

# ELEMENTOS TRACIONADOS

Exemplo de aplicação: verificação de pendural em perfil 2L

ECIV059 – ESTUTURAS DE AÇO  
Prof. Luciano Barbosa dos Santos

[lbsantos@ctec.ufal.br](mailto:lbsantos@ctec.ufal.br)

(04/2026)

**EXEMPLO DE APLICAÇÃO**

Verifique o pendural da estrutura apresentada a seguir, sabendo tratar-se de um perfil 2L 64 x 64 x 6,30 – T (Esp. 8mm) com dois espaçadores nos terços de vão. Adote aço MR 250 e parafusos de 16mm instalados em furos puncionados. As ações atuantes são:

**Forças distribuídas**

Peso próprio da estrutura:

$$g_0 = 5\text{kN/m}$$

Peso próprio de piso em madeira:

$$g_1 = 10\text{kN/m}$$

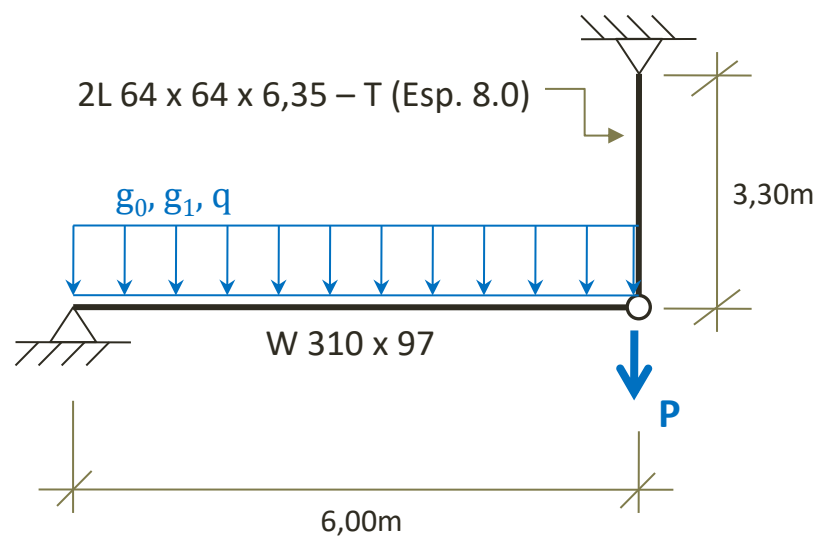
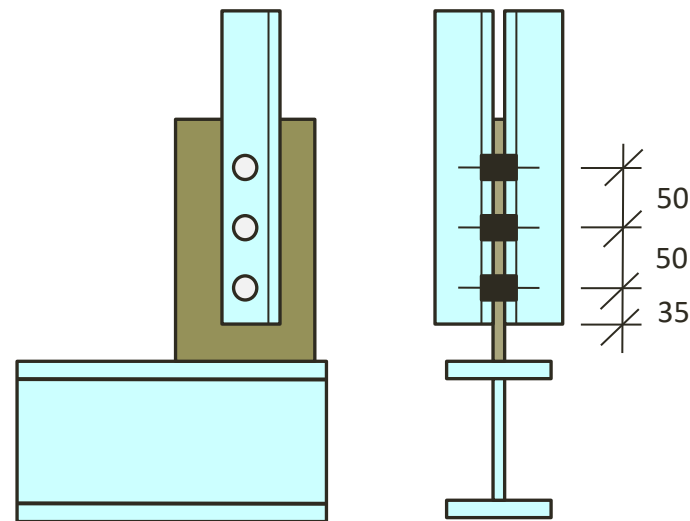
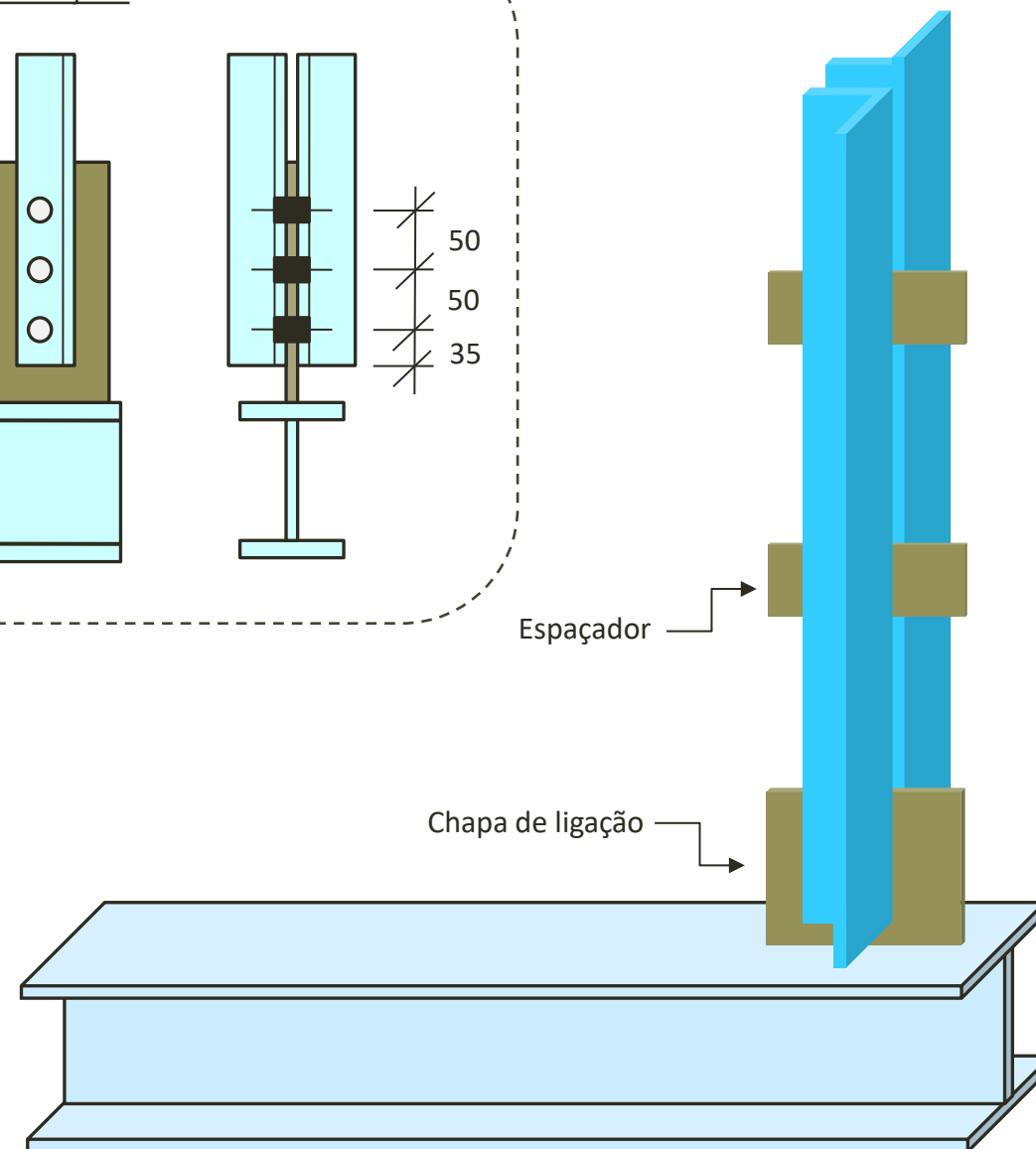
Sobrecarga no piso:

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

**Força concentrada**

Peso próprio do fechamento:

$$P = 30\text{kN}$$

**MODELO ESTÁTICO****DETALHE DA LIGAÇÃO****PERSPECTIVA**

## RESOLUÇÃO

### 1. DADOS DA QUESTÃO

Perfil 2L 64 x 64 x 6,30 – T (Esp. 8mm)

Caso as medidas estejam especificadas em polegadas:

2L 2 ½" x ¼" – T (Esp. 5/16")

Para resolvermos essa questão precisaremos de propriedades geométricas relacionadas à seção composta 2L e à seção simples 1L. Assim, pesquisando em tabelas de perfis:

$$A_{g,2L} = 15,34\text{cm}$$

$$r_{x,2L} = 1,96\text{cm}$$

$$r_{y,2L} = 2,96\text{cm (com chapa de espaçamento de 8mm)}$$

$$r_{z,1L} = 1,24\text{cm}$$

$$x_{g,1L} = y_{g,1L} = 1,83\text{cm}$$

Aço MR 250

$$f_y = 250\text{MPa} = 25\text{kN/cm}^2$$

$$f_u = 40\text{MPa} = 40\text{kN/cm}^2$$

Diâmetro dos parafusos e dos furos

$$d_p = 16\text{mm}$$

$$d_f = 16\text{mm} + 1,5\text{mm} + 2,0\text{mm}$$

$$d_f = 19,5\text{mm} = 1,95\text{cm}$$

### 2. ESFORÇO SOLICITANTE DE PROJETO

O valor de projeto das ações atuantes são:

$$q_d = 1,25 \times 5 + 1,30 \times 10 + 1,50 \times \underline{1,33} \quad 20$$

$$q_d = \mathbf{59,15 \text{ kN/m}}$$

De acordo com a NBR 8800, na ausência de especificação mais rigorosa todas as cargas gravitacionais variáveis em pisos e balcões suportadas por pendurais devem ser majoradas em 33%.

$$P_d = 1,30 \times 30$$

$$P_d = \mathbf{39 \text{ kN}}$$

Assim, o valor de projeto do esforço solicitante no pendural é dado por:

$$N_{t,Sd} = 59,15\text{kN/m} \times 6\text{m} / 2 + 39\text{kN}$$

$$N_{t,Sd} = \mathbf{216,45\text{kN}}$$

### 3. ESCOAMENTO DA SEÇÃO BRUTA (ESB)

$$N_{ty,Rd} = A_g f_y / \gamma_{a1}$$

$$N_{ty,Rd} = 15,34 \times 25 / 1,10$$

$$N_{ty,Rd} = \mathbf{348,64\text{kN}}$$

### 4. RUPTURA DA SEÇÃO LÍQUIDA EFETIVA (RSLE)

Determinação da área líquida ( $A_n$ )

$$A_n = A_g - \sum d_f t_{ch}$$

$$A_n = 15,34\text{cm}^2 - 1 \times 1,95\text{cm} \times 0,63\text{cm} \times 2$$

$$A_n = \mathbf{12,88\text{cm}^2}$$

A linha de ruptura possui um único furo, por isso o número "1" na equação acima. Por se tratar de uma seção composta, com os furos trespassando ambos os perfis, é necessário considerar a espessura de ambas as peças, o que explica o número "2" na equação anterior.

Determinação do coeficiente  $C_t$

Quando a ligação envolve apenas parte dos elementos da seção transversal o coeficiente  $C_t$  deve ser calculado pela expressão a seguir:

$$C_t = 1 - e_c / L_c$$

Para o caso em estudo:

$$L_c = 2 \times 50\text{mm} = 100\text{mm} = 10\text{cm}$$

$$e_c = x_g = 1,83\text{cm}$$

$$C_t = 1 - 1,83\text{cm}/10\text{cm}$$

$$C_t = \mathbf{0,82} \quad (0,6 < C_t < 0,9 \quad - \text{Ok!})$$

Determinação de  $N_{tu,Rd}$

$$N_{tu,Rd} = A_e f_u / \gamma_{a2} = C_t A_n f_u / \gamma_{a2}$$

$$N_{tu,Rd} = 0,82 \times 12,88 \times 40 / 1,35$$

$$N_{tu,Rd} = 312,94 \text{ kN}$$

## 5. VERIFICAÇÃO DO ESFORÇO RESISTENTE DE PROJETO

O esforço resistente de projeto ( $N_{t,Rd}$ ) é o menor valor obtido entre o ESB e a RSLE.

Logo, para a situação em questão:

$$N_{ty,Rd} = 348,64 \text{ kN}$$

$$N_{tu,Rd} = 312,94 \text{ kN}$$

$$N_{t,Rd} = 312,94 \text{ kN}$$

Assim:

$$N_{t,Rd} > N_{t,Sd} \quad \text{Atende!}$$

## 6. VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ MÁXIMA

Em se tratando de peças compostas, é necessário verificar a esbeltez do conjunto (perfil 2L), considerando o comprimento destravado da barra; e também a esbeltez dos elementos individuais (perfis 1L), considerando a distância entre os espaçadores existentes entre perfis.

Para a peça composta (Perfil 2L):

$$\lambda_{x,2L} = \frac{k_x L_x}{r_{x,2L}} = \frac{1,0 \times 330}{1,96} = 168,37$$

$$\lambda_{y,2L} = \frac{k_y L_y}{r_{y,2L}} = \frac{1,0 \times 330}{2,96} = 111,49$$

$$\lambda_{\text{máx}} = 168,37 < 300 \quad \text{Ok!}$$

Para a peça simples (Perfil 1L):

$$\lambda_{z,1L} = \frac{k_z L_z}{r_{z,1L}} = \frac{1,0 \times 110}{1,24} = 88,71 < 300 \quad \text{Ok!}$$

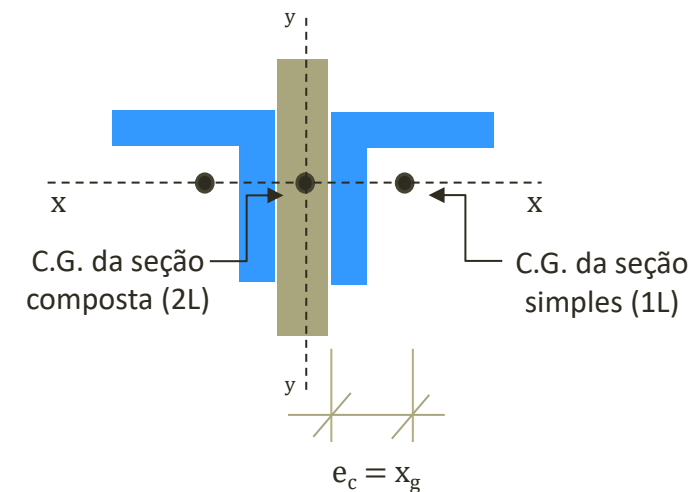
## 7. CONCLUSÃO

O perfil atende aos requisitos da NBR 8800:2024, tanto com relação aos estados limites últimos quanto aos estados limites de serviço.

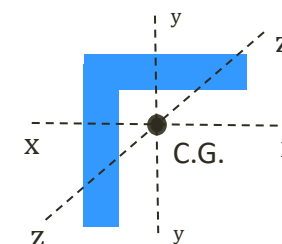
### PARA PENSAR

Se, ao invés de três parafusos na ligação, tivéssemos quatro com os mesmos espaçamentos, qual seria o efeito disso no esforço resistente de projeto?

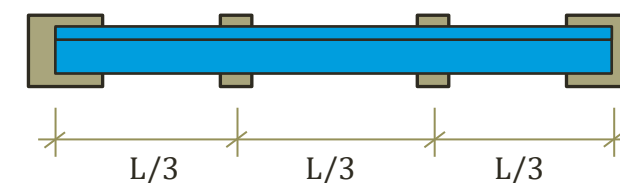
### SEÇÃO TRANSVERSAL PERFIL 2L



### SEÇÃO TRANSVERSAL PERFIL 1L



### ESPAÇADORES NOS TERÇOS DE VÃO DA BARRA



FIM

ECIV059 – ESTUTURAS DE AÇO  
Prof. Luciano Barbosa dos Santos

[lbsantos@ctec.ufal.br](mailto:lbsantos@ctec.ufal.br)

(04/2026)