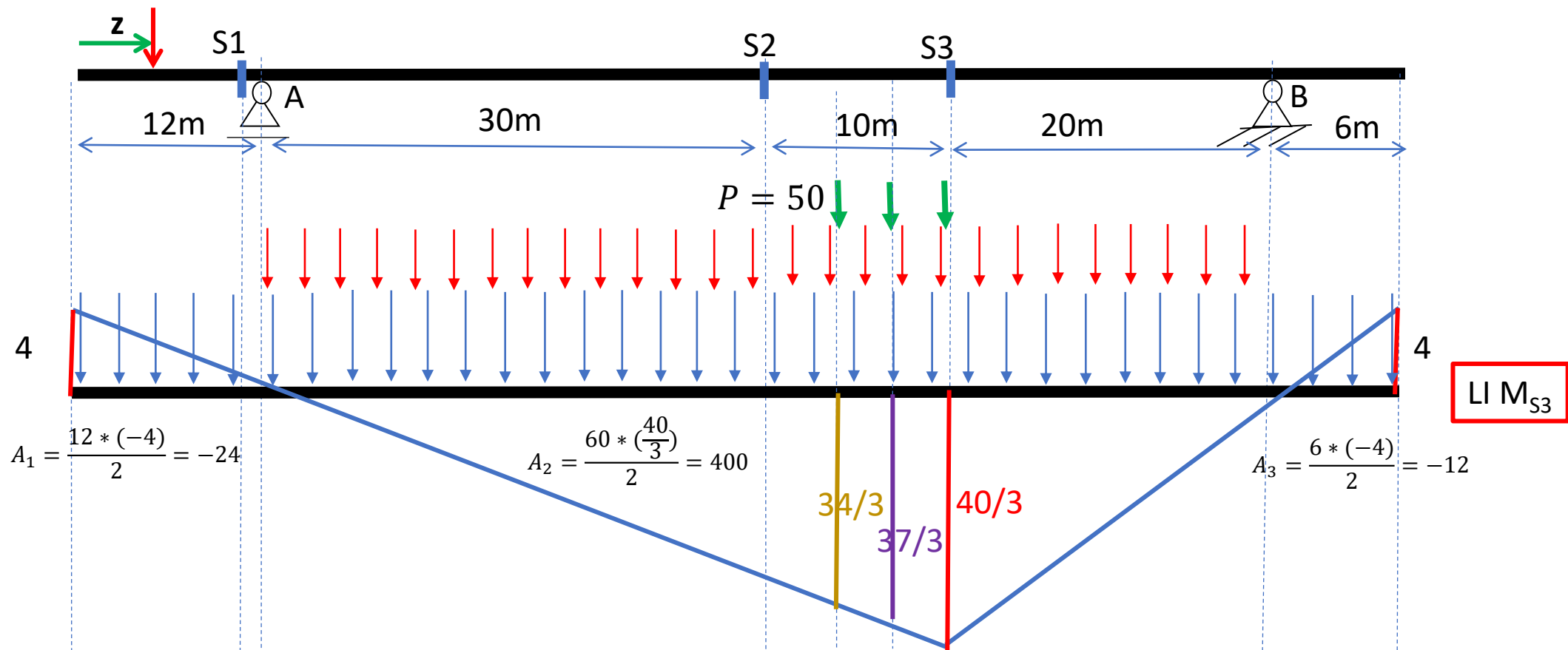


Carga-multidão



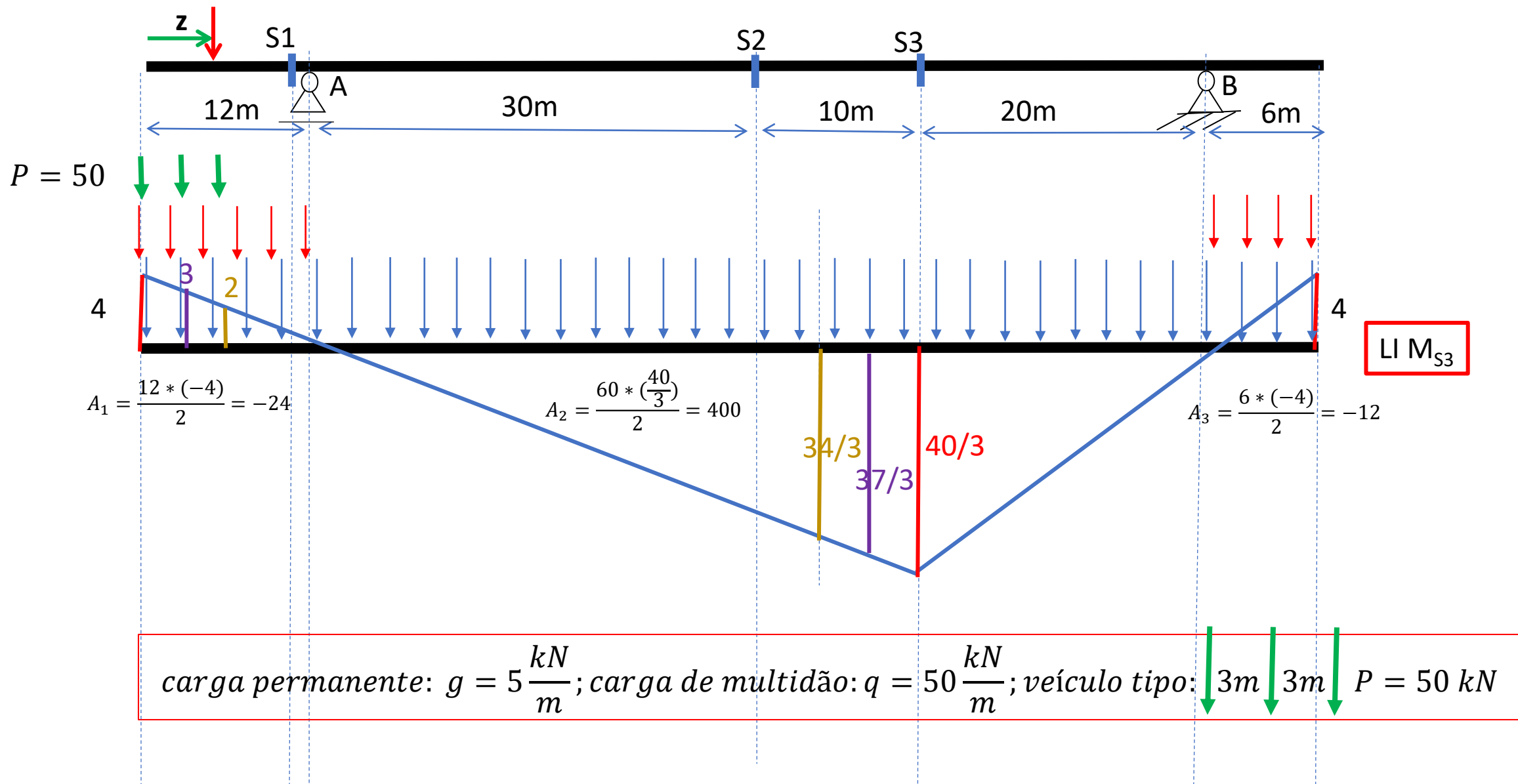
Veículo-tipo





carga permanente: $g = 5 \frac{kN}{m}$; carga de multidão: $q = 50 \frac{kN}{m}$; veículo tipo: $\downarrow 3m \downarrow 3m \downarrow$ $P = 50kN$

$$M_{m\acute{a}x,S3} = (A_1 + A_2 + A_3) * 5 + (A_2) * 50 + P * \frac{34}{3} + P * \frac{37}{3} + P * \frac{40}{3} \Rightarrow M_{m\acute{a}x,S3} = 23670kNm$$



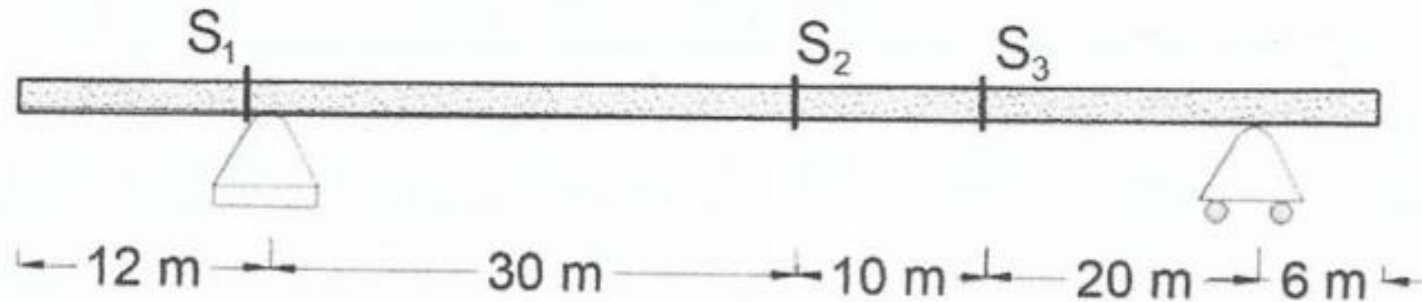
$$M_{mín,S3} = (A_1 + A_2 + A_3) * 5 + (A_1 + A_3) * 50 + P * 4 + P * 3 + P * 2 \Rightarrow M_{mín,S3} = -430 kNm$$

2ª Questão (pontos) Para a viga a seguir:

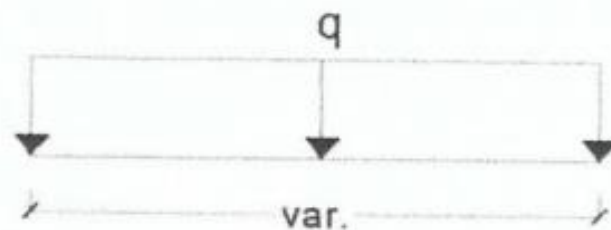
a) Obtenha o máximo e o mínimo valor de momento fletor na seção S_3 , em kN.m, adotando:

carga permanente $g = 5$ kN/m, carga de multidão $q = 50$ kN/m e veículo-tipo de $P = 50$ kN.

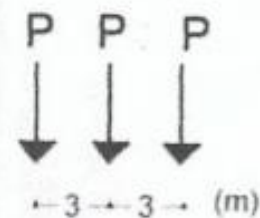
b) Avaliando apenas as LI nas seções S_1 e S_2 , com $g = 5$ kN/m, $q = 30$ kN/m, determine agora o máximo valor possível de P , de modo que o máximo valor do momento fletor positivo (tracionando as fibras inferiores) não seja superior a 28.000 kN.m e que o máximo valor de momento negativo (tracionando as fibras superiores) não seja superior, em módulo, a 5.000 kN.m.

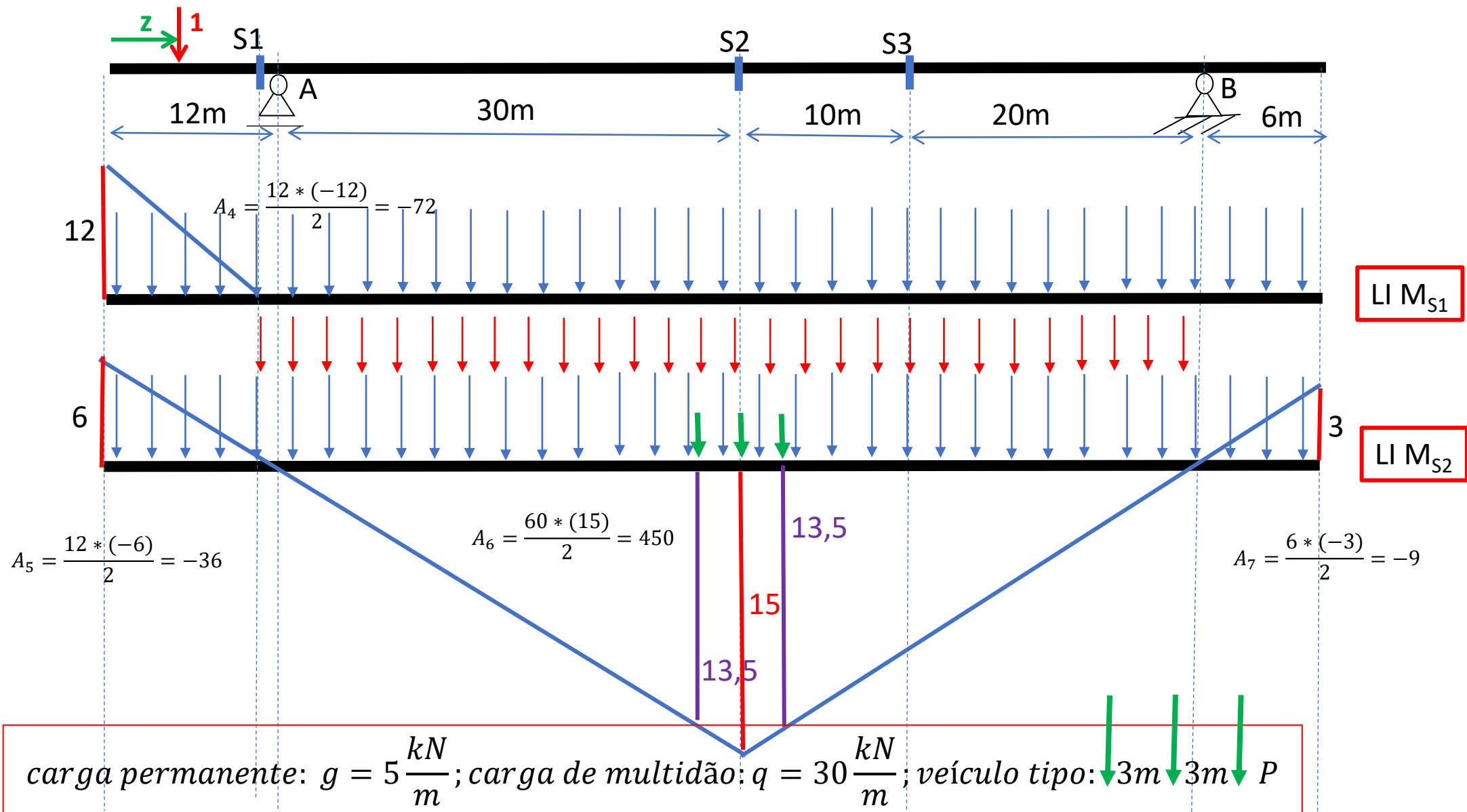


Carga-multidão



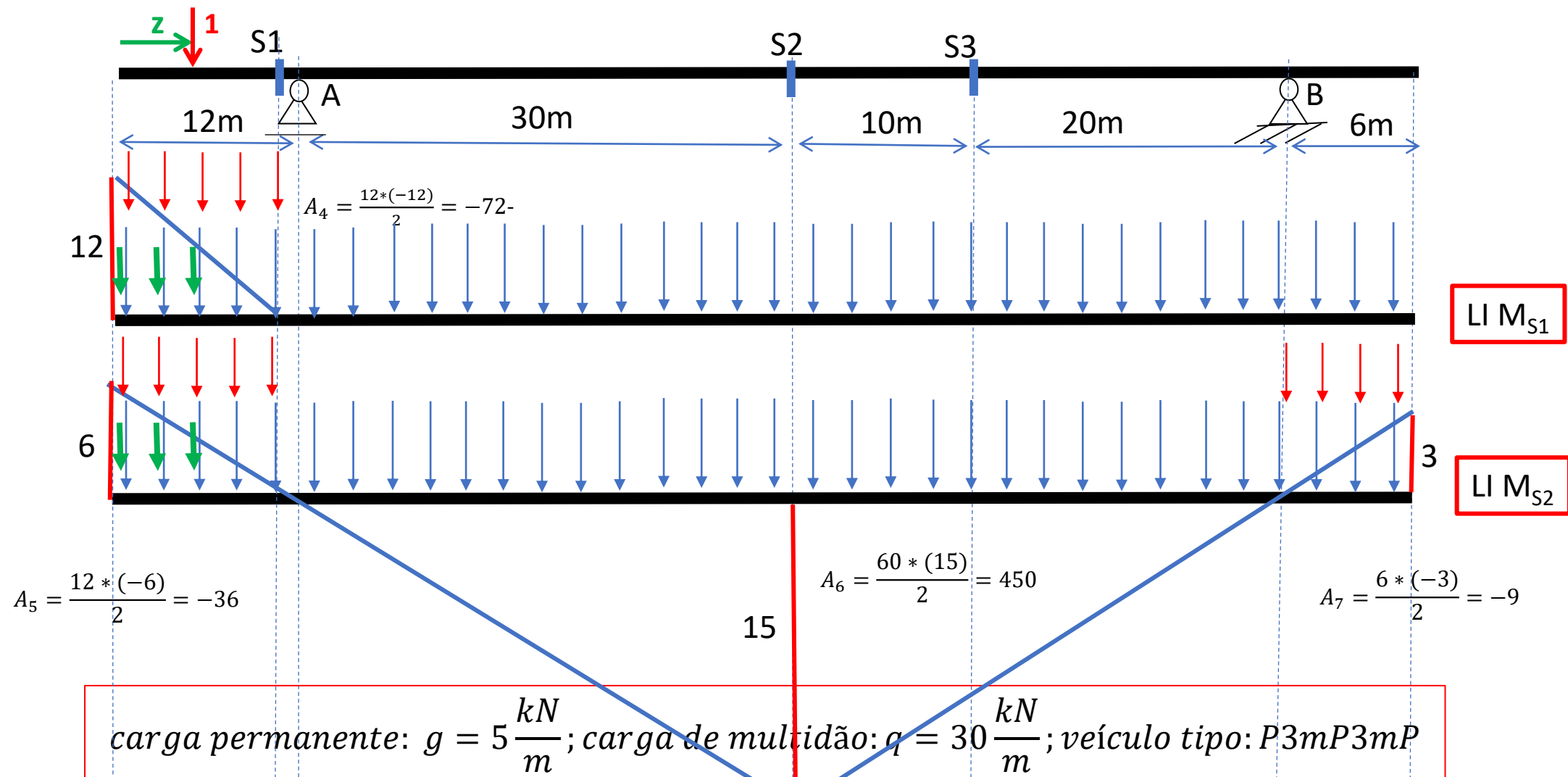
Veículo-tipo





$$M_{m\acute{a}x,S1} = 0 \quad M_{m\acute{a}x,S2} = (A_5 + A_6 + A_7) * 5 + (A_6) * 30 + P * 13,5 + P * 15 + P * 13,5 = 15525 + 42.P$$

$$M_{m\acute{a}x,S1,S2} = 15525 + 42.P \leq 28000 \Rightarrow P \leq 297 \text{ kN}$$



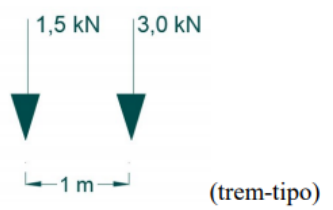
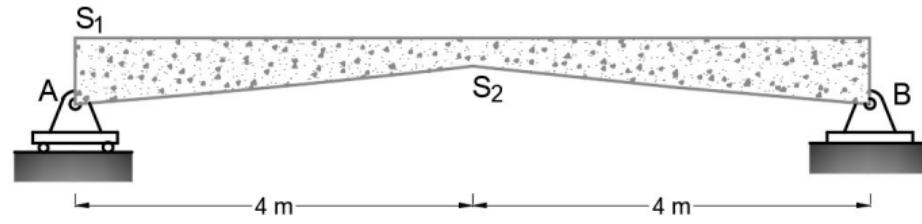
$$M_{mín,S1} = (A_4) * 5 + (A_4) * 30 + P * (-12) + P * (-9) + P * (-6) = -2520 - 27.P \geq -5000 \Rightarrow P \leq 91,8 \text{ kN}$$

$$M_{mín,S2} = (A_5 + A_6 + A_7) * 5 + (A_5 + A_7) * 30 + P * (-6) + P * (-4,5) + P * (-3) = 675 - 13,5P \geq -5000 \Rightarrow P \leq 420 \text{ kN}$$

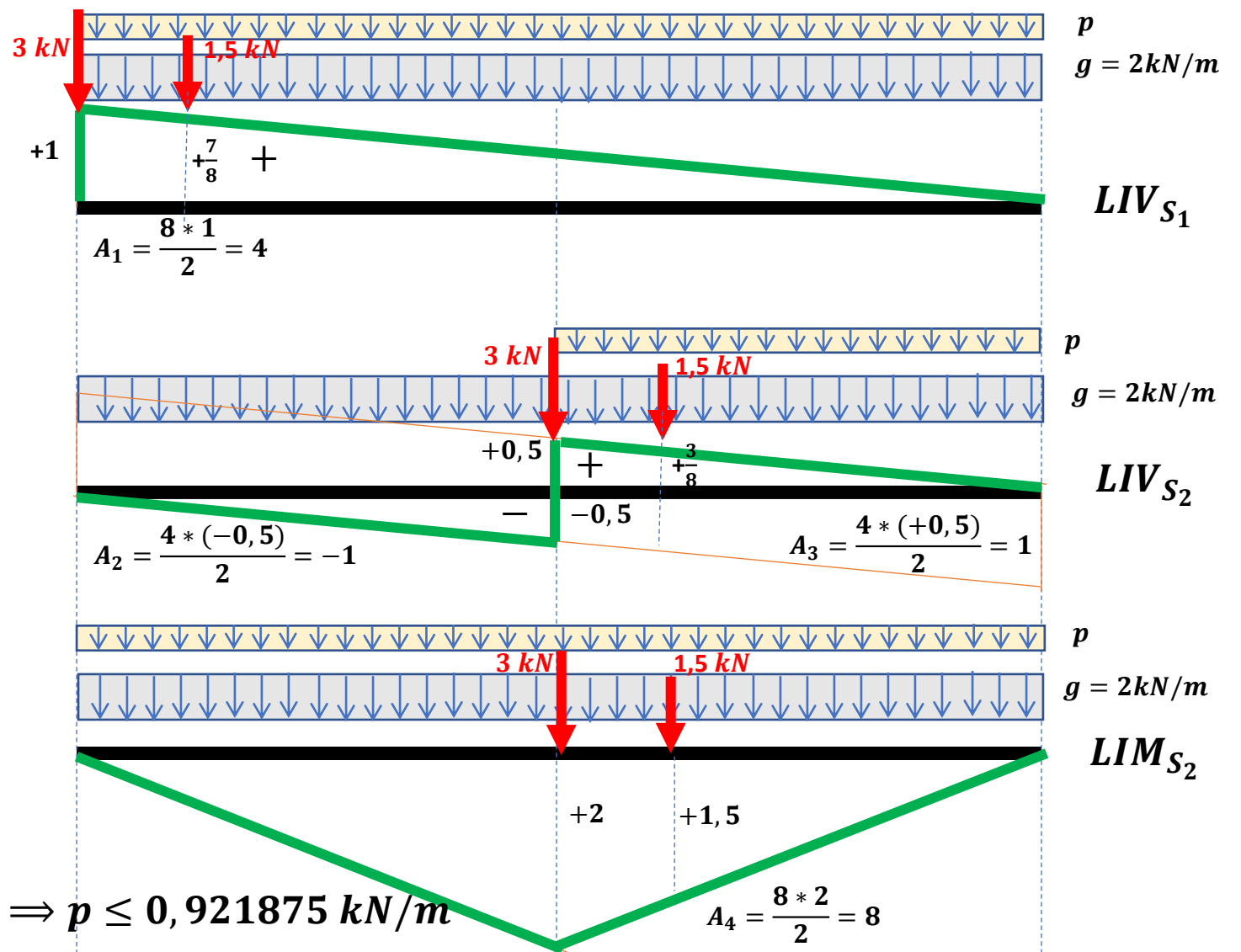
Portanto, $P_{máx} = 91,8 \text{ kN}$

3ª Questão (3,0 pts) A viga a seguir possui sua seção transversal variável, denominada de viga em mísula. Na seção (S_1) imediatamente à direita do apoio A, ela foi reforçada, de modo que nessa seção ela suporta uma força cortante de valor máximo de 16 kN. Na seção central (S_2), sem reforço, ela suporta esforços cortante e de momento fletor de, no máximo, 3 kN e 33 kN.m, respectivamente. Considere as ações de carga distribuída permanente (g) de 2 kN/m, de carga distribuída de multidão (p) e o trem-tipo indicado. Obtenha o maior valor possível da carga distribuída de multidão (p_{\max}) de modo que o maior cortante em (S_1) e em (S_2) e o maior momento fletor em (S_2) não tenha valores maiores que seus respectivos máximos suportados.

Apresente as linhas de influência nessas seções e calcule esse máximo valor possível de p , p_{\max} . Explícite todas as passagens dos cálculos empregados na resolução, para melhor avaliação. Considere em módulo os valores de cálculo dos valores extremos do cortante.



P1 2021



$$V_{\max S_1} = A_1 * g + A_1 * p + 3 * 1 + 1,5 * \frac{7}{8} \leq 16 \Rightarrow p \leq 0,921875 \text{ kN/m}$$

$$V_{\max S_2} = (A_2 + A_3) * g + A_3 * p + 3 * 0,5 + 1,5 * \frac{3}{8} \leq 3 \Rightarrow p \leq 0,9375 \text{ kN/m}$$

$$M_{\max S_2} = A_4 * g + A_4 * p + 3 * 2 + 1,5 * 1,5 \leq 33 \Rightarrow p \leq 1,09375 \text{ kN/m}$$

Logo, $p_{\max} = 0,921875 \text{ kN/m}$

LINHAS DE INFLUÊNCIA

Definição

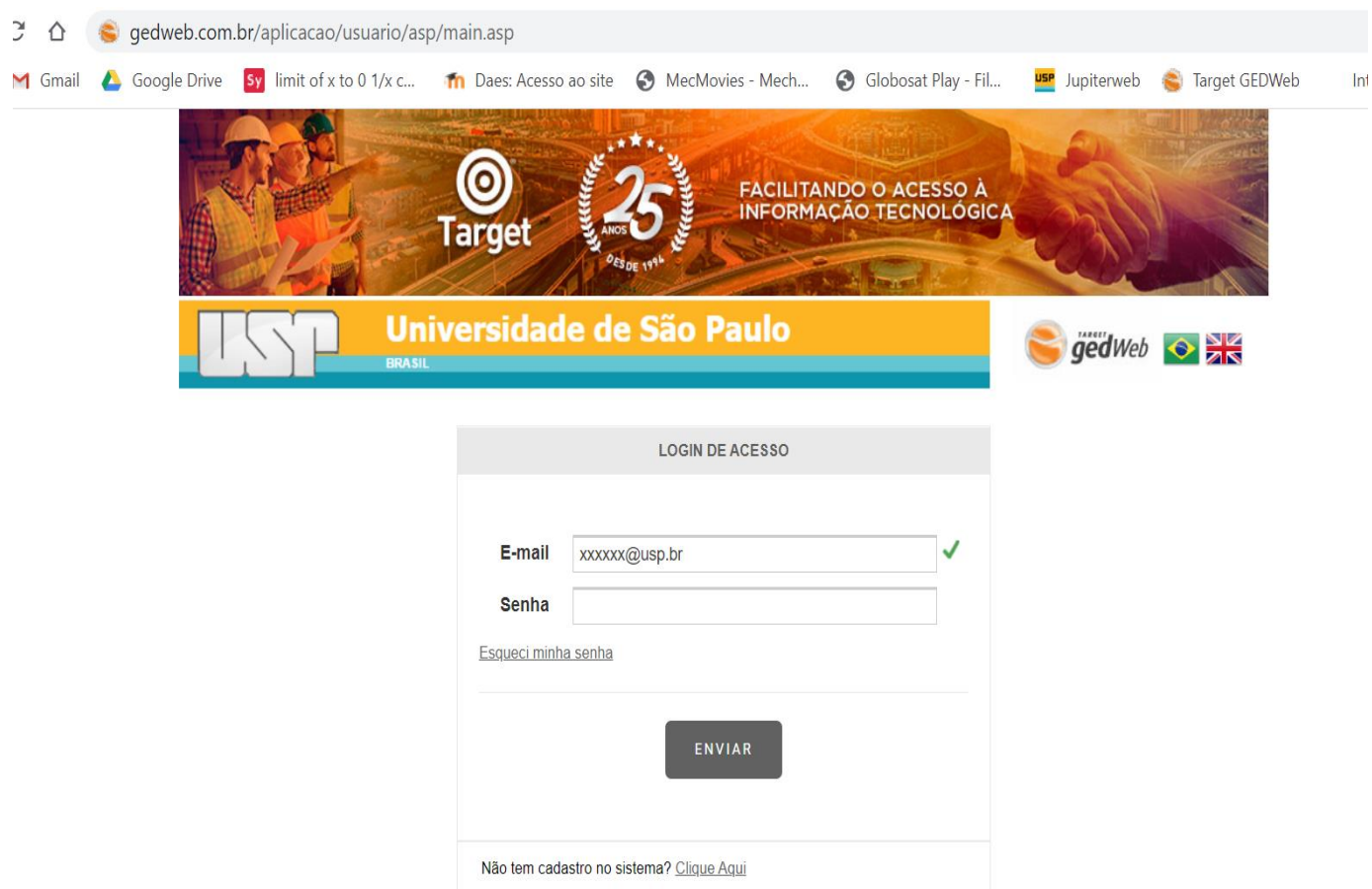
Linha de influência de um esforço E_s na seção fixa S de uma viga é o diagrama que fornece E_s produzido por uma carga unitária móvel adimensional percorrendo toda a extensão da viga.

Teorema

Em uma viga cuja LI de um esforço E_s é linear e possui pontos angulosos, os esforços extremos produzidos por um veículo-tipo ocorrem para uma das cargas do veículo-tipo sobre um dos pontos angulosos ou sobre as extremidades da viga.

ALUNOS DA USP PODEM ACESSAR AS NORMAS DA ABNT, COM O EMAIL USP E A SENHA ÚNICA

LINK: GEDWEB.COM.BR/USP/



The image shows a browser window displaying the GEDWeb login page for USP. The browser's address bar shows the URL `gedweb.com.br/aplicacao/usuario/asp/main.asp`. The page header features a banner with the Target logo, a 25th anniversary emblem (1994-2019), and the text "FACILITANDO O ACESSO À INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA". Below the banner is a yellow bar with the USP logo and "Universidade de São Paulo BRASIL". To the right, there are logos for "gedWeb" and flags for Brazil and the United Kingdom.

The main content area is titled "LOGIN DE ACESSO" and contains a login form with the following fields and elements:

- E-mail:** A text input field containing "xxxxxx@usp.br" with a green checkmark to its right.
- Senha:** A text input field for the password.
- [Esqueci minha senha](#): A link below the password field.
- ENVIAR:** A dark grey button to submit the login information.
- [Não tem cadastro no sistema? Clique Aqui](#): A link at the bottom of the form.

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Escolas, instituições de ensino ^a	Auditório com assentos fixos	4	—
	Auditório com assentos móveis	5	—
	Corredor	3	—
	Sala de aula	3	—
	Salas administrativas	2,5	—
	Dormitórios	2,5	—
	Cafés, restaurantes	3	—
	Salão de esportes, academia	5	—
	Salão de danças	5	—
	Sanitários, vestiários	2	—
	Cozinhas	3	—
	Depósitos	5	—
	Laboratórios	3	—
	Regiões de arquivos deslizantes	5	—
Quadras esportivas	5	—	

NORMA BRASILEIRA

ABNT NBR 6120

Segunda edição
30.09.2019

Versão corrigida
12.11.2019

Ações para o cálculo de estruturas de edificações

Design loads for structures

Edifícios residenciais	Dormitórios	1,5	—
	Sala, copa, cozinha	1,5	—
	Sanitários	1,5	—
	Dispensa, área de serviço e lavanderia	2	—
	Quadras esportivas	5 ^a	—
	Salão de festas, salão de jogos	3 ^a	—
	Áreas de uso comum	3 ^a	—
	Academia	3 ^a	—
	Forro acessíveis apenas para manutenção e sem estoque de materiais	0,1 ^{a,r}	—
	Sótão	2 ^a	—
	Corredores dentro de unidades autônomas	1,5	—
	Corredores de uso comum	3	—
	Depósitos	3	—
	Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)		
	Jardins (ver item nesta Tabela)		

Segunda edição
11.10.2013

Válida a partir de
11.11.2013

Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas

Road and pedestrian live load on bridges, viaducts, footbridges and other structures

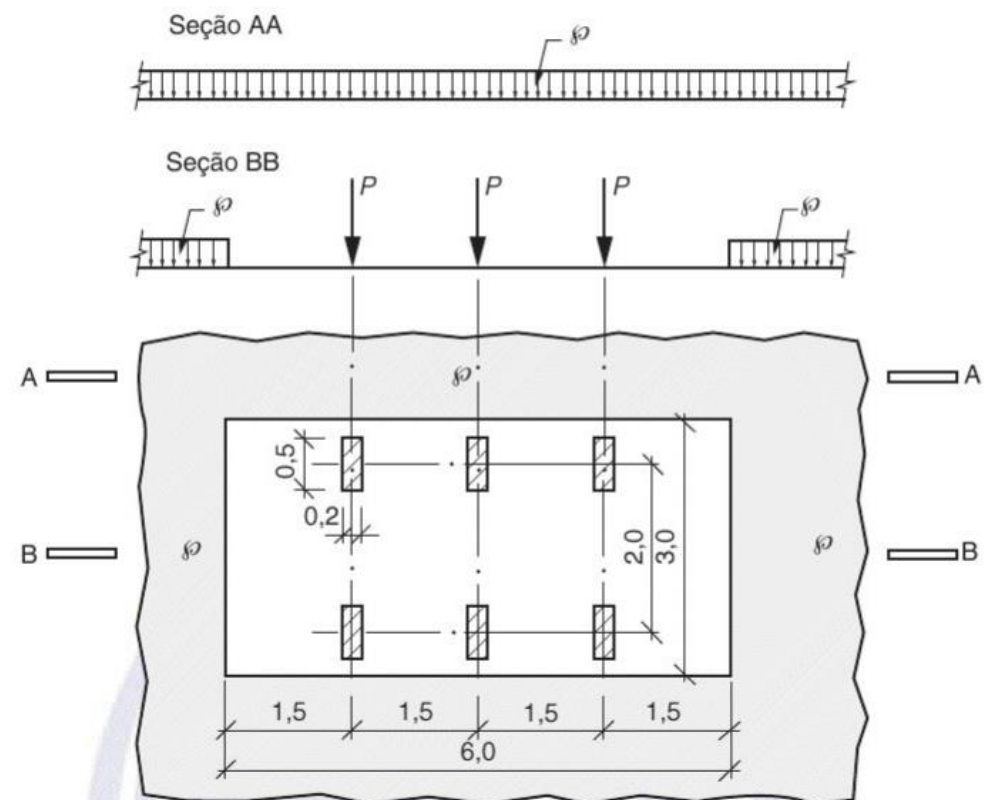
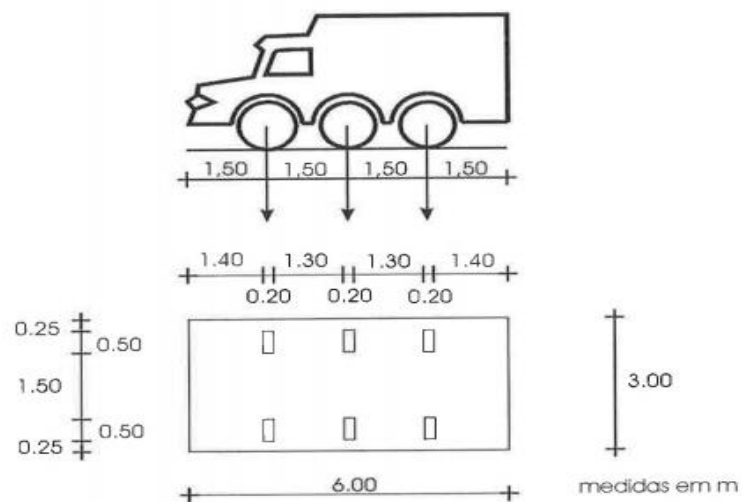
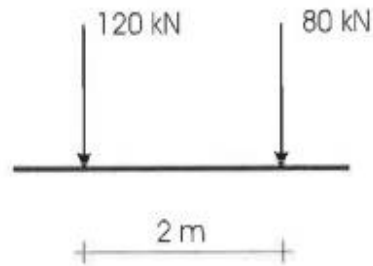


Figura 1 – Disposição das cargas estáticas

Exemplo 6.1

Para a viga de ponte da Figura 6.17, solicitada pelo seguinte carregamento

- peso próprio: $g = 20 \text{ kN/m}$
- carga de multidão: $p = 10 \text{ kN/m}$
- veículo-tipo:



determinar:

- as reações de apoio extremas;
- os esforços solicitantes extremos em suas seções transversais.

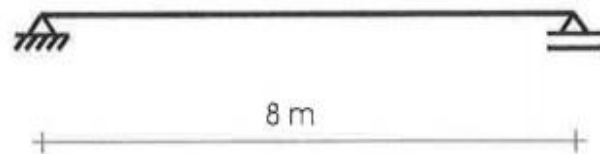


Figura 6.17

Nota 6.1

Antes de se passar à resolução deste exemplo, deve-se fazer uma observação com relação à carga de multidão. Como se comentou na Seção 6.1, a carga de multidão provém de veículos leves que circundam o veículo-tipo durante sua passagem pela ponte. Esta carga não pode ser constante ao longo de uma viga longitudinal da ponte, pois o veículo-tipo e um veículo leve não podem ocupar simultaneamente uma mesma região do tabuleiro, como se vê claramente na Figura 6.1. O efeito da multidão é maior na frente e atrás do veículo-tipo, e menor onde ele se encontra, como mostrado na Fig. 6.18; estes diferentes efeitos da multidão são de fato considerados no projeto de uma ponte. No caso particular deste exemplo, por razões didáticas, para simplificar sua resolução está-se admitindo que a carga de multidão seja constante ao longo de toda a viga.

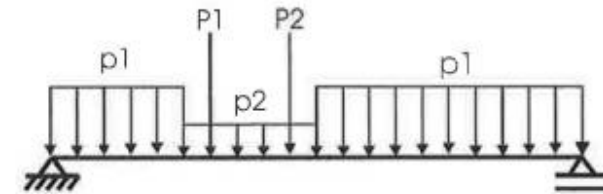


Figura 6.18

#

Para resolver este exemplo, deve-se determinar:

- as reações extremas (máxima e mínima) dos dois apoios da viga;
- as forças cortantes extremas (máxima e mínima) em todas as seções transversais da viga;
- os momentos fletores extremos (máximo e mínimo) em todas as seções transversais da viga.

Estes esforços solicitantes extremos costumam ser apresentados graficamente, por meio dos diagramas de máximos e mínimos das forças cortantes e dos momentos fletores.

Definição 6.2

Diagrama de máximos e mínimos das forças cortantes de uma viga é o diagrama em se representam graficamente o máximo e o mínimo valor da força cortante em todas as seções transversais de uma viga submetida a um carregamento móvel.

Analogamente, tem-se:

Definição 6.3

Diagrama de máximos e mínimos dos momentos fletores de uma viga é o diagrama em se representam graficamente o máximo e o mínimo valor do momento fletor em todas as seções transversais de uma viga submetida a um carregamento móvel.

Estes diagramas são determinados por pontos, interpolando-se linearmente os valores dos esforços entre estes pontos. No caso particular deste exemplo, serão determinados por meio dos cinco pontos indicados na Figura 6.19, igualmente espaçados um do outro.

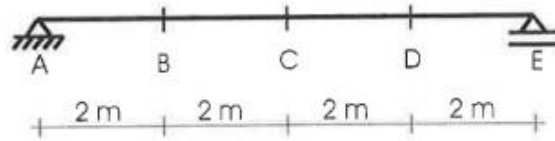


Figura 6.19

Examinando o carregamento que atua nesta viga, observa-se que ele é constituído por uma carga fixa – o peso próprio – e por duas cargas móveis – a carga de multidão e o veículo-tipo.

Pelo fato de o peso próprio não ser um carregamento móvel, os esforços produzidos por ele não variam, podendo ser determinados por meio dos diagramas de esforços solicitantes habituais; já os esforços decorrentes das cargas móveis, por serem variáveis, devem ser determinados por meio das linhas de influência.

A resolução deste exemplo será feita então em duas etapas, determinando-se separadamente os esforços produzidos pelo peso próprio e os produzidos pelas cargas móveis, que, somados, levarão aos esforços extremos procurados.

APOSTILA CAPÍTULO 6

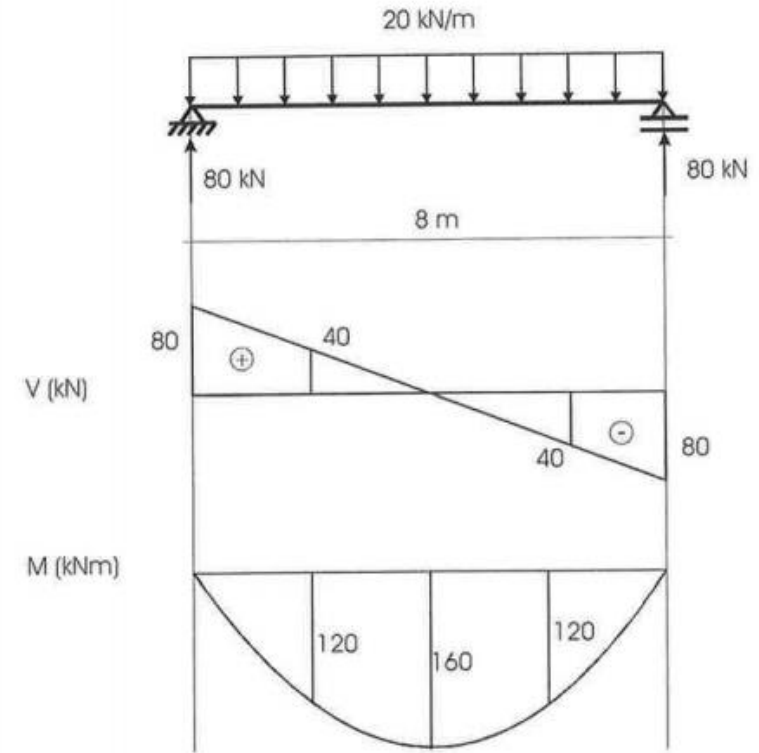


Figura 6.20

Têm-se as seguintes reações de apoio e os seguintes esforços solicitantes nas cinco seções particulares da viga da Figura 6.19:

	A	B	C	D	E
Reação vertical (kN)	80	-	-	-	80
Força cortante (kN)	80	40	0	-40	-80
Momento fletor (kNm)	0	120	160	120	0

Tabela 6.2 – Esforços devidos ao peso próprio

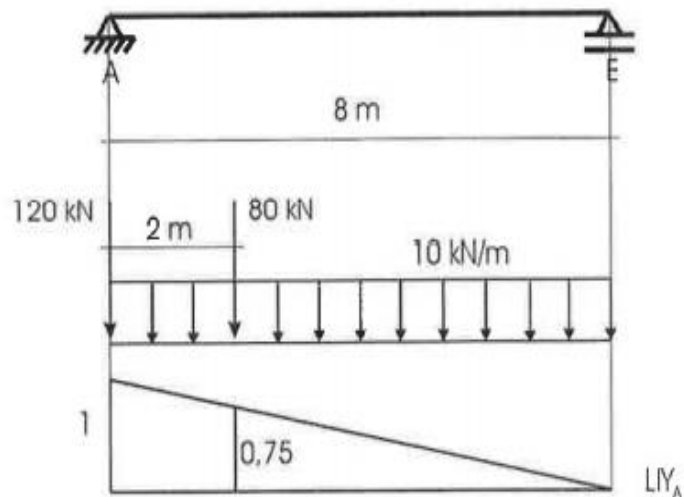


Figura 6.30

Empregando a sistemática discutida na Nota 6.2, chega-se à máxima reação em A produzida pelas cargas móveis:

$$\text{máx } Y_{A, \text{cargas móveis}} = 120 \cdot 1 + 80 \cdot 0,75 + 10 \cdot \frac{8 \cdot 1}{2} = 220 \text{ kN}. \quad (6.20)$$

Para obter a mínima reação em A produzida pelas cargas móveis deve-se examinar mais uma vez a linha de influência desta reação. Como suas ordenadas são todas positivas, qualquer carregamento móvel aplicado na viga levará a reações positivas, que se somarão às decorrentes do peso próprio. As menores reações da viga

ocorrerão, portanto, quando não houver carregamento móvel aplicado, estando a viga submetida exclusivamente ao peso próprio, tendo-se assim

$$\text{mín } Y_{A, \text{cargas móveis}} = 0. \quad (6.21)$$

APOSTILA CAPÍTULO 6

A determinação das reações extremas do apoio da direita da viga se faz de maneira inteiramente análoga à que levou aos extremos de Y_A . Na Fig. 6.31 apresenta-se a linha de influência de Y_E carregada pelos esforços que levam à máxima reação em E: o veículo-tipo começando a voltar pela ponte, com o eixo mais pesado em E e o eixo mais leve em D, e multidão em toda a extensão da ponte.

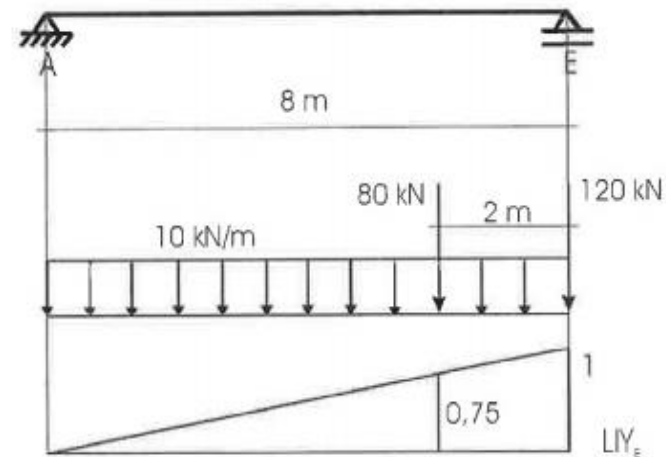


Figura 6.31

A máxima reação em E é

$$\text{máx } Y_{E, \text{cargas móveis}} = 120 \cdot 1 + 80 \cdot 0,75 + 10 \cdot \frac{8 \cdot 1}{2} = 220 \text{ kN}. \quad (6.22)$$

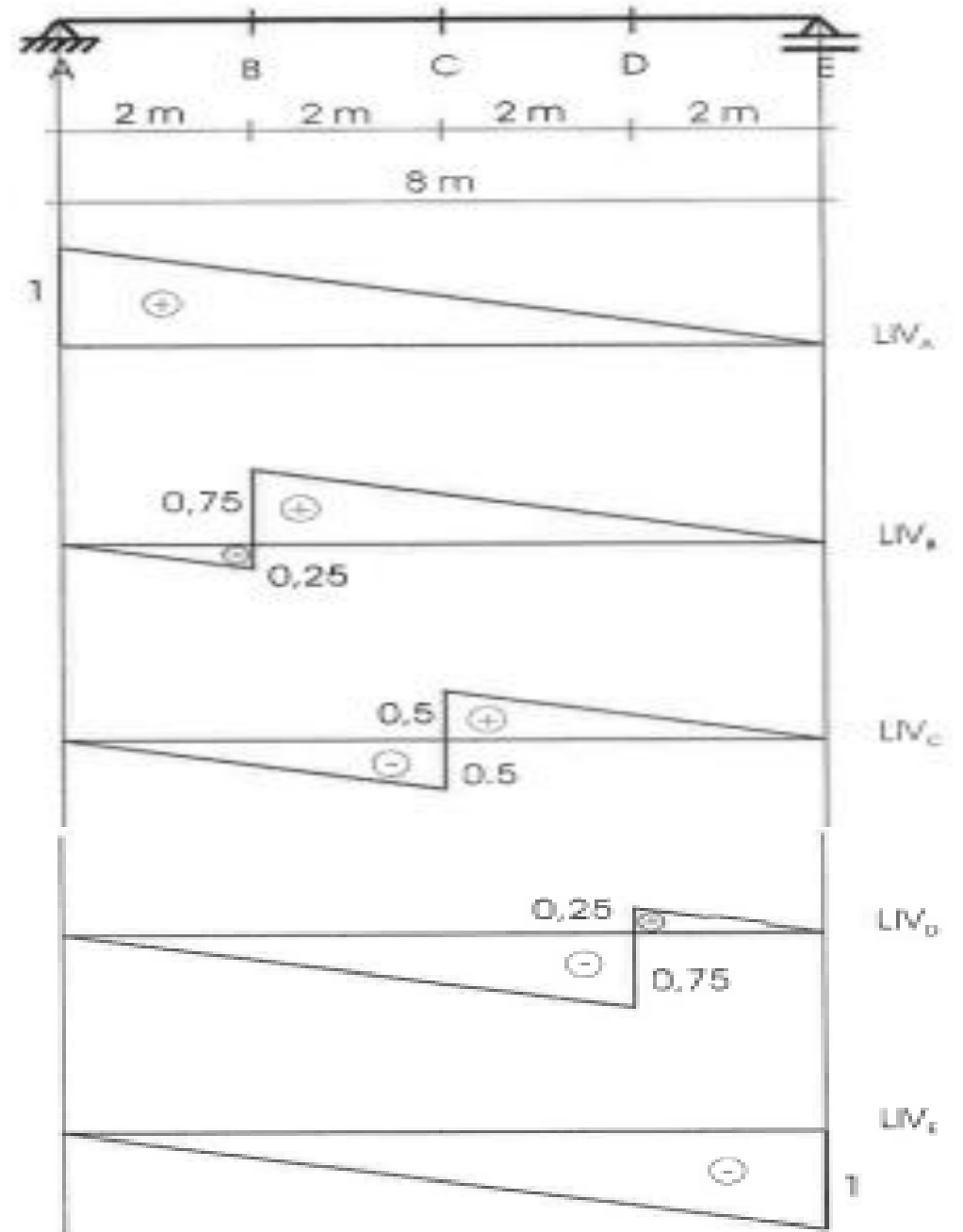
Mais uma vez, vai-se ter a mínima reação quando não houver carregamento móvel na ponte, logo

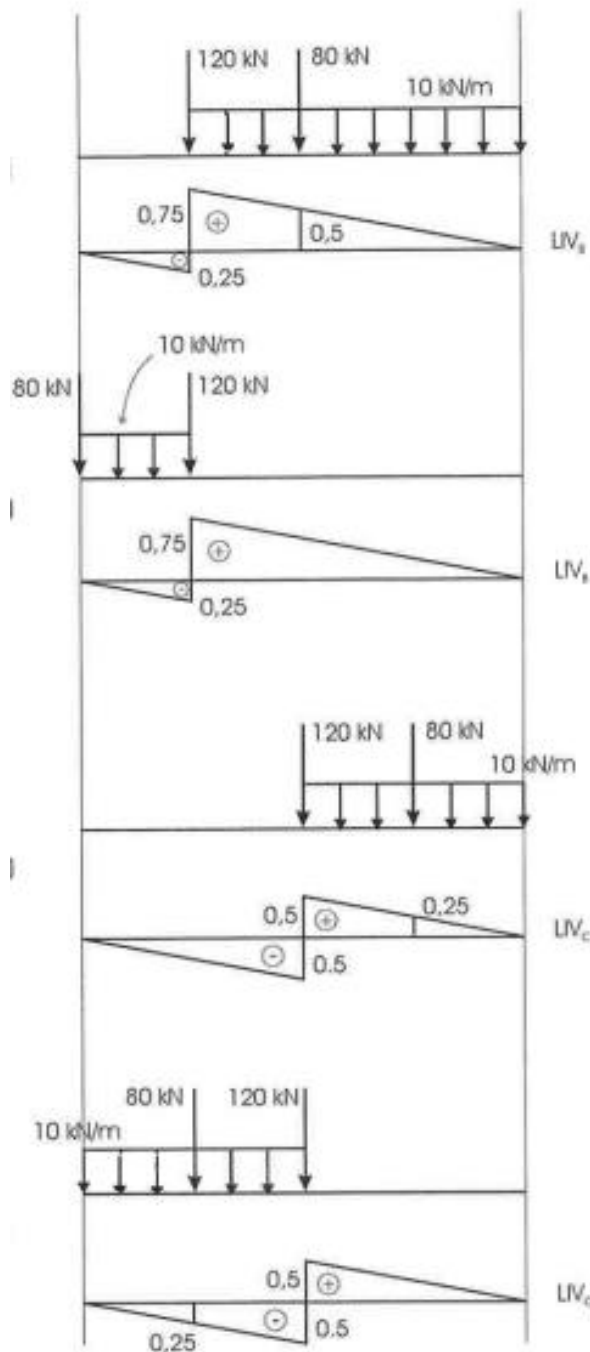
$$\text{mín } Y_{E, \text{cargas móveis}} = 0. \quad (6.23)$$

2.2 Forças cortantes

Serão determinadas agora as forças cortantes extremas decorrentes do carregamento móvel.

Na Fig. 6.32 apresentam-se as linhas de influência da força cortante nas cinco seções particulares que estão sendo empregadas para obter os diagramas de máximos e mínimos. Observa-se que a linha de influência da força cortante em A coincide com a da reação vertical em A, pois $V_A = Y_A$ (note que a reação em A é também a força cortante nesta seção, e que uma reação positiva – orientada para cima – leva a uma força cortante positiva – girando a barra no sentido horário). Já as linhas de influência da força cortante e da reação vertical em E são iguais em módulo, mas com sinais opostos, pois $V_E = -Y_E$ (note que a reação em E é também a força cortante nesta seção, e que uma reação positiva – orientada para cima – leva a uma força cortante negativa – girando a barra no sentido anti-horário).





$$\text{máx } V_{B, \text{cargas móveis}} = 120 \cdot 0,75 + 80 \cdot 0,5 + 10 \cdot \frac{6 \cdot 0,75}{2} = 152,5 \text{ kN} \quad (6.26)$$

e

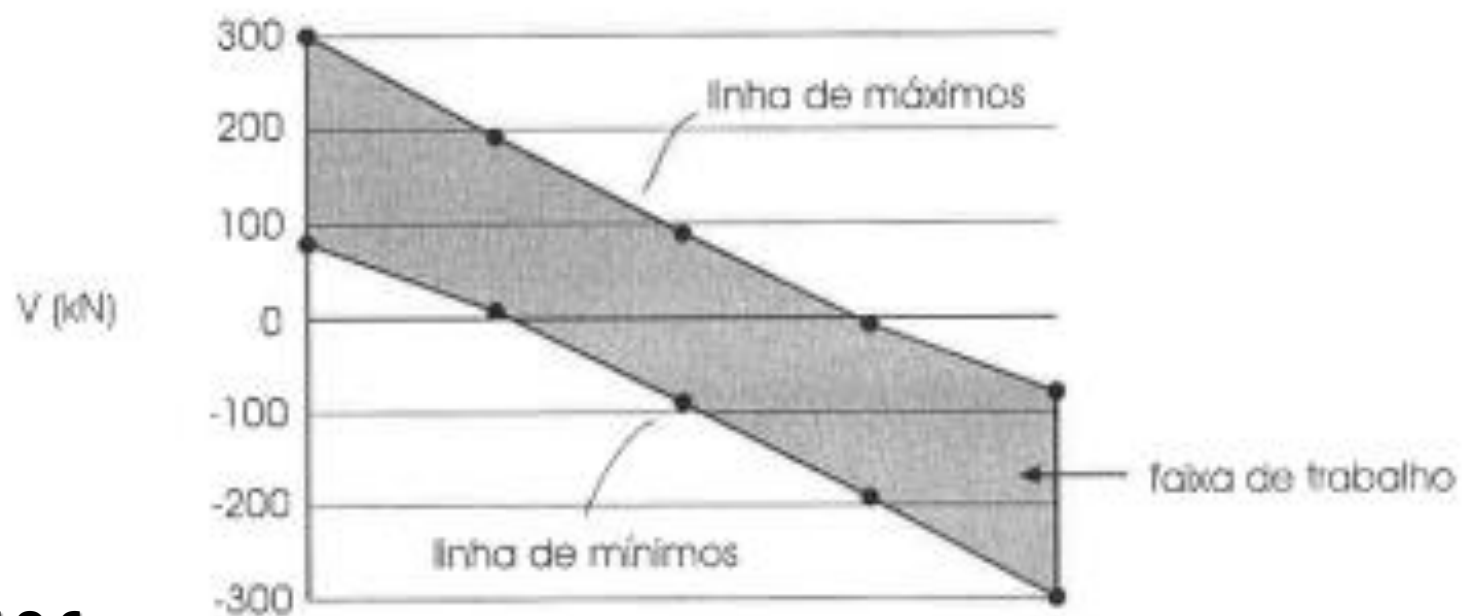
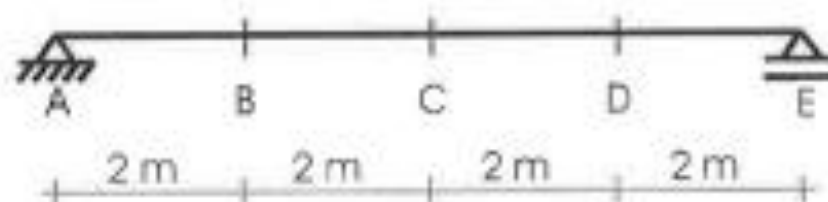
$$\text{mín } V_{B, \text{cargas móveis}} = 120 \cdot (-0,25) + 80 \cdot 0 + 10 \cdot \frac{2 \cdot (-0,25)}{2} = -32,5 \text{ kN}; \quad (6.27)$$

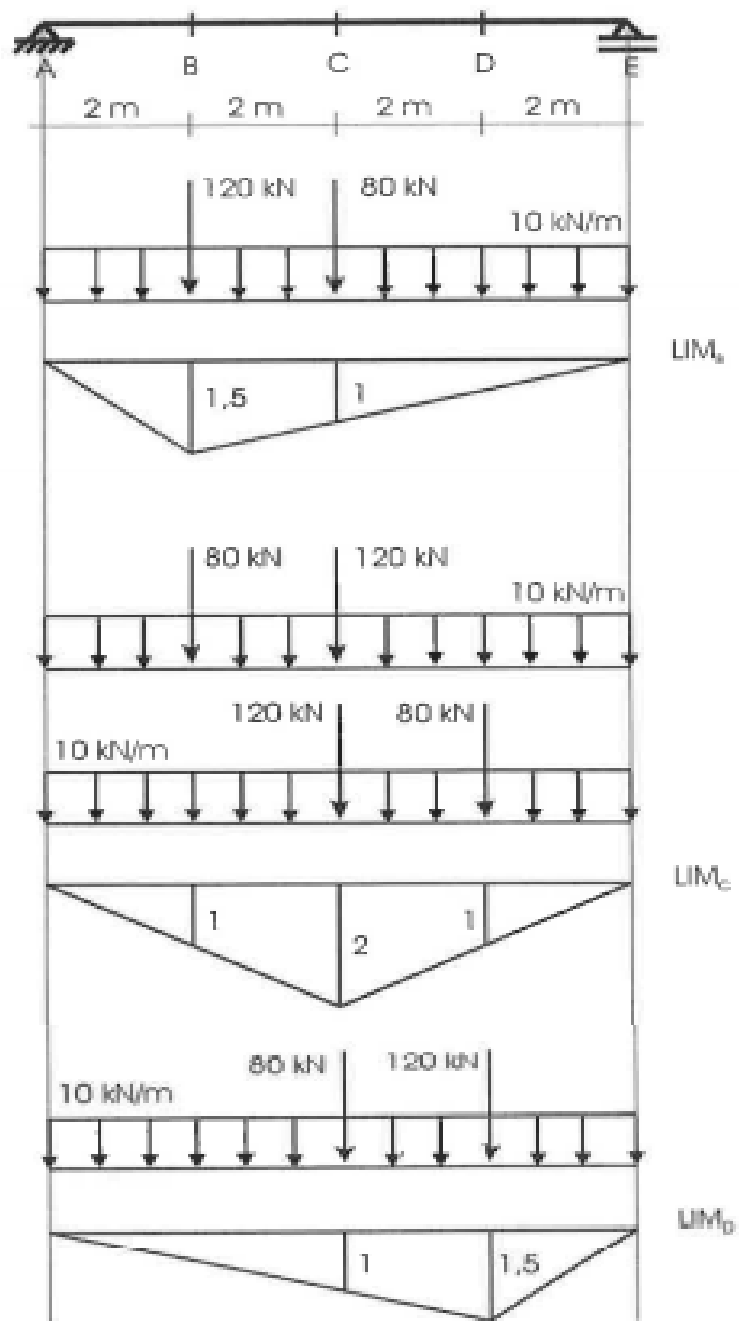
$$\text{máx } V_{C, \text{cargas móveis}} = 120 \cdot 0,5 + 80 \cdot 0,25 + 10 \cdot \frac{4 \cdot 0,5}{2} = 90 \text{ kN} \quad (6.28)$$

e

$$\text{mín } V_{C, \text{cargas móveis}} = 120 \cdot (-0,5) + 80 \cdot (-0,25) + 10 \cdot \frac{4 \cdot (-0,5)}{2} = -90 \text{ kN}. \quad (6.29)$$

Seção	Peso próprio	Cargas móveis		Extremos	
		máx	min	máx	min
A	80	220	0	300	80
B	40	152,5	- 32,5	192,5	7,5
C	0	80	- 80	80	- 80
D	- 40	32,5	- 152,5	- 7,5	- 192,5
E	- 80	0	- 220	- 80	- 300





$$\text{máx } M_{B, \text{cargas móveis}} = 120 \cdot 1,5 + 80 \cdot 1 + 10 \cdot \frac{8 \cdot 1,5}{2} = 320 \text{ kNm} \quad (6.36)$$

e

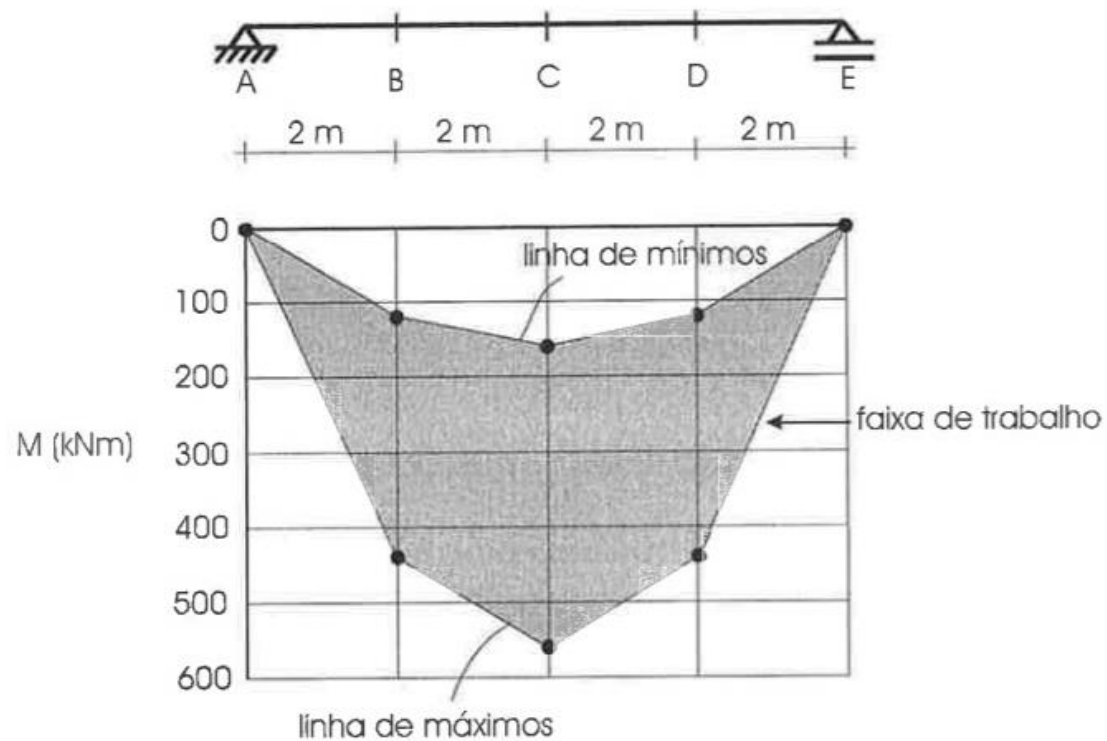
$$\text{mín } M_{B, \text{cargas móveis}} = 0; \quad (6.37)$$

$$\text{máx } M_{C, \text{cargas móveis}} = 120 \cdot 2 + 80 \cdot 1 + 10 \cdot \frac{8 \cdot 2}{2} = 400 \text{ kNm} \quad (6.38)$$

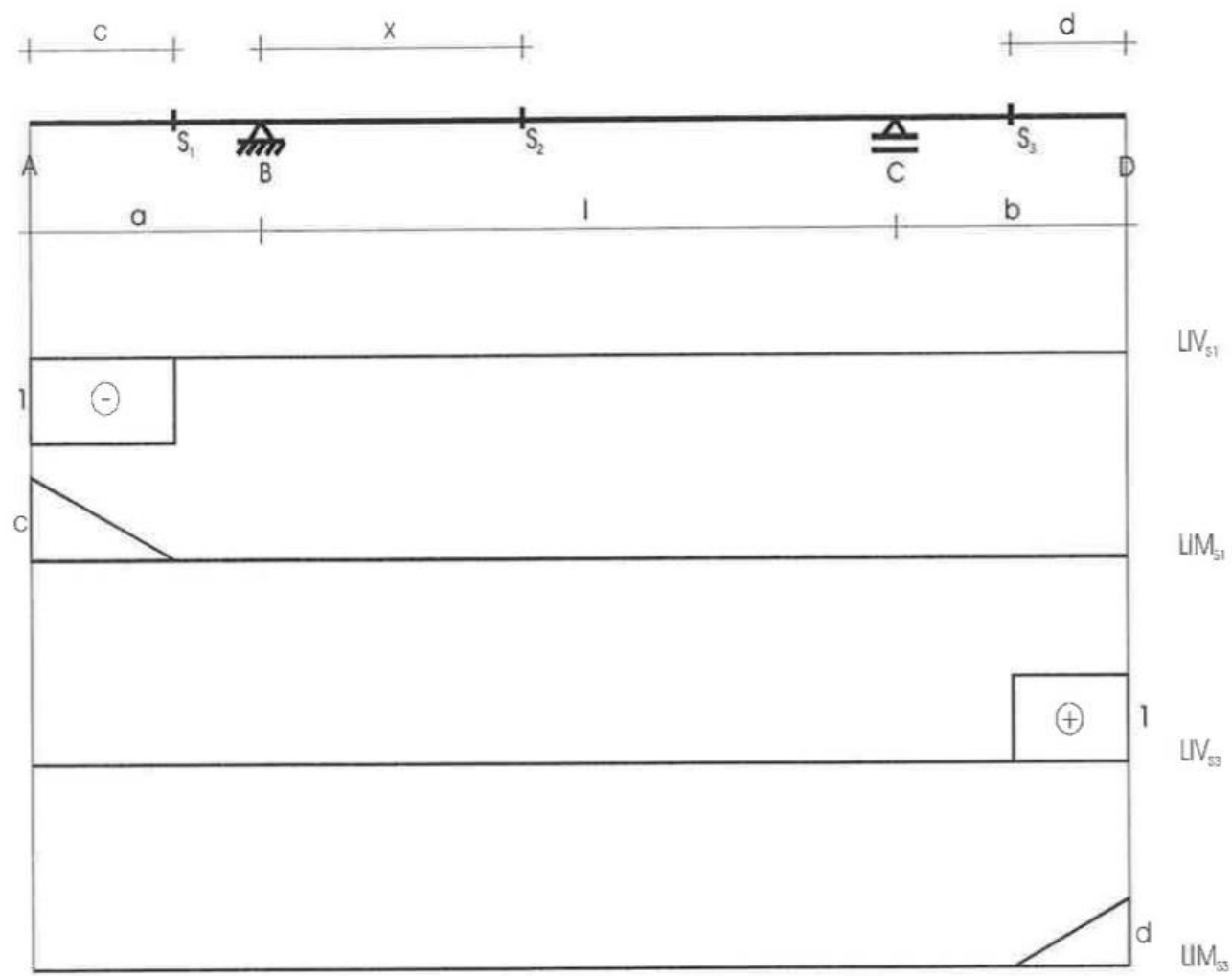
e

$$\text{mín } M_{C, \text{cargas móveis}} = 0. \quad (6.39)$$

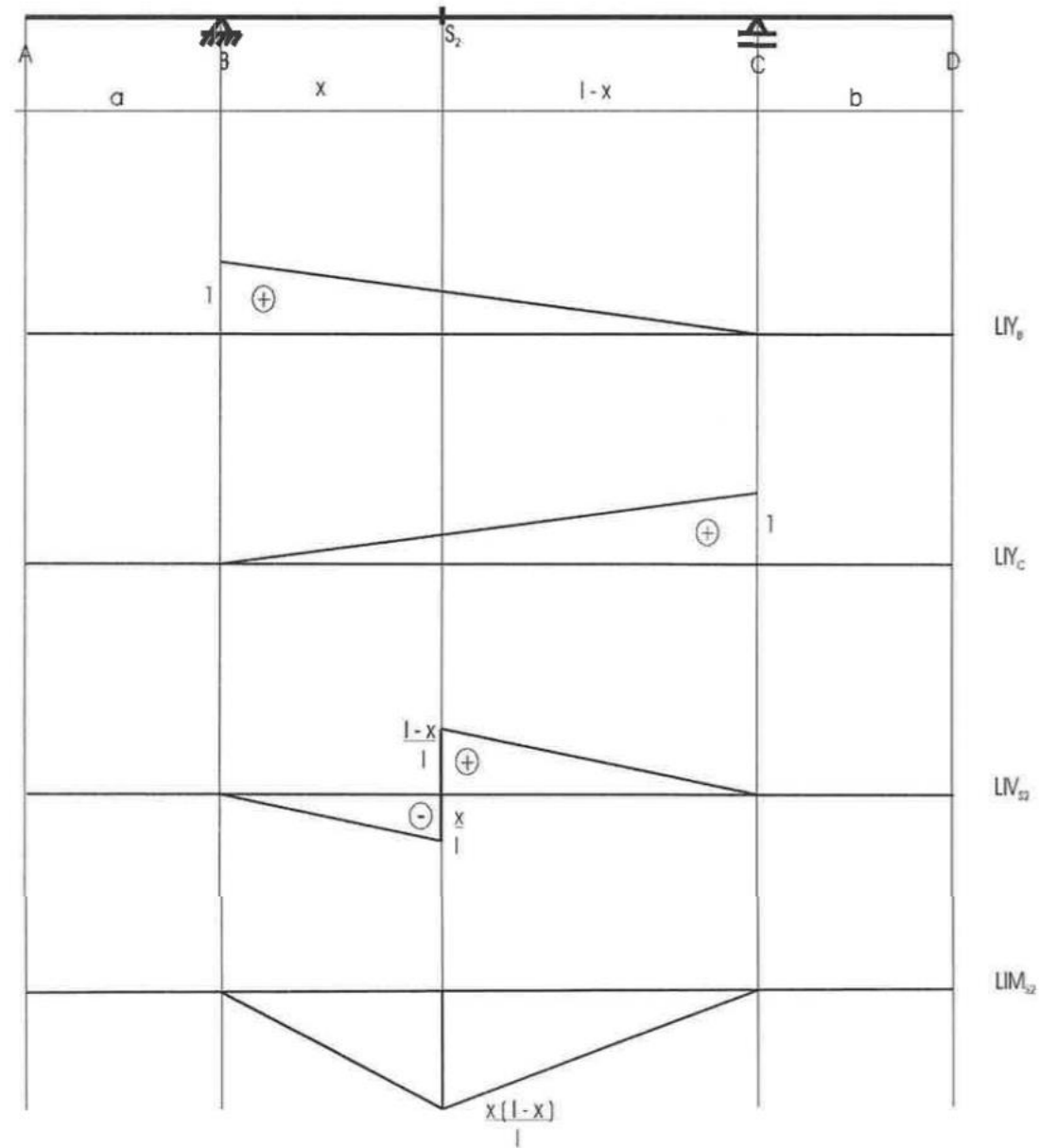
Seção	Peso próprio	Cargas móveis		Extremos	
		máx	mín	máx	mín
A	0	0	0	0	0
B	120	320	0	440	120
C	160	400	0	560	160
D	120	320	0	440	120
E	0	0	0	0	0



APOSTILA CAPÍTULO 6 PÁGINA 42



APOSTILA CAPÍTULO 6 PÁGINA 43



APOSTILA CAPÍTULO 6 PÁGINA 46

