



Equação dos esforços em y e dos momentos (externos):

$$q(x) = -6000(x-0)^{-1} - 4000(x-1,5)^{-1} - 2000(x-3)^0 + Fyb(x-6)^{-1} + Mb(x-6)^{-2}$$

Equação de Forças Cortantes:

$$V(x) = \int q(x) \, dx$$
$$V(x) = \int (-6000(x-0)^{-1} - 4000(x-1,5)^{-1} - 2000(x-3)^0 + Fyb(x-6)^{-1} + Mb(x-6)^{-2}) \, dx$$
$$V(x) = -6000 * \langle x-0 \rangle^0 - 4000 \langle x-1,5 \rangle^0 - 2000 \langle x-3 \rangle^1 + Fyb \langle x-6 \rangle^0 + Mb \langle x-6 \rangle^{-1} + C1$$
$$V(x) = -6000 * \langle x-0 \rangle^0 - 4000 \langle x-1,5 \rangle^0 - 2000 \langle x-3 \rangle^1 + Fyb \langle x-6 \rangle^0 + Mb \langle x-6 \rangle^{-1}$$

Dado: $E = 12[GPa]$

$$I_z = \frac{0,200 * 0,400^3}{12} = 1,04 \times 10^{-3} m^4$$

$$C1 = 0N$$

pois

$$V(0^-) = 0N$$

Equação dos Momentos Internos:

$$M(x) = \int V(x) \, dx$$
$$M(x) = \int (-6000 * \langle x-0 \rangle^0 - 4000 \langle x-1,5 \rangle^0 - 2000 \langle x-3 \rangle^1 + Fyb \langle x-6 \rangle^0 + Mb \langle x-6 \rangle^{-1}) \, dx$$
$$M(x) = -6000 * \langle x-0 \rangle^1 - 4000 \langle x-1,5 \rangle^1 - \frac{2000}{2} \langle x-3 \rangle^2 + Fyb \langle x-6 \rangle^1 + Mb \langle x-6 \rangle^0 + C2$$
$$M(x) = -6000 * \langle x-0 \rangle^1 - 4000 \langle x-1,5 \rangle^1 - 1000 \langle x-3 \rangle^2 + Fyb \langle x-6 \rangle^1 + Mb \langle x-6 \rangle^0$$

$$C2 = 0Nm$$

pois

$$M(0^-) = 0Nm$$

Reações de Apoio:

$$x = L^+ = 6^+ \quad \begin{cases} V(6^+) = 0N \\ M(6^+) = 0Nm \end{cases}$$

$$V(6^+) = -6000 * (6^+ - 0)^0 - 4000(6^+ - 1,5)^0 - 2000(6^+ - 3)^1 + Fyb(6^+ - 6)^0 + Mb(6^+ - 6)^{-1} = 0$$
$$-6000 * 1 - 4000 * 1 - 2000 * (6 - 3) + Fyb * 1 + Mb * 0 = 0$$
$$Fyb = 16000N$$

$$M(6^+) = -6000 * (6^+ - 0)^1 - 4000(6^+ - 1,5)^1 - 1000(6^+ - 3)^2 + 16000(6^+ - 6)^1 + Mb(6^+ - 6)^0 = 0$$
$$-6000 * 6 - 4000 * (6 - 1,5) - 1000 * (6 - 3)^2 + 16000 * (6 - 6) + Mb * 1 = 0$$
$$Mb = 63000Nm$$

Reescrever Equações de Força Cortante e Momento Interno:

$$V(x) = -6000 * \langle x-0 \rangle^0 - 4000 \langle x-1,5 \rangle^0 - 2000 \langle x-3 \rangle^1 + 16000 \langle x-6 \rangle^0 + 63000 \langle x-6 \rangle^{-1}$$
$$M(x) = -6000 * \langle x-0 \rangle^1 - 4000 \langle x-1,5 \rangle^1 - 1000 \langle x-3 \rangle^2 + 16000 \langle x-6 \rangle^1 + 63000 \langle x-6 \rangle^0$$

Equação da Inclinação:

$$\theta(x) = \int \frac{1}{E * I} * M(x) \, dx$$
$$\frac{1}{E * I} = \frac{1}{12 \times 10^9 * 1,04 \times 10^{-3}} = 8,01 \times 10^{-8}$$
$$\theta(x) = \frac{1}{E * I} * \int M(x) \, dx$$
$$\theta(x) = 8,01 \times 10^{-8} * \int (-6000 * \langle x-0 \rangle^1 - 4000 \langle x-1,5 \rangle^1 - 1000 \langle x-3 \rangle^2 + 16000 \langle x-6 \rangle^1 + 63000 \langle x-6 \rangle^0) \, dx$$
$$\theta(x) = 8,01 \times 10^{-8} * \left(-\frac{6000}{2} * \langle x-0 \rangle^2 - \frac{4000}{2} \langle x-1,5 \rangle^2 - \frac{1000}{3} \langle x-3 \rangle^3 + \frac{16000}{2} \langle x-6 \rangle^2 + 63000 \langle x-6 \rangle^1 + C3 \right)$$

Para apoio fixo, inclinação é nula: $x = 6^- \quad \theta(6^-) = 0[rad]$

$$\theta(6^-) = 8,01 \times 10^{-8} * \left(-\frac{6000}{2} * (6^- - 0)^2 - \frac{4000}{2} (6^- - 1,5)^2 - \frac{1000}{3} (6^- - 3)^3 + \frac{16000}{2} (6^- - 6)^2 + 63000(6^- - 6)^1 + C3 \right) = 0$$
$$-3000 * (6^- - 0)^2 - 2000(6^- - 1,5)^2 - \frac{1000}{3} (6^- - 3)^3 + 8000(6^- - 6)^2 + 63000(6^- - 6)^1 + C3 = 0$$
$$-3000 * 6^2 - 2000 * 4,5^2 - \frac{1000}{3} * 3^3 + 0 + 0 + C3 = 0$$
$$C3 = 157500$$
$$\theta(x) = 8,01 \times 10^{-8} * \left(-\frac{6000}{2} * \langle x-0 \rangle^2 - \frac{4000}{2} \langle x-1,5 \rangle^2 - \frac{1000}{3} \langle x-3 \rangle^3 + \frac{16000}{2} \langle x-6 \rangle^2 + 63000 \langle x-6 \rangle^1 + 157500 \right)$$

Equação da Deflexão:

$$v(x) = \int \theta(x) \, dx$$
$$v(x) = \int \left(8,01 \times 10^{-8} * \left(-\frac{6000}{2} * \langle x-0 \rangle^2 - \frac{4000}{2} \langle x-1,5 \rangle^2 - \frac{1000}{3} \langle x-3 \rangle^3 + \frac{16000}{2} \langle x-6 \rangle^2 + 63000 \langle x-6 \rangle^1 + 157500 \right) \right) dx$$
$$v(x) = 8,01 \times 10^{-8} * \int \left(-\frac{6000}{2} * \langle x-0 \rangle^2 - \frac{4000}{2} \langle x-1,5 \rangle^2 - \frac{1000}{3} \langle x-3 \rangle^3 + \frac{16000}{2} \langle x-6 \rangle^2 + 63000 \langle x-6 \rangle^1 + 157500 \right) dx$$
$$v(x) = 8,01 \times 10^{-8} * \left(-\frac{6000}{2 * 3} * \langle x-0 \rangle^3 - \frac{4000}{2 * 3} \langle x-1,5 \rangle^3 - \frac{1000}{3 * 4} \langle x-3 \rangle^4 + \frac{16000}{2 * 3} \langle x-6 \rangle^3 + \frac{63000}{2} \langle x-6 \rangle^2 + 157500 * x + C4 \right)$$
$$v(x) = 8,01 \times 10^{-8} * \left(-1000 * \langle x-0 \rangle^3 - \frac{2000}{3} \langle x-1,5 \rangle^3 - \frac{250}{3} \langle x-3 \rangle^4 + \frac{8000}{3} \langle x-6 \rangle^3 + 31500 \langle x-6 \rangle^2 + 157500 * x + C4 \right)$$

Para apoio fixo, deflexão é nula: $x = 6^- \quad v(6^-) = 0[m]$

$$v(6^-) = 8,01 \times 10^{-8} * \left(-1000 * (6^- - 0)^3 - \frac{2000}{3} (6^- - 1,5)^3 - \frac{250}{3} (6^- - 3)^4 + \frac{8000}{3} (6^- - 6)^3 + 31500(6^- - 6)^2 + 157500 * 6^- + C4 \right) = 0$$
$$-1000 * (6^- - 0)^3 - \frac{2000}{3} (6^- - 1,5)^3 - \frac{250}{3} (6^- - 3)^4 + \frac{8000}{3} (6^- - 6)^3 + 31500(6^- - 6)^2 + 157500 * 6^- + C4 = 0$$
$$-1000 * 6^3 - \frac{2000}{3} * 4,5^3 - \frac{250}{3} * 3^4 + 0 + 0 + 157500 * 6 + C4 = 0$$
$$C4 = -661500$$

Reescrever Equação da Inclinação e da Deflexão:

$$\theta(x) = 8,01 \times 10^{-8} * \left(-3000 * \langle x-0 \rangle^2 - 2000 \langle x-1,5 \rangle^2 - \frac{1000}{3} \langle x-3 \rangle^3 + 8000 \langle x-6 \rangle^2 + 63000 \langle x-6 \rangle^1 + 157500 \right)$$
$$v(x) = 8,01 \times 10^{-8} * \left(-1000 * \langle x-0 \rangle^3 - \frac{2000}{3} \langle x-1,5 \rangle^3 - \frac{250}{3} \langle x-3 \rangle^4 + \frac{8000}{3} \langle x-6 \rangle^3 + 31500 \langle x-6 \rangle^2 + 157500 * x - 661500 \right)$$

Tabela de Valores:

x[m]	$\theta(x)[rad]$	v(x)[m]
0,0 direita	0,013337	-0,05299
0,4	0,013065	-0,04826
0,8	0,012785	-0,04356
1,1	0,012488	-0,03891
1,5 esquerda	0,012165	-0,03433
1,5 direita	0,012165	-0,03433
1,875	0,011786	-0,02986
2,25	0,01132	-0,02554
2,625	0,010759	-0,02139
3 esquerda	0,010093	-0,01748
3 direita	0,010093	-0,01748
3,75	0,008414	-0,01051
4,5	0,006218	-0,00499
5,25	0,003436	-0,00133
6 esquerda	0,00	0

