

## 1. INTRODUÇÃO

Amplamente utilizadas, as pontes rolantes e suas vigas de rolamento têm-se tornado equipamentos imprescindíveis para a movimentação de cargas em galpões industriais e de armazenamento. Compostas por perfis metálicos, as vigas de rolamento possibilitam o deslocamento longitudinal das pontes rolantes, transmitindo os esforços por elas causados às estruturas (Fig.1).

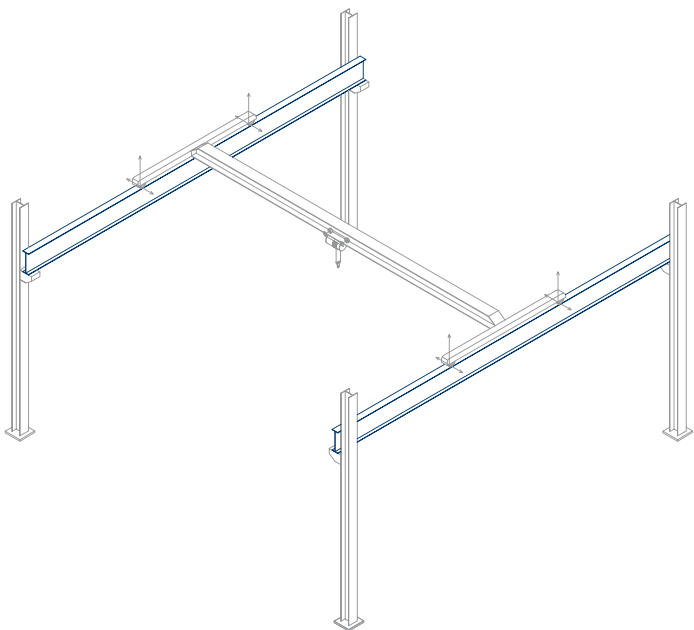


Fig. 1 – Esquema das vigas de rolamento

## 2. PONTES ROLANTES

Em geral, os fornecedores de pontes rolantes disponibilizam em seus catálogos as dimensões do equipamento, a capacidade de içamento e as cargas sobre as rodas do trole. Outras informações, como o peso do trole, dos dispositivos de içamento e da ponte rolante, normalmente não são fornecidas para a fase de orçamento da obra, o que obriga projetistas usarem premissas nessa fase para estimar as dimensões dos perfis metálicos a serem utilizados nas vigas de rolamento.

## 3. PREMISSAS PARA DIMENSIONAMENTO

Com base nos catálogos de fornecedores de pontes rolantes e nas características do projeto das vigas de rolamento, seguem as variáveis para o pré-dimensionamento (Fig.2):

- vão livre da viga de rolamento
- comprimento destravado máximo da viga de rolamento
- capacidade de içamento da ponte rolante
- carga vertical máxima por roda do trole

- espaçamento entre rodas do trole
- peso do trole e dos dispositivos de içamento
- peso da ponte rolante

Para o dimensionamento do caminho de rolamento, é preciso determinar alguns parâmetros descritos pela NBR 8800:2008:

- deformação máxima admissível (vertical e transversal)
- coeficiente de impacto vertical para ponte rolante
- coeficientes de ponderação para combinação de carregamentos (permanente e móvel)
- coeficiente de ponderação da resistência do aço estrutural para estado-limite último (ELU) ao escoamento, à flambagem e à instabilidade

As verificações realizadas neste artigo são para o perfil metálico a ser utilizado como viga de rolamento e não se aplicam às outras estruturas do conjunto, como a ponte rolante, o trole ou os outros equipamentos utilizados para o içamento e a movimentação de cargas. O exemplo aplica-se para pontes rolantes de controle pendente ou controle remoto com capacidade nominal inferior a 20 tf.

Os cálculos aqui apresentados estão conforme prescrições da Norma Brasileira ABNT NBR 8800, Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, de setembro de 2008. Além dessa bibliografia, serviu de consulta o *Steel Design Guide número 7 – Industrial Buildings Roofs to Anchor Rods*, do *American Institute of Steel Construction (AISC)*.

Para efeitos de cálculo, as vigas de rolamento foram dimensionadas como vigas biapoiadas sem contenção lateral ou uso de enrijecedores para condições regulares de uso. As soluções propostas são correspondentes à série de Perfis Estruturais Gerdau laminados em aço ASTM A572 Grau 50 com limite de escoamento mínimo de 3,5 tf/cm<sup>2</sup> e módulo de elasticidade de 2000 tf/cm<sup>2</sup>.

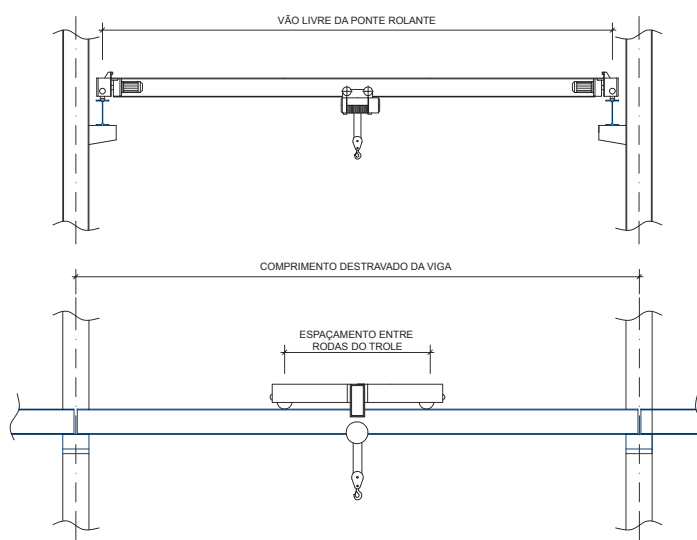


Fig. 2 – Esquema da ponte rolante

# VIGAS DE ROLAMENTO COM PERFIS ESTRUTURAIS GERDAU

Camila Da Silveira Machado  
Engenheira Civil

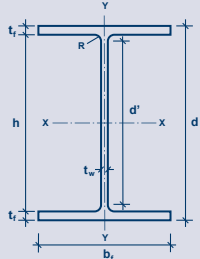


4. EXEMPLO NUMÉRICO

A partir das premissas listadas, será verificado o perfil W 610 x 155 no dimensionamento da viga de rolamento de 8 m de vão, sem contenção lateral, para o uso de uma ponte rolante com capacidade de içamento de 10 tf e vão livre de 24 m. Considerou-se que o conjunto trole e dispositivos de içamento pesa 2,5 tf.

Características da ponte rolante	
Capacidade da ponte rolante	10 tf
Vão livre da ponte rolante	24 m
Carga vertical máxima por roda do trole	7,5 tf
Peso do trole e dispositivos de içamento	2,5 tf
Espaçamento entre rodas do trole	3400 mm

As variáveis da ponte rolante são obtidas a partir de catálogos de fabricantes.

Características do perfil W 610x155		
	M= 155,0 kgf/m	I <sub>x</sub> = 129583 cm <sup>4</sup>
	A= 198,1 cm <sup>2</sup>	W <sub>x</sub> = 4242 cm <sup>3</sup>
	D= 61,1 cm	r <sub>x</sub> = 25,6 cm
	b <sub>1</sub> = 32,4 cm	Z <sub>x</sub> = 4749 cm <sup>3</sup>
	h= 57,3 cm	I <sub>y</sub> = 10783 cm <sup>4</sup>
	d'= 54,1 cm	W <sub>y</sub> = 666 cm <sup>3</sup>
	t <sub>w</sub> = 1,3 cm	r <sub>y</sub> = 7,4 cm
	t <sub>1</sub> = 1,9 cm	Z <sub>y</sub> = 1023 cm <sup>3</sup>
	r <sub>1</sub> = 8,5 cm	J= 200 cm <sup>4</sup>

Para a determinação das deformações admissíveis para a viga de rolamento, conforme NBR 8.800/2008, o exemplo em questão considerou uma ponte rolante de capacidade nominal máxima de 20 tf e de aplicação não siderúrgica.

Critérios de Norma (conforme NBR 8800:2008)	
Deformação admissível vertical	L/600
Deformação admissível transversal	L/400
Coeficiente de impacto vertical para ponte rolante comandada de uma cabine	25%
Coeficiente de ponderação para carregamento permanente	1,4
Coeficiente de ponderação para carregamento móvel	1,5
Coeficiente de ponderação da resistência do aço estrutural para ELU ao escoamento, à flambagem e à instabilidade (γ <sub>a1</sub> )	1,1

Para o cálculo das deformações máximas admissíveis, considera-se o carregamento na posição mais desfavorável, ou seja, quando as rodas do trole estão posicionadas de forma central na viga de rolamento (Fig. 3).

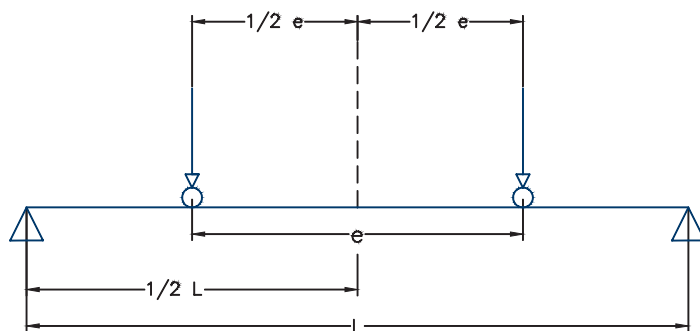


Fig. 3 – Posicionamento das rodas do trole no vão da viga de rolamento para maior deformação

Conforme Anexo B da NBR 8800:2008, item B.7.2, a força transversal ao caminho de rolamento, decorrente da movimentação da ponte rolante comandada por controle pendente ou controle remoto, a ser aplicada no topo do trilho, deve ser igual a 10% da soma da carga içada e do peso do trole e dos dispositivos de içamento.

Devido à insuficiência de informações referentes à ponte rolante na fase de pré-dimensionamento da viga de rolamento, pode-se admitir a reação transversal como 20% da carga içada. Essa recomendação é citada na NBR 8.800/2008, considerando uma ponte rolante comandada de uma cabine para uso geral. Esse valor atende à situação com segurança, e sugere-se seu uso quando, em fase de orçamento, não se dispõe de dados como o peso do trole e dos dispositivos de içamento.

Premissas de cálculo	
Comprimento destravado da viga	L <sub>d</sub> = 800 cm
Carregamento vertical permanente (peso próprio do perfil)	0,00155 x 1,4 = 0,002 tf/cm
Carregamento vertical móvel (por roda do trole)	7,5 x 1,5 x 1,25 = 14,1 tf
Carregamento transversal móvel	0,1 x (1,5 x 10 + 2,5) = 1,8 tf

As verificações são realizadas para os dois eixos locais da seção do perfil. Para tanto, considere x como eixo local transversal e y como eixo local vertical.

Deformação vertical (eixo local y)	
Ref. ao peso próprio	$\delta = \frac{5 \times P \times L^4}{384 \times E \times I_x} = \frac{5 \times 0,00155 \times 800^4}{384 \times 2000 \times 129583} = 0,0319 \text{ cm}$
Ref. à carga vertical por roda	$\delta = \frac{P \times a}{24 \times E \times I_x} \times (3 \times L^2 - 4 \times a^2) = \frac{7,5 \times 230}{24 \times 2000 \times 129583} \times (3 \times 800^2 - 4 \times 230^2) = 0,4738 \text{ cm}$
Deformação total	$\delta_y = 0,0319 + 0,4738 = 0,5057 \text{ cm}$
Verificação	$\frac{\delta_y}{L/600} = \frac{0,5057}{800/600} = 0,38 < 1 \rightarrow \text{ok}$

Para cálculo da deformação transversal, considerou-se apenas o flange superior do perfil para resistir aos esforços, visto que a carga é aplicada no topo do trilho, conforme recomendação do 7º *Steel Design Guide* do AISC.

Deformação transversal (eixo local x)	
Ref. a carga transversal por roda (deformação total)	$\delta = \frac{P \times a}{24 \times E \times I_y} \times (3 \times L^2 - 4 \times a^2) = \frac{0,63 \times 230}{24 \times 2000 \times 5385} \times (3 \times 800^2 - 4 \times 230^2) = 0,9577 \text{ cm}$
Verificação	$\frac{\delta_x}{L/400} = \frac{0,9577}{800/400} = 0,48 < 1 \rightarrow \text{ok}$

Para identificar a situação mais desfavorável para o cálculo do momento fletor máximo, considerou-se uma prática comumente utilizada e citada no 7º *Steel Design Guide* do AISC: uma das rodas do trole encontra-se posicionada a uma distância equivalente a um quarto do espaçamento entre essas rodas a partir do meio do vão livre, conforme figura 4. No exemplo, a posição na qual o momento fletor é máximo ocorre quando as rodas do trole estão posicionadas a 315 e 655 cm a partir da extremidade esquerda da viga, considerando o espaçamento entre rodas do trole de 340 cm.

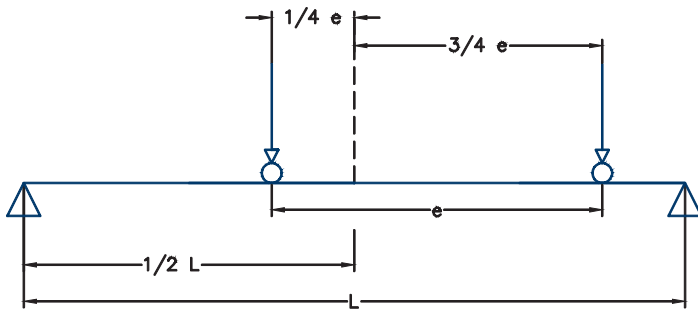


Fig. 4 – Posicionamento das rodas do trole no vão da viga de rolamento para maior flexão

Para o esforço cortante solicitante, a configuração de carregamento mais desfavorável ocorre quando uma das rodas do trole está exatamente sobre o apoio. Para efeitos de cálculo, as rodas estão a 10 e 350 cm a partir da extremidade esquerda da viga (Fig. 5).

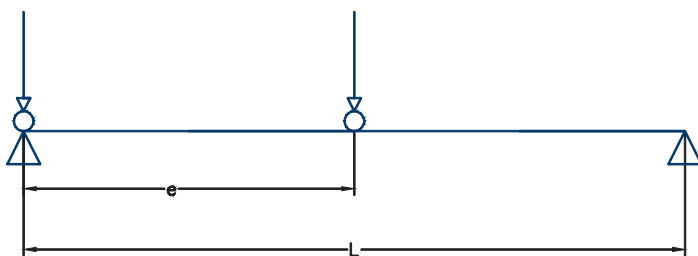


Fig. 5 – Posicionamento das rodas do trole no vão da viga de rolamento para maior esforço cortante

Eixo local	Carregamento	Esforços cortantes máximos	Momentos fletores máximos
y	Vertical móvel	1,1 tf	2,1 tf.m
x	Transversal móvel	17,1 tf	35,1 tf.m
	Transversal permanente	0,9 tf	1,7 tf.m
	Transversal móvel e permanente	18,1 tf	36,8 tf.m

Para a verificação dos esforços cortantes, considerou-se a seção fletida em relação ao eixo de maior inércia e a alma sem o uso de enrijecedores transversais.

Esforço cortante resistente		
$\left\{ \begin{array}{l} \lambda = h/t_w = 45,1 \\ \lambda_p = 1,10 \times \sqrt{k_v \times E / f_y} = 59,2 \\ \lambda_r = 1,37 \times \sqrt{k_v \times E / f_y} = 73,8 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \lambda \leq \lambda_p \rightarrow V_{Rd} = V_{pl} / \gamma_{al} \\ \lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \rightarrow V_{Rd} = \lambda_p / \lambda \times V_{pl} / \gamma_{al} \\ \lambda > \lambda_r \rightarrow V_{Rd} = 1,24 \times (\lambda_p / \lambda)^2 \times V_{pl} / \gamma_{al} \end{array} \right.$	
		Eixo local x
		$V_{pl} = 0,6 \times A_w \times f_y = 0,6 \times d' \times t_w \times f_y = 142,2 \text{ tf}$ $\lambda \leq \lambda_p \rightarrow V_{Rd} = 142,2 / 1,1 = 129,2 \text{ tf} > 12 \text{ tf} = V_{sd}$
Eixo local y		
$V_{pl} = 0,6 \times b_f \times t_f \times f_y = 127,4 \text{ tf}$ $\lambda \leq \lambda_p \rightarrow V_{Rd} = 127,4 / 1,1 = 115,8 \text{ tf} > 0,7 \text{ tf} = V_{sd}$		

Considerando a posição mais desfavorável das rodas do trole, os momentos fletores com relação ao eixo local vertical são calculados tanto para os carregamentos permanentes e móveis, atuando de forma independente entre si, como também atuando combinados entre si com os coeficientes de ponderação. Já em relação ao eixo local transversal, considera-se a reação como 10% da soma da capacidade de içamento e do peso do trole e dispositivos de içamento, não majorando pelo coeficiente de impacto, apenas pelo coeficiente de ponderação para o carregamento móvel.

Para o cálculo do momento fletor resistente da seção em relação ao eixo local x, conforme Anexo G da NBR 8800:2008, considerou-se seção I com dois eixos de simetria fletida em relação ao eixo de maior momento de inércia.

Momento fletor resistente (eixo local x)	
Flambagem lateral com torção	
$\lambda = L_b / r_y = 800 / 7,4 = 108,1$	
$\lambda_p = 1,76 \times \sqrt{E / f_y} = 42,3$	
$\lambda_r = \frac{1,38 \times \sqrt{I_y \times J}}{r_y \times J \times \beta_1} \times \sqrt{1 + \sqrt{1 + \frac{27 \times C_w \times \beta_1^2}{I_y}}} = 120,7$	
$\beta_1 = \frac{f_y - \sigma_t}{E \times J} \times W_x = 0,03$	
$C_b = 1$	
$M_{pl} = Z_x \times f_y = 163,8 \text{ tf.m}$	
$M_r = (f_y - \sigma_r) \times W_x = 102,4 \text{ tf.m}$	
$M_{Cr} = \frac{C_b \times \Pi^2 \times E \times I_y}{L_b^2} \times \sqrt{\frac{C_w}{I_y} \times \left(1 + 0,039 \times \frac{J \times L_b^2}{C_w}\right)} = 121,7 \text{ tf.m}$	
$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r \rightarrow M_{Rd} = C_b / \gamma_{al} \times \left[ M_{pl} - (M_{pl} - M_r) \times \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right]$	
$= 101 \text{ tf.m} \leq 149 \text{ tf.m} = M_{pl} / \gamma_{al}$	
Flambagem local da mesa comprimida	
$\lambda = b_f / (2 \times t_f) = 8,5$	
$\lambda_p = 0,38 \times \sqrt{E / f_y} = 9,1$	
$\lambda_r = 0,83 \times \sqrt{E / (f_y - \sigma_r)} = 23,9$	
$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow M_{Rd} = M_{pl} / \gamma_{al} = 149 \text{ tf.m}$	
Flambagem local da alma	
$\lambda = d' / t_w = 42,6$	
$\lambda_p = 3,76 \times \sqrt{E / f_y} = 90,5$	
$\lambda_r = 5,70 \times \sqrt{E / f_y} = 137,2$	
$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow M_{Rd} = M_{pl} / \gamma_{al} = 149 \text{ tf.m}$	
Verificação	
$M_{Rd} = 101 \text{ tf.m}$	
$M_{sd} / M_{Rd} = 36,8 / 101 = 0,36 < 1 \rightarrow \text{ok}$	

Para o momento fletor resistente em relação ao eixo local y, considerou-se apenas o flange superior do perfil para resistir aos esforços, ou seja, dimensionou-se como seção sólida retangular fletida em relação ao eixo de maior momento de inércia.

Momento fletor resistente (eixo local y)
$\lambda \leq \lambda_p \rightarrow M_{Rd} = M_{pl} / \gamma_{al} = 17,2 / 1,1 = 15,63 \text{ tf.m}$
$M_{sd} / M_{Rd} = 2,1 / 15,63 = 0,13 < 1 \rightarrow \text{ok}$

A verificação da flambagem local de barras axialmente comprimidas, realizada conforme Anexo F da NBR 8800:2008, considerou a esbeltez dos elementos do perfil para o cálculo do fator de redução total associado à flambagem local. Para tanto, a mesa do perfil, elemento comprimido com duas bordas longitudinais vinculadas, foi classificada no Grupo 4 da Tabela F.1 da mesma Norma. Enquanto a alma do perfil, elemento comprimido com apenas uma borda longitudinal vinculada, teve a tensão atuante adotada como  $\sigma = X \times f_y$ , considerando, para o cálculo do fator de redução associado à resistência à compressão, que o fator de redução Q tem valor unitário, a força axial de flambagem elástica foi calculada conforme Anexo E da NBR 8800:2008.

Força longitudinal
$Q = Q_x \times Q_a = 1$
$N_e = \frac{\pi^2 \times E \times I}{(K \times L)^2} = 333,6 \text{ tf}$
$\lambda_0 = \sqrt{\frac{Q \times A \times f_y}{N_e}} = 2,055$
$\lambda_0 < 1,5 \rightarrow \chi = 0,877 / \lambda_0^2 = 0,208$
$N_{Rd} = \chi \times Q \times A \times f_y \div 1,4 = 101,4 \text{ tf}$
$N_{sd} = 1,5 \times 0,10 \times 2 \times 7,5 = 2,3 \text{ tf}$
$N_{sd} / N_{Rd} = 2,3 / 101,4 = 0,02 < 1 \rightarrow \text{ok}$

Considerou-se ainda, conforme NBR 8800:2008, a atuação simultânea da força axial de compressão e de momentos fletores.

Forças combinadas
$N_{sd} / N_{Rd} < 0,2 \rightarrow \frac{N_{sd}}{2 \times N_{Rd}} + \left( \frac{M_{xsd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ysd}}{M_{yRd}} \right) \leq 1$
$\frac{2,3}{2 \times 101,4} + \left( \frac{36,8}{101} + \frac{2,1}{15,63} \right) = 0,56 < 1 \rightarrow \text{ok}$

A alma do perfil, solicitada por compressão decorrente da força localizada que atua sobre a mesa, deve ser verificada para o estado-limite último (ELU) de enrugamento de alma. Para tanto, determinou-se que o comprimento de atuação da força longitudinal da viga é igual à soma da altura do trilho e da espessura da mesa. Estimou-se que um trilho comumente utilizado na configuração de pontes rolantes meça 10 cm de altura.

ELU de enrugamento de alma
$l_n = d_{trilho} + t_f = 11,9 \text{ cm}$
$\frac{l_n}{d} \leq 0,2 \rightarrow \frac{11,9}{61,1} = 0,19 \rightarrow F_{Rd} = \frac{0,33 \times t_w^2}{\gamma_{al}} \times \left( 1 + 3 \times \frac{l_n}{d} \times \left( \frac{t_w}{t_f} \right)^2 \right) \times \sqrt{\frac{E \times f_y \times t_f}{t_w}} = 64,9 \text{ tf}$
$F_{sd} = 2 \times 7,5 \times 1,5 \times 1,25 = 28,1 \text{ tf}$
$F_{sd} / F_{Rd} = 28,1 / 64,9 = 0,43 < 1 \rightarrow \text{ok}$

A alma da barra, quando solicitada por compressão provocada por uma força localizada que atue na mesa comprimida, deve ser verificada para o estado-limite último de flambagem da alma sob carga concentrada. No entanto, considerando que a rotação da mesa comprimida não está impedida e que as relações entre altura e largura não satisfizeram o limite recomendado em Norma, não há a possibilidade de o ELU de flambagem lateral da alma ocorrer.

ELU de flambagem da alma sob carga concentrada
$\frac{h}{t_w} = \frac{57,3 / 1,3}{800 / 32,4} = 1,78 > 1,70 \rightarrow \text{ELU não ocorre}$

O estado-limite último de escoamento local da alma deve ser verificado, já que a alma do perfil está comprimida por uma força local atuante na mesa. Considera-se como situação mais desfavorável quando a força está a uma distância da extremidade da barra inferior ou igual à altura da seção transversal.

ELU de escoamento local da alma
$k = r + t_f = 3,5 \text{ cm}$
$F_{Rd} = \frac{1,10 \times (2,5 \times k + l_n) \times f_y \times t_w}{\gamma_{al}} = 90,5 \text{ tf}$
$F_{sd} / F_{Rd} = 28,4 / 90,5 = 0,31 < 1 \rightarrow \text{ok}$

Para os cálculos de fadiga, não é considerado o impacto. O coeficiente e a tensão são obtidos na NBR 8800:2008, anexo K, tabela K.1. Para a determinação dos ciclos de variação de tensões durante a vida útil da estrutura, estimou-se, a favor da segurança, uma média de 100 aplicações diárias em 50 anos.

Fadiga	
$C_f = 250 \times 10^8$	
$N = 100 \times 50 \text{ anos} \times 365 \text{ dias} = 1825000,0 \text{ ciclos}$	
$\sigma_{y,lim} = \sigma_{y,lim} = 0,66 \times f_y = 228 \text{ MPa}$	
$\sigma_{SR} = \left( \frac{327 \times C_f}{N} \right)^{0,333} = 165 \text{ MPa} \geq 165 \text{ MPa} = \sigma_{TH}$	
Em relação ao eixo local x	
$M_{Sd} = 35,1 \div 1,5 = 23,4 \text{ tf.m}$	
$\sigma_x = M_{Sd} \div W_x = 55,1 \text{ MPa}$	
$\sigma_x < \sigma_{x,lim} \rightarrow 55,1 / 228 = 0,24 < 1 \rightarrow \text{ok}$	
Em relação ao eixo local y	
$M_{Sd} = 2,1 \div 1,5 = 1,4 \text{ tf.m}$	
$\sigma_y = M_{Sd} \div W_y = 22 \text{ MPa}$	
$\sigma_y < \sigma_{y,lim} \rightarrow 22 / 228 = 0,10 < 1 \rightarrow \text{ok}$	
Fadiga ao cisalhamento	
$Q_{Sd} = V_{Sd} \div 1,5 = 7,4 \text{ tf}$	
$\sigma = Q_{Sd} \div A_w = 9,6 \text{ MPa}$	
$\sigma_{lim} = 0,4 \times f_y = 138 \text{ MPa}$	
$\sigma < \sigma_{lim} \rightarrow 9,6 / 138 = 0,70 \rightarrow \text{ok}$	

Para o cálculo da reação horizontal, é necessário informar o peso do conjunto trole e dispositivos de içamento. Contudo, não há uma padronização da geometria desses equipamentos; a capacidade de içamento e as dimensões variam entre os fabricantes, variando ainda entre os tipos do trole existentes, manual ou elétrico, e altura de elevação de carga. A situação ideal é que se tivesse a definição das características do trole e demais dispositivos de içamento antes da determinação do perfil que o suportará. Visto nem sempre se ter essas informações na fase de orçamento, a tabela abaixo apresenta uma estimativa desse valor obtida a partir dos catálogos de fabricantes.

Capacidade de içamento da ponte rolante	Peso do trole e dispositivos de içamento	
2 tf	0,5 tf	
3,2 tf	0,8 tf	
5 tf	1,3 tf	
6,3 tf	1,5 tf	
8 tf	2,0 tf	
10 tf	2,5 tf	
12,5 tf	3,2 tf	
13 tf	3,3 tf	
15 tf	3,8 tf	
16 tf	4,0 tf	
20 tf	5,0 tf	

Todas as verificações de cálculo desse artigo não levam em consideração a necessidade de utilização de enrijecedores transversais intermediários nas vigas de rolamento. Recomenda-se, no entanto, a utilização de enrijecedores transversais apenas nas extremidades das vigas de rolamento. No dimensionamento foi considerado que o trilho sobre a viga de rolamento está centralizado com o eixo longitudinal da viga. Para os casos de alma esbelta em que haja excentricidade entre o trilho e a viga de rolamento, deve-se analisar a necessidade da utilização de enrijecedores transversais intermediários. A NBR 8800:2008, nos itens 5.4.3.1.3 e 5.7.9, define recomendações a respeito das dimensões e do posicionamento dos enrijecedores transversais.

Na busca de uma solução alternativa, pode-se optar ainda pela customização dos perfis estruturais utilizados nas vigas de rolamento através da diminuição do comprimento de flambagem ou pela associação das seções de perfis. Utilizando travamentos ao longo da viga de rolamento, diminui-se o comprimento destravado, ação a favor da segurança estrutural, que pode resultar no uso de um perfil mais econômico. Essa alteração de comprimento destravado interfere diretamente no momento fletor de flambagem elástica, o que, por conseguinte, altera o valor do momento fletor resistente de cálculo para a flambagem lateral com torção (FLT). Essa redução do comprimento destravado produz ainda alterações nas forças combinadas de compressão e no estado-limite último de flambagem da alma sob carga concentrada. Quando o perfil estrutural não atender aos esforços de solicitação, pode-se utilizar um reforço com perfil U laminado na mesa superior da viga de rolamento para aumentar a inércia do conjunto, já que se considera apenas a mesa superior para determinação da resistência e deformação devida à atuação da carga lateral da ponte. Os exemplos dessas estruturas de reforço são apresentados na figura 6, conforme sugestão de Ildony Bellei, em sua obra *Edifícios Industriais em Aço*.

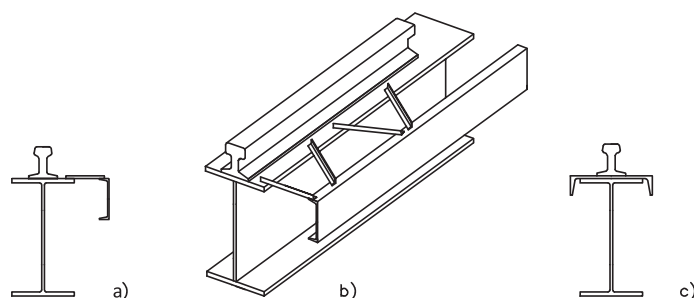


Fig. 6 – Sugestão de estrutura de contenção lateral (itens a e b); sugestão de reforço com perfil laminado U para viga de rolamento (item c).

Uma vez discutidos os itens envolvidos no dimensionamento de vigas de rolamento, a tabela a seguir apresenta sugestões de Perfis Estruturais Gerdau quando aplicados como caminho de rolamento para pontes rolantes. Cabe ressaltar que as recomendações das bitolas estão conforme todas as premissas citadas neste artigo e são válidas para as dimensões das pontes rolantes e dos troles apresentadas na tabela. Essas dimensões dos equipamentos foram obtidas em catálogos disponíveis no mercado. Qualquer variação delas pode ocasionar alteração da bitola da viga de rolamento.

A tabela é uma ferramenta indicada para utilização durante a fase de orçamento, quando é comum não se possuir todas as informações necessárias para o dimensionamento de vigas de rolamento. Com a sugestão de Perfil Estrutural, é possível estimar a viabilidade técnica e econômica da obra. O projeto estrutural definitivo deve ser desenvolvido por um profissional habilitado.

Capacidade de içamento (tf)	Ponte Rolante		Trole		Viga de rolamento					
	Vão livre (m)	Distância entre rodas (mm)	Reação vertical máx. por roda (tf)	Distância entre apoios (m)						
				5	6	7	8	10	12	
2	10	3100	1,90	W 250 x 32,7	W 310 x 38,7	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0	
	14	3100	2,10	W 250 x 32,7	W 310 x 44,5	W 360 x 58,0	W 360 x 64,0	W 530 x 101,0	W 610 x 125,0	
	18	3600	2,30	W 250 x 32,7	W 310 x 44,5	W 360 x 58,0	W 360 x 64,0	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	
	22	3600	3,20	W 250 x 38,5	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	
	26	4200	3,50	W 250 x 38,5	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	
3,2	10	3100	3,20	W 250 x 44,8	W 360 x 58,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	
	14	3100	3,40	W 250 x 44,8	W 360 x 58,0	W 360 x 64,0	W 460 x 89,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	
	18	3600	3,90	W 250 x 44,8	W 360 x 58,0	W 360 x 64,0	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	
	22	3600	4,50	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	
	26	4200	5,10	W 250 x 44,8	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	
5	8	2400	2,90	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 109,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	12	2800	3,23	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 109,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	16	3200	3,52	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 109,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	20	3200	3,95	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 109,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	24	3400	4,35	W 310 x 52,0	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 530 x 109,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
6,3	8	2400	3,66	W 410 x 60,0	W 360 x 64,0	W 530 x 109,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	12	2800	3,88	W 410 x 60,0	W 360 x 64,0	W 530 x 109,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	16	3200	4,26	W 410 x 60,0	W 360 x 64,0	W 530 x 109,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	20	3200	4,60	W 410 x 60,0	W 360 x 64,0	W 530 x 109,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
	24	3400	5,15	W 410 x 60,0	W 360 x 64,0	W 530 x 109,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
8	12	2800	4,83	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
	16	3200	5,20	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
	20	3200	5,65	W 360 x 64,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0	
	24	3400	6,55	W 360 x 72,0	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	
10	8	2400	5,35	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	12	2800	5,80	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	16	3200	6,25	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	20	3200	6,70	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
	24	3400	7,56	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0		
12,5	10	3100	7,90	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	14	3100	8,60	W 360 x 72,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	18	3600	9,20	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	22	3600	9,90	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	26	4200	10,7	W 360 x 79,0	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
13	8	2800	6,80	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	12	2800	7,40	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	16	3200	7,95	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	20	3200	8,40	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
	24	3400	9,34	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0		
15	10	3100	9,90	W 360 x 79,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0			
	14	3100	10,70	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0			
	18	3600	11,40	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0			
	22	3600	12,40	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0			
	26	4200	13,20	W 460 x 97,0	W 610 x 125,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0			
16	8	2800	8,48	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0			
	12	2800	9,20	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0			
	16	3200	9,79	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0			
	20	3200	10,50	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0			
	24	3400	11,20	W 530 x 101,0	W 610 x 140,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0			
20	8	2800	10,40	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0			
	12	2800	11,10	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0			
	16	3200	11,80	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0			
	20	3200	12,60	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0			
	24	3400	13,30	W 610 x 113,0	W 610 x 155,0	W 610 x 155,0	W 610 x 174,0			

VENDAS

SUDESTE

São Paulo

Tel. (11) 3094-6600

Fax (11) 3094-6303

e-mail: atendimentogerdau.sp@gerdau.com.br

Minas Gerais

Tel. (31) 3369-4600

Fax (31) 3369-4647

e-mail: atendimentogerdau.mg@gerdau.com.br

Rio de Janeiro

Tel. (21) 3974-7529

Fax (21) 3974-7592

e-mail: atendimentogerdau.rj@gerdau.com.br

CENTRO-OESTE

Tel. (62) 4005-6000

Fax (62) 4005-6002

e-mail: atendimentogerdau.cto@gerdau.com.br

SUL

Rio Grande do Sul

Tel. (51) 3450-7855

Fax (51) 3323-2800

Paraná

Tel. (41) 3314-3646

Fax (41) 3314-3615

e-mail: atendimentogerdau.sul@gerdau.com.br

NORTE / NORDESTE

Pernambuco

Tel. (81) 3452-7755

Fax (81) 3452-7635

e-mail: atendimentogerdau.nne@gerdau.com.br

