

Barra N2/N5

Perfil: W 250 x 44,8 Material: Aço (A-572 345MPa)							
	Nós		Comprimento (m)	Características mecânicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N2	N5	2.000	57.60	7158.00	704.00	25.19
	Notas: <sup>(1)</sup> Inércia em relação ao eixo indicado <sup>(2)</sup> Momento de inércia à torção uniforme						
				Flambagem		Flambagem lateral	
				Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.
	β			1.00	1.00	2.00	2.00
	L <sub>k</sub>			2.000	2.000	4.000	4.000
	C <sub>b</sub>			-		1.000	
	Notação: b: Coeficiente de flambagem L <sub>k</sub> : Comprimento de flambagem (m) C <sub>b</sub> : Fator de modificação para o momento crítico						

Barra	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 8800:2008)											Estado
	λ	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	NM <sub>x</sub> M <sub>y</sub>	T	NMVT	σ τ f	
N2/N5	λ ≤ 200.0	N.P. <sup>(1)</sup>	η = 1.7	x: 2 m η = 121.1	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 29.3	x: 2 m η = 121.9	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	NÃO PASSA h = 121.9
Notação: I: Limitação do índice de esbeltez N <sub>t</sub> : Resistência à tração N <sub>c</sub> : Resistência à compressão M <sub>x</sub> : Resistência à flexão eixo X M <sub>y</sub> : Resistência à flexão eixo Y V <sub>x</sub> : Resistência ao esforço cortante X V <sub>y</sub> : Resistência ao esforço cortante Y NM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> : Resistência ao esforço axial e flexão combinados T: Resistência à torção NMVT: Resistência ao momento de torção, força axial, momento fletor e cortante σ τ f: Resistência a interações de esforços e momento de torção x: Distância à origem da barra h: Coeficiente de aproveitamento (%) N.P.: Não procede												
Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.P.): <sup>(1)</sup> A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração. <sup>(2)</sup> A verificação não será executada, já que não existe momento fletor. <sup>(3)</sup> A verificação não será executada, já que não existe esforço cortante. <sup>(4)</sup> A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor. <sup>(5)</sup> Não há interação entre a esforço axial, momento fletor, esforço cortante e momento torsor. Portanto, a verificação não é necessária. <sup>(6)</sup> Não há interação entre os dois esforços cortantes nem entre o momento torsor, esforço axial, momentos fletores e esforços cortantes. Portanto, a verificação não é necessária.												

Limitação do índice de esbeltez (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.3.4)

O índice de esbeltez das barras comprimidas, tomado como o maior relação entre o comprimento de flambagem e o raio de giração, não deve ser superior a 200.

λ ≤ 200
I : 57.2

Onde:

I : Índice de esbeltez.

$$\lambda = \frac{K \cdot L}{r}$$

I<sub>x</sub> : 17.9

I<sub>y</sub> : 57.2

Sendo:

K<sub>x</sub>·L<sub>x</sub>: Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo X. K<sub>x</sub>·L<sub>x</sub> : 2.000 m

K<sub>y</sub>·L<sub>y</sub>: Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo Y. K<sub>y</sub>·L<sub>y</sub> : 2.000 m

r<sub>x</sub>,r<sub>y</sub>: Raios de giração em relação aos eixos principais X, Y, r<sub>x</sub> : 11.15 cm

respectivamente. r<sub>y</sub> : 3.50 cm

Resistência à tração (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.2)

A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.

Resistência à compressão (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

h : 0.017 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.4·AP+1.5·SC.

$N_{c,Sd}$ : Força axial de compressão solicitante de cálculo, desfavorável.

$N_{c,Sd}$  : 2.230 t

A força axial de compressão resistente de cálculo,  $N_{c,Rd}$ , deve ser determinada pela expressão:

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi \cdot Q \cdot A_g \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

$N_{c,Rd}$  : 130.926 t

Onde:

c: Fator de redução total associado à resistência à compressão.

c : 0.711

Q: Fator de redução total associado à flambagem local.

Q : 1.000

$A_g$ : Área bruta da seção transversal da barra.

$A_g$  : 57.60 cm<sup>2</sup>

$f_y$ : Resistência ao escoamento do aço.

$f_y$  : 3516.82 kgf/cm<sup>2</sup>

$\gamma_{a1}$ : Coeficiente de segurança do material.

$\gamma_{a1}$  : 1.10

Fator de redução c: (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.3.3)

$\lambda_0 \leq 1.5 \rightarrow \chi = 0.658^{\lambda_0^2}$

c : 0.711

Onde:

$I_0$ : Índice de esbeltez reduzido.

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{Q \cdot A_g \cdot f_y}{N_e}}$$

$I_0$  : 0.903

Sendo:

Q: Fator de redução total associado à flambagem local.

Q : 1.000

$A_g$ : Área bruta da seção transversal da barra.

$A_g$  : 57.60 cm<sup>2</sup>

$f_y$ : Resistência ao escoamento do aço.

$f_y$  : 3516.82 kgf/cm<sup>2</sup>

$N_e$ : Força axial de flambagem elástica.

$N_e$  : 248.539 t

Força axial de flambagem elástica: (ABNT NBR 8800:2008, Anexo E)

A força axial de flambagem elástica,  $N_e$ , de uma barra com seção transversal duplamente simétrica ou simétrica em relação a um ponto, é dada pelo menor valor entre os obtidos por (a), (b) e (c):

$N_e$  : 248.539 t

(a) Para flambagem por flexão em relação ao eixo principal de inércia X da seção transversal:

$$N_{ex} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{(K_x \cdot L_x)^2}$$

$N_{ex}$  : 3600.746 t

Onde:

$K_x \cdot L_x$ : Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$K_x \cdot L_x$  : 2.000 m

$I_x$ : Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo X.

$I_x$  : 7158.00 cm<sup>4</sup>

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 2038736 kgf/cm<sup>2</sup>

(b) Para flambagem por flexão em relação ao eixo principal de inércia Y da seção transversal:

$$N_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{(K_y \cdot L_y)^2}$$

$$N_{ey} : \underline{354.139} \text{ t}$$

Onde:

$K_y \cdot L_y$ : Comprimento de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y \cdot L_y : \underline{2.000} \text{ m}$$

$I_y$ : Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo Y.

$$I_y : \underline{704.00} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

(c) Para flambagem por torção em relação ao eixo longitudinal Z:

$$N_{ez} = \frac{1}{r_0^2} \cdot \left[ \frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_z \cdot L_z)^2} + G \cdot J \right]$$

$$N_{ez} : \underline{248.539} \text{ t}$$

Onde:

$K_z \cdot L_z$ : Comprimento de flambagem por torção.

$$K_z \cdot L_z : \underline{4.000} \text{ m}$$

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$C_w$ : Constante de empenamento da seção transversal.

$$C_w : \underline{112538.42} \text{ cm}^6$$

G: Módulo de elasticidade transversal do aço.

$$G : \underline{784913} \text{ kgf/cm}^2$$

J: Constante de torção da seção transversal.

$$J : \underline{25.19} \text{ cm}^4$$

$r_0$ : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de cisalhamento.

$$r_0 = \sqrt{(r_x^2 + r_y^2 + x_0^2 + y_0^2)}$$

$$r_0 : \underline{11.68} \text{ cm}$$

Onde:

$r_x, r_y$ : Raios de giração em relação aos eixos principais X, Y, respectivamente.

$$r_x : \underline{11.15} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{3.50} \text{ cm}$$

$X_0, Y_0$ : Coordenadas do centro de cisalhamento na direção dos eixos principais X, Y, respectivamente.

$$X_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$Y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Flambagem local de barras axialmente comprimidas: (ABNT NBR 8800: 2008, Anexo F)

Não se aplica nenhuma redução, já que todos os elementos componentes da seção transversal possuem relações entre largura e espessura (b/t) que não superam os valores limite dados na Tabela F.1.

Mesa: Elemento do Grupo 4 da Tabela F.1.

$$(b/t) \leq (b/t)_{lim}$$

$$5.69 \leq 13.48$$

Sendo:

(b/t): Relação entre largura e espessura.

$$(b/t) : \underline{5.69}$$

Onde:

b: Largura.

$$b : \underline{74.00} \text{ mm}$$

t: Espessura.

$$t : \underline{13.00} \text{ mm}$$

$(b/t)_{lim}$ : Relação limite entre largura e espessura.

$$(b/t)_{lim} = 0.56 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$(b/t)_{lim} : \underline{13.48}$$

Onde:

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$f_y$ : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{3516.82} \text{ kgf/cm}^2$$

Alma: Elemento do Grupo 2 da Tabela F.1.

$$(b/t) \leq (b/t)_{lim}$$

$$31.58 \leq 35.87$$

Sendo:

(b/t): Relação entre largura e espessura.

$$(b/t) : \underline{31.58}$$

Onde:

b: Largura.

$$b : \underline{240.00} \text{ mm}$$

t: Espessura.  
 (b/t)<sub>lim</sub>: Relação limite entre largura e espessura.

$$(b/t)_{lim} = 1.49 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

Onde:

E: Módulo de elasticidade do aço.  
 f<sub>y</sub>: Resistência ao escoamento do aço.

t : 7.60 mm

(b/t)<sub>lim</sub> : 35.87

E : 2038736 kgf/cm<sup>2</sup>

f<sub>y</sub> : 3516.82 kgf/cm<sup>2</sup>

Resistência à flexão eixo X (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.4.2)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{M_{sd}}{M_{Rd}} \leq 1$$

h : 1.211 

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N5, para a combinação de ações 1.4·AP+1.5·SC.

M<sub>sd</sub><sup>+</sup>: Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

M<sub>sd</sub><sup>+</sup> : 16.767 t·m

Já que 'λ ≤ λ<sub>r</sub>', deve-se considerar viga de alma não-esbelta (ABNT NBR 8800:2008, Anexo G).

31.58 ≤ 137.24

Onde:

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

l : 31.58

Sendo:

h: Altura da alma, tomada igual à distancia entre as faces internas das mesas.

h : 240.00 mm

t<sub>w</sub>: Espessura da alma.

t<sub>w</sub> : 7.60 mm

$$\lambda_r = 5.70 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

l<sub>r</sub> : 137.24

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 2038736 kgf/cm<sup>2</sup>

f<sub>y</sub>: Resistência ao escoamento do aço.

f<sub>y</sub> : 3516.82 kgf/cm<sup>2</sup>

O momento fletor resistente de cálculo M<sub>Rd</sub> de vigas de alma não-esbelta deve ser tomado como o menor valor entre os obtidos nas seguintes seções:

M<sub>Rd</sub> : 13.849 t·m

(a) Máximo momento fletor resistente de cálculo (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.4.2.2):

$$M_{Rd} = \frac{1.50 \cdot W \cdot f_y}{\gamma_{a1}}$$

M<sub>Rd</sub> : 25.810 t·m

Onde:

W<sub>x</sub>: Módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão.

W<sub>x</sub> : 538.20 cm<sup>3</sup>

f<sub>y</sub>: Resistência ao escoamento do aço.

f<sub>y</sub> : 3516.82 kgf/cm<sup>2</sup>

g<sub>a1</sub>: Coeficiente de segurança do material.

g<sub>a1</sub> : 1.10

(b) Estado-límite último de flambagem lateral com torção, FLT (ABNT NBR 8800:2008, Anexo G):

λ > λ<sub>p</sub>

114.42 > 42.38

λ ≤ λ<sub>r</sub>

114.42 ≤ 139.35

$$M_{Rd} = \frac{C_b}{\gamma_{a1}} \cdot \left[ M_{pl} - (M_{pl} - M_r) \cdot \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right] \leq \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

M<sub>Rd</sub> : 13.849 t·m

Onde:

$$\lambda = \frac{L_b}{r_y}$$

$$I : \underline{114.42}$$

Sendo:

$L_{b,\text{sup}}$ : Distância entre pontos travados à flambagem lateral.

$$L_{b,\text{sup}} : \underline{4.000} \text{ m}$$

$r_y$ : Raio de giração da seção em relação ao eixo principal de inércia perpendicular ao eixo de flexão.

$$r_y : \underline{3.50} \text{ cm}$$

$$\lambda_p = 1.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$I_p : \underline{42.38}$$

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$f_y$ : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{3516.82} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\lambda_r = \frac{1.38 \cdot \sqrt{I_y \cdot J}}{r_y \cdot J \cdot \beta_1} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + \frac{27 \cdot C_w \cdot \beta_1^2}{I_y}}}$$

$$I_r : \underline{139.35}$$

Sendo:

$I_y$ : Momento de inércia da seção transversal em relação ao eixo Y.

$$I_y : \underline{704.00} \text{ cm}^4$$

J: Constante de torção da seção transversal.

$$J : \underline{25.19} \text{ cm}^4$$

$C_w$ : Constante de empenamento da seção transversal.

$$C_w : \underline{112538.42} \text{ cm}^6$$

$$\beta_1 = \frac{M_r}{E \cdot J}$$

$$\beta_1 : \underline{0.026} \text{ cm}^{-1}$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

$$M_{pl} : \underline{20.968} \text{ t}$$

Onde:

$Z_x$ : Módulo de resistência plástico.

$$Z_x : \underline{596.21} \text{ cm}^3$$

$f_y$ : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{3516.82} \text{ kgf/cm}^2$$

$$M_r = W \cdot (f_y - \sigma_r)$$

$$M_r : \underline{13.249} \text{ t} \cdot \text{m}$$

Sendo:

$W_x$ : Módulo de resistência elástico mínimo da seção transversal em relação ao eixo de flexão.

$$W_x : \underline{538.20} \text{ cm}^3$$

$f_y$ : Resistência ao escoamento do aço.

$$f_y : \underline{3516.82} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_r = 0.30 \cdot f_y$$

$$S_r : \underline{1055.05} \text{ kgf/cm}^2$$

$C_b$ : Fator de modificação para diagrama de momento fletor não-uniforme.

$$C_b : \underline{1.00}$$

$\gamma_{a1}$ : Coeficiente de segurança do material.

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

(c) Estado-limite último de flambagem local da mesa comprimida, FLM (ABNT NBR 8800: 2008, Anexo G):

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$5.69 \leq 9.15$$

$$M_{Rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$$M_{Rd} : \underline{19.062} \text{ t} \cdot \text{m}$$

Onde:

$$\lambda = \frac{b_f/2}{t_f}$$

$$I : \underline{5.69}$$

Sendo:

$b_f$ : Largura da mesa comprimida

$$b_f : \underline{148.00} \text{ mm}$$

$t_f$ : Espessura da mesa comprimida.

$$t_f : \underline{13.00} \text{ mm}$$

$$\lambda_p = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

$f_y$ : Resistência ao escoamento do aço.

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

Onde:

$Z_x$ : Módulo de resistência plástico.

$f_y$ : Resistência ao escoamento do aço.

$\gamma_{a1}$ : Coeficiente de segurança do material.

$$I_p : \underline{9.15}$$

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_y : \underline{3516.82} \text{ kgf/cm}^2$$

$$M_{pl} : \underline{20.968} \text{ t}$$

$$Z_x : \underline{596.21} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{3516.82} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

(d) Estado-limite último de flambagem local da alma, FLA (ABNT NBR 8800:2008, Anexo G):

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$31.58 \leq 90.53$$

$$M_{Rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$$M_{Rd} : \underline{19.062} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Onde:

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

$$I : \underline{31.58}$$

Sendo:

h: Altura da alma, tomada igual à distancia entre as faces internas das mesas.

$t_w$ : Espessura da alma.

$$h : \underline{240.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{7.60} \text{ mm}$$

$$\lambda_p = 3.76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$I_p : \underline{90.53}$$

Sendo:

E: Módulo de elasticidade do aço.

$f_y$ : Resistência ao escoamento do aço.

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

$$M_{pl} : \underline{20.968} \text{ t}$$

Onde:

$Z_x$ : Módulo de resistência plástico.

$f_y$ : Resistência ao escoamento do aço.

$\gamma_{a1}$ : Coeficiente de segurança do material.

$$Z_x : \underline{596.21} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{3516.82} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma_{a1} : \underline{1.10}$$

Resistência à flexão eixo Y (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.4.2)

A verificação não será executada, já que não existe momento fletor.

Resistência ao esforço cortante X (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.4.3)

A verificação não será executada, já que não existe esforço cortante.

Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 8800: 2008, Artigo 5.4.3)

Deve satisfazer:

$$\eta = \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1$$

h : 0.293 ✓

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N2, para a combinação de ações 1.4·AP+1.5·SC.

$V_{Sd}$ : Esforço cortante solicitante de cálculo, desfavorável.

$V_{Sd}$  : 11.377 t

A força cortante resistente de cálculo,  $V_{Rd}$ , é determinada pela expressão:

$$\lambda \leq \lambda_p$$

31.58 ≤ 59.22

$$V_{Rd} = \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$$

$V_{Rd}$  : 38.780 t

Onde:

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

l : 31.58

Sendo:

h: Altura da alma, tomada igual à distancia entre as faces internas das mesas.

h : 240.00 mm

$t_w$ : Espessura da alma.

$t_w$  : 7.60 mm

$$\lambda_p = 1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_v \cdot E}{f_y}}$$

$l_p$  : 59.22

Sendo:

$k_v$ : Coeficiente de flambagem.

$k_v$  : 5.00

E: Módulo de elasticidade do aço.

E : 2038736 kgf/cm<sup>2</sup>

$f_y$ : Resistência ao escoamento do aço.

$f_y$  : 3516.82 kgf/cm<sup>2</sup>

$$V_{pl} = 0.60 \cdot A_w \cdot f_y$$

$V_{pl}$  : 42.658 t

Sendo:

$A_w$ : Área efetiva ao cisalhamento

$$A_w = d \cdot t_w$$

$A_w$  : 20.22 cm<sup>2</sup>

d: Altura total da seção transversal.

d : 266.00 mm

$\gamma_{a1}$ : Coeficiente de segurança do material.

$\gamma_{a1}$  : 1.10

### Resistência ao esforço axial e flexão combinados (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.5.1.2)

Deve satisfazer:

$$\eta \leq 1$$

$$h : \underline{1.219}$$



O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se no nó N5, para a combinação de ações 1.4·AP+1.5·SC.

$N_{c,Sd}$ : Força axial de compressão solicitante de cálculo, desfavorável.

$$N_{c,Sd} : \underline{2.230} \text{ t}$$

$M_{x,Sd}$ : Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

$$M_{x,Sd}^+ : \underline{16.767} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{y,Sd}$ : Momento fletor solicitante de cálculo, desfavorável.

$$M_{y,Sd}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$N_{Sd} / N_{Rd} < 0.2$$

$$0.017 < 0.200$$

$$\eta = \frac{N_{c,Sd}}{2 \cdot N_{c,Rd}} + \left( \frac{M_{x,Sd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{y,Rd}} \right) \leq 1$$

$$h : \underline{1.219}$$

Onde:

$N_{c,Rd}$ : Força axial resistente de cálculo de compressão (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.3).

$$N_{c,Rd} : \underline{130.926} \text{ t}$$

$M_{x,Rd}, M_{y,Rd}$ : Momentos fletores resistentes de cálculo, respectivamente em relação aos eixos X e Y da seção transversal (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.4.2).

$$M_{x,Rd} : \underline{13.849} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{3.554} \text{ t}\cdot\text{m}$$

### Resistência à torção (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.5.2.1)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

### Resistência ao momento de torção, força axial, momento fletor e cortante (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.5.2.2)

Não há interação entre a esforço axial, momento fletor, esforço cortante e momento torsor. Portanto, a verificação não é necessária.

### Resistência a interações de esforços e momento de torção (ABNT NBR 8800:2008, Artigo 5.5.2.3)

Não há interação entre os dois esforços cortantes nem entre o momento torsor, esforço axial, momentos fletores e esforços cortantes. Portanto, a verificação não é necessária.