

ESTRUTURAS METÁLICAS PEÇAS TRACIONADAS

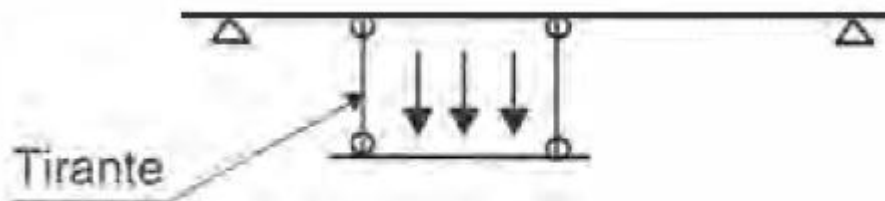
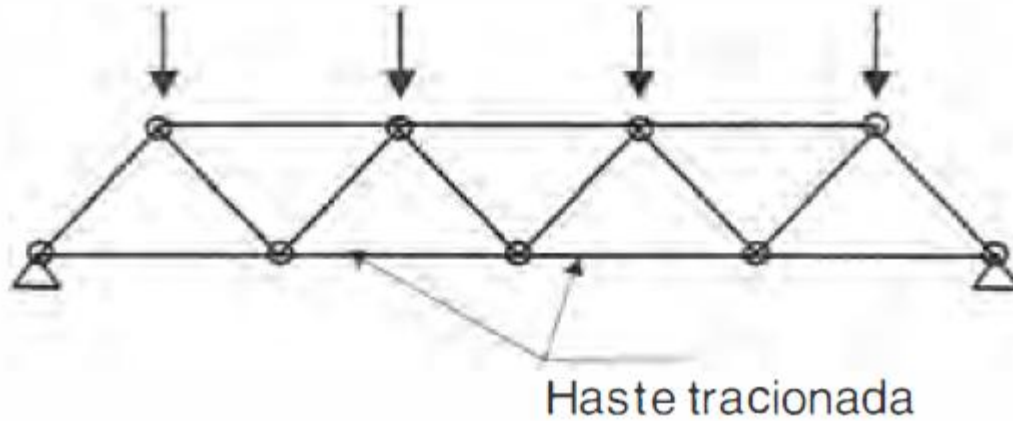
Prof. Alexandre Augusto Pescador Sardá

Peças Tracionadas

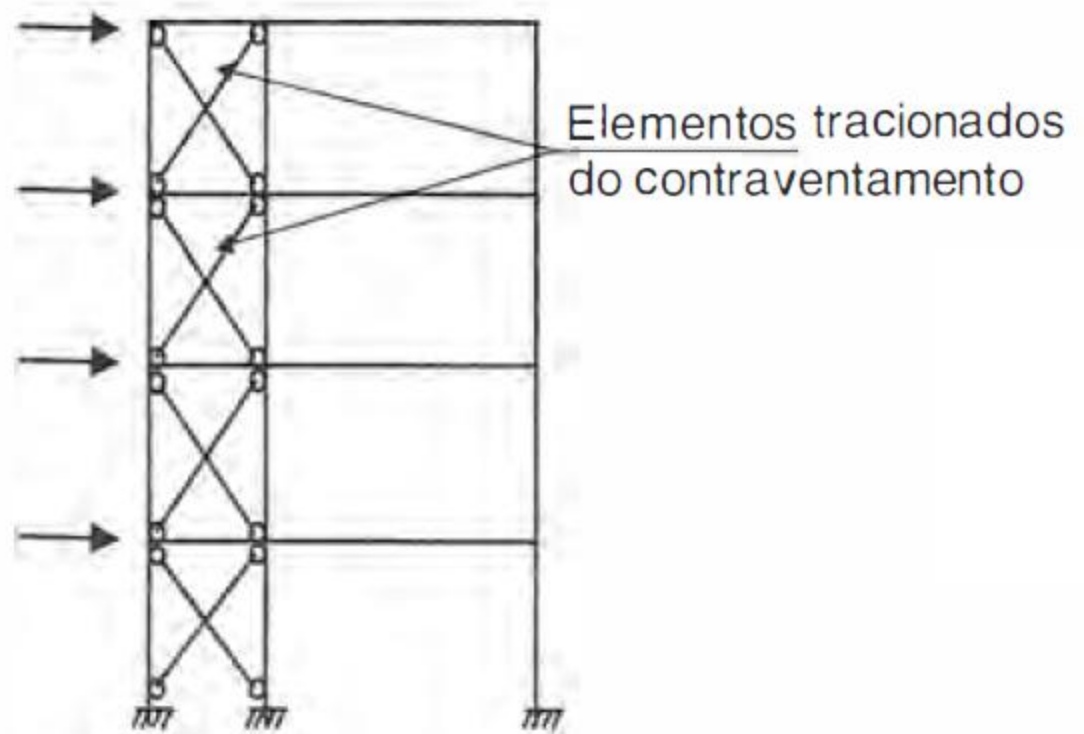
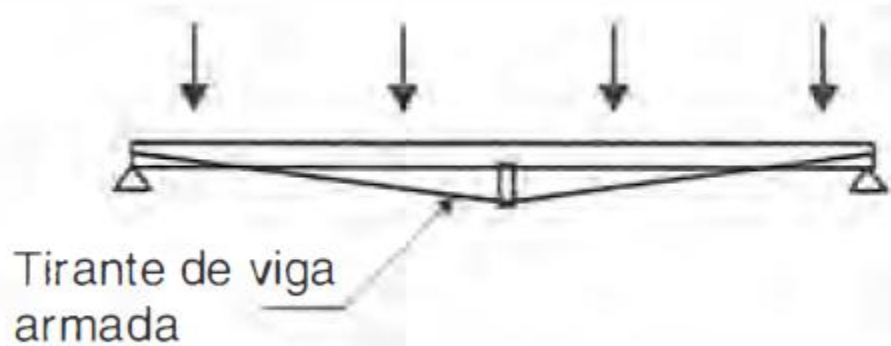
Denominam-se peças tracionadas as peças sujeitas a solicitação de tração axial, ou tração simples.

- Tirantes
- Contraventamento de torres
- Travejamentos de vigas ou colunas, geralmente com dois tirantes em forma de X;
- Tirantes de vigas armadas;
- Barras tracionadas de treliças.

Peças Tensionadas



Peças Tracionadas



Peças Tracionadas

As peças tracionadas podem ser constituídas por barras de seção simples ou compostas:

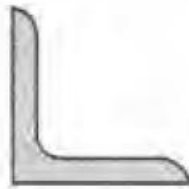
- Barras redondas;
- Barras chatas;
- Perfis laminados (L, U, I);
- Perfis laminados compostos.



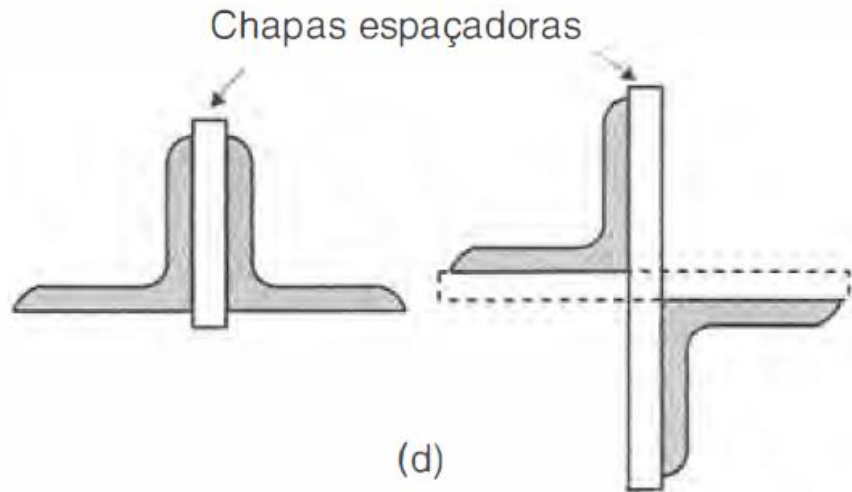
(a)



(b)



(c)



(d)

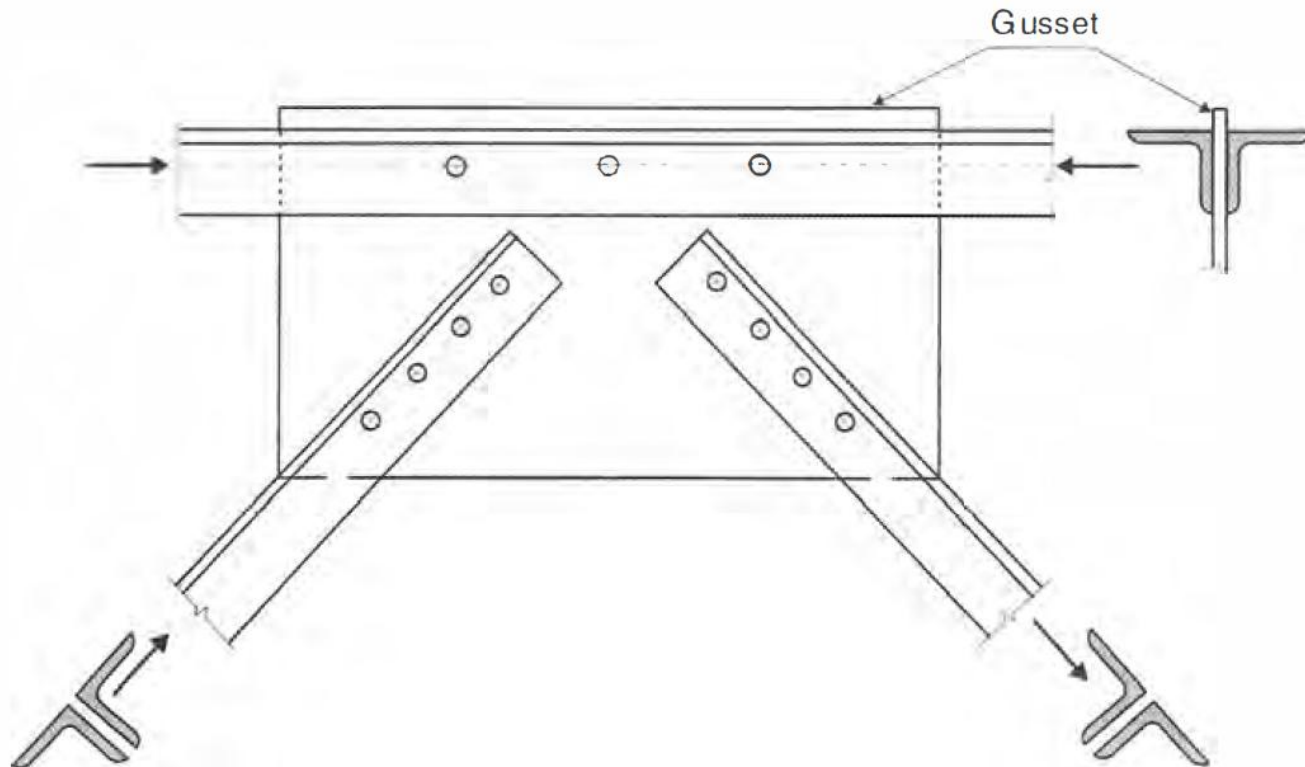
Peças Tracionadas

As ligações das extremidades das peças tracionadas com outras partes da estrutura podem ser feitas por diversos meios:

- Soldagem;
- Conectores aplicados aos furos;
- Rosca e porca.

Peças Tracionadas

Desenho de um nó de treliça, cujas barras são formadas por associação de duas cantoneiras. As barras são ligadas a uma chapa de nó, denominada gusset, cuja espessura t é igual ao espaçamento entre as cantoneiras. As ligações das barras com a chapa gusset são feitas por meio de furos e conectores.



Peças Tracionadas

Distribuição de Tensões Normais na Seção

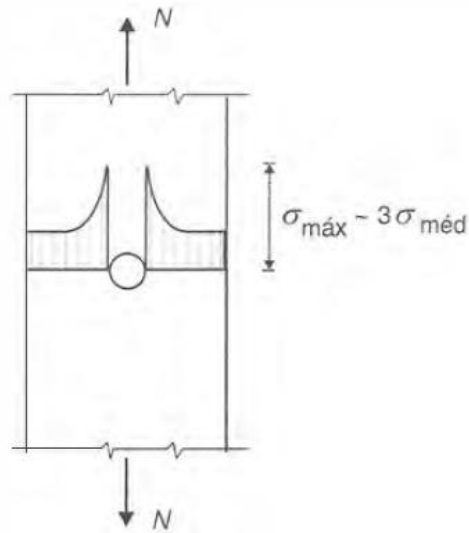
Estados Limites Últimos e Esforços Normais Resistentes

A resistência de uma peça sujeita à tração axial pode ser determinada por:

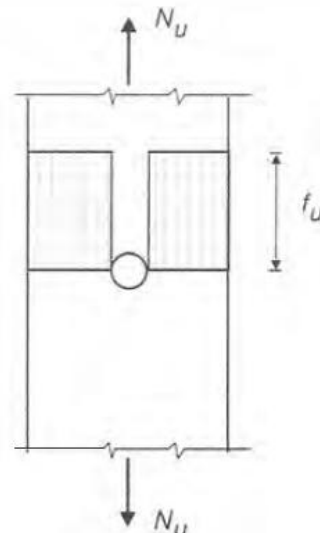
- a) Ruptura da seção com furos;
- b) Escoamento generalizado da barra ao longo de seu comprimento, provocando deformações exageradas.

Peças Tracionadas

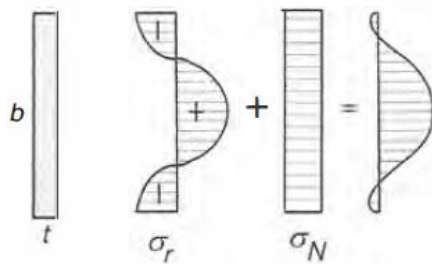
Distribuição de Tensões Normais na Seção



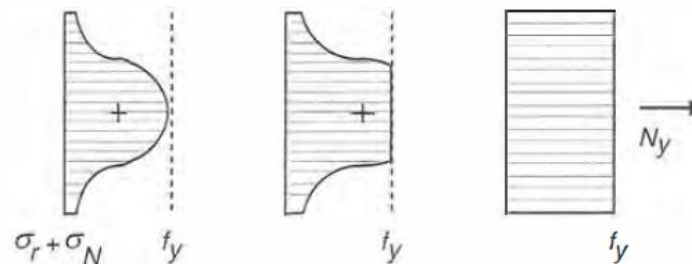
(a) Regime elástico



(b) Após escoamento



(c)



(d)

Fig. 2.4 Tensões normais σ_N de tração axial. (a) e (b) em uma peça tracionada com furo; (c) e (d) σ_N adicionadas as tensões residuais σ_r .

Peças em geral, com furos

Nas peças com furos, a resistência de projeto é dada pelo menor dos seguintes valores:

a) Ruptura da seção com furos, de área N_a (área líquida)

$$R_{dt} = \frac{A_{n,ef} (f_u)}{\gamma_{a2}}$$

$$\gamma_{a2} = 1,35$$

f_u

Tensão resistente à tração do aço.

$A_{n,ef}$

Área líquida efetiva.

Peças em geral, com furos

Nas peças com furos, a resistência de projeto é dada pelo menor dos seguintes valores:

a) Escoamento da seção bruta, de área A_g .

$$R_{dt} = \frac{A_g (f_y)}{\gamma_{a1}}$$

$$\gamma_{a1} = 1,10$$

f_u

Tensão de escoamento à tração do aço.

Peças com extremidades rosqueadas

Determinada pela ruptura da seção da rosca.

a) Escoamento da seção bruta, de área A_g .

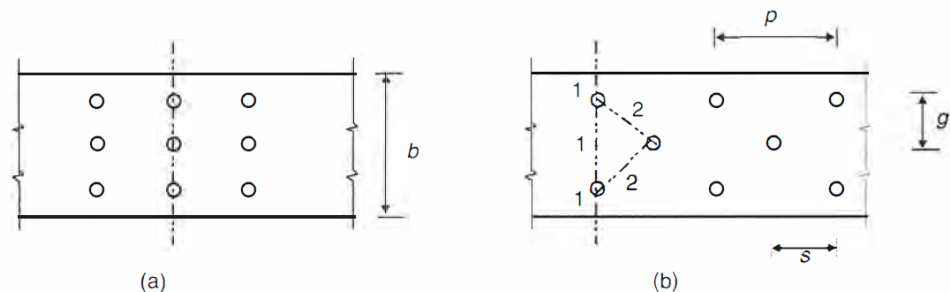
$$R_d = \frac{0,75 A_g (f_u)}{\gamma_{a2}} \leq \frac{A_g (f_y)}{\gamma_{a1}}$$

Diâmetros dos furos de Conectores

A seção da peça é enfraquecida pelos furos.

O processo mais econômico e usual consiste em puncionar um furo com diâmetro de 1,5 mm superior ao diâmetro do conector. Essa operação danifica o material junto ao furo, o que se compensa, com uma redução de 1 mm ao longo do perímetro do furo

No caso de furos-padrão, o diâmetro total a reduzir é igual ao diâmetro nominal do conector (d) acrescido de 3,5 mm, sendo 2 mm correspondentes ao dano por puncionamento e 1,5 mm à folga do furo em relação ao diâmetro do conector.

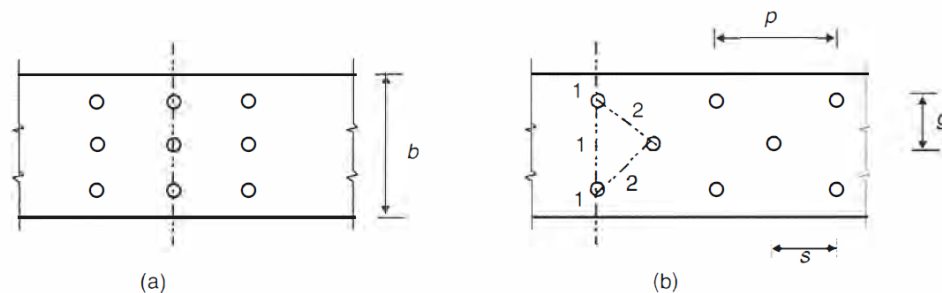


p = espaçamento entre furos da mesma fila (*pitch*)
 g = espaçamento transversal entre duas filas de furos (*gage*)
 s = espaçamento longitudinal entre furos de filas diferentes
 (também denominado *pitch*)

Fig. 2.5 Seção líquida de peças com furos: (a) furação reta; (b) furação em zigue-zague.

Área da Seção transversal Líquida de Peças Tractionadas com Furos

A área líquida é obtida subtraindo-se da área bruta as áreas dos furos contidos em uma seção reta da peça.



p = espaçamento entre furos da mesma fila (*pitch*)
 g = espaçamento transversal entre duas filas de furos (*gage*)
 s = espaçamento longitudinal entre furos de filas diferentes
 (também denominado *pitch*)

Fig. 2.5 Seção líquida de peças com furos: (a) furação reta; (b) furação em zigue-zague.

Área da Seção transversal Líquida de Peças Tacionadas com Furos

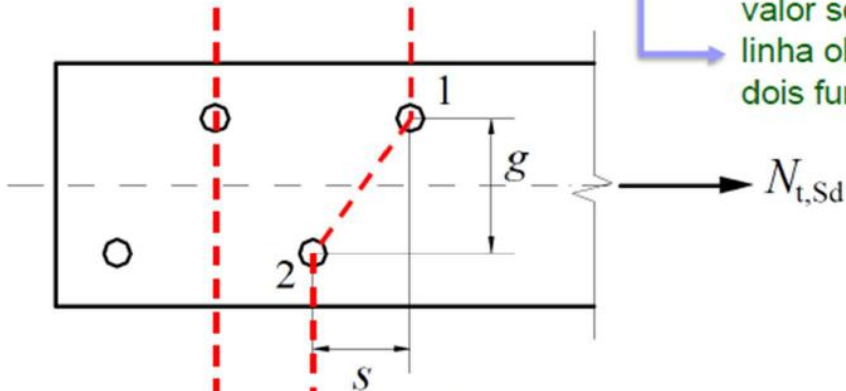
No caso de furação enviesada é necessário pesquisar diversos percursos para encontrar o menor valor da seção líquida.

- Área Líquida A_n em ligação com duas ou mais linhas de parafusos:

$$A_n = t \cdot \left[b - \sum_N (\phi_{paraf} + 3,5mm) + \sum_{N-1} \frac{s^2}{4g} \right]$$

número de furos na seção de ruptura

valor somado para cada linha oblíqua ligando dois furos não alinhados

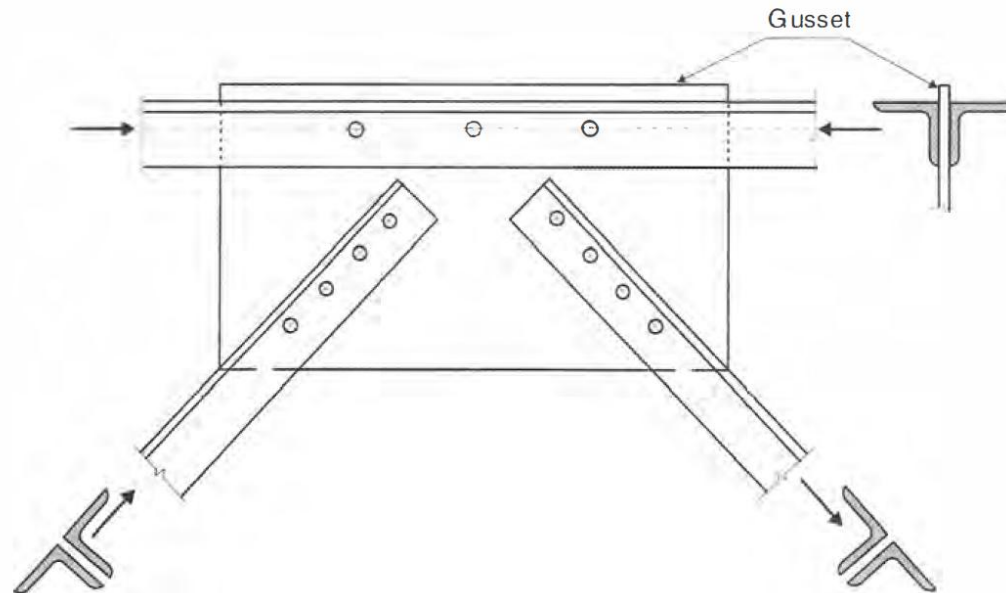


$A_n = t \cdot [b - (\phi_{paraf} + 3,5mm)]$

$A_n = t \cdot \left[b - 2 \cdot (\phi_{paraf} + 3,5mm) + \frac{s^2}{4g} \right]$

Área da Seção transversal Líquida Efetiva

Quando a ligação é feita por todos os segmentos de um perfil, a seção participa integralmente da transferência de esforços. Isto não acontece nas ligações das cantoneiras abaixo. Ou seja, a transferência de esforços acontece através de uma aba da cantoneira.



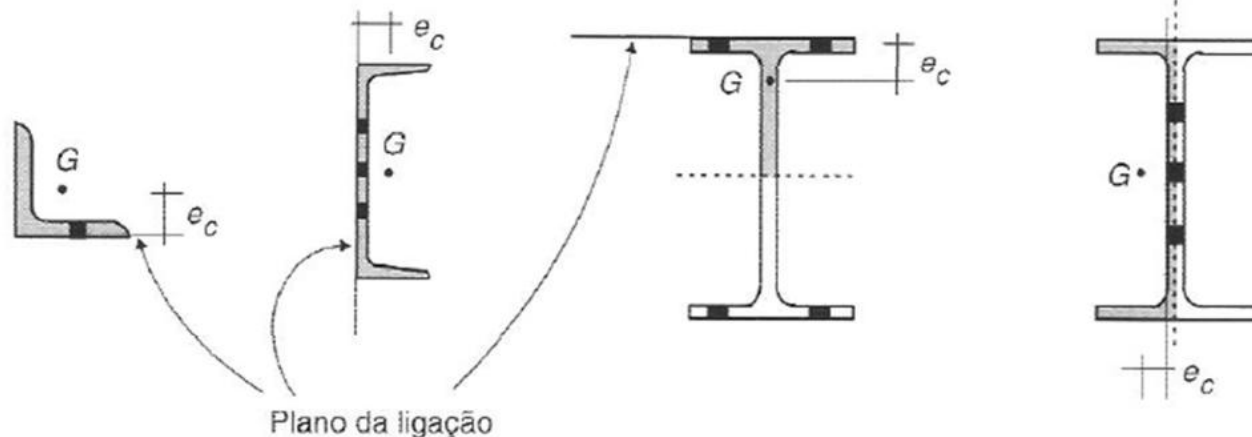
Área da Seção transversal Líquida Efetiva

Quando a ligação é feita por todos os segmentos de um perfil, a seção participa integralmente da transferência de esforços. Isto não acontece nas ligações das cantoneiras abaixo. Ou seja, a transferência de esforços acontece através de uma aba da cantoneira. Onde e é a excentricidade do plano da ligação em relação ao centro geométrico da seção toda ou da parte da seção que resiste ao esforço transferido.

$$A_{n,ef} = C_t A_n$$

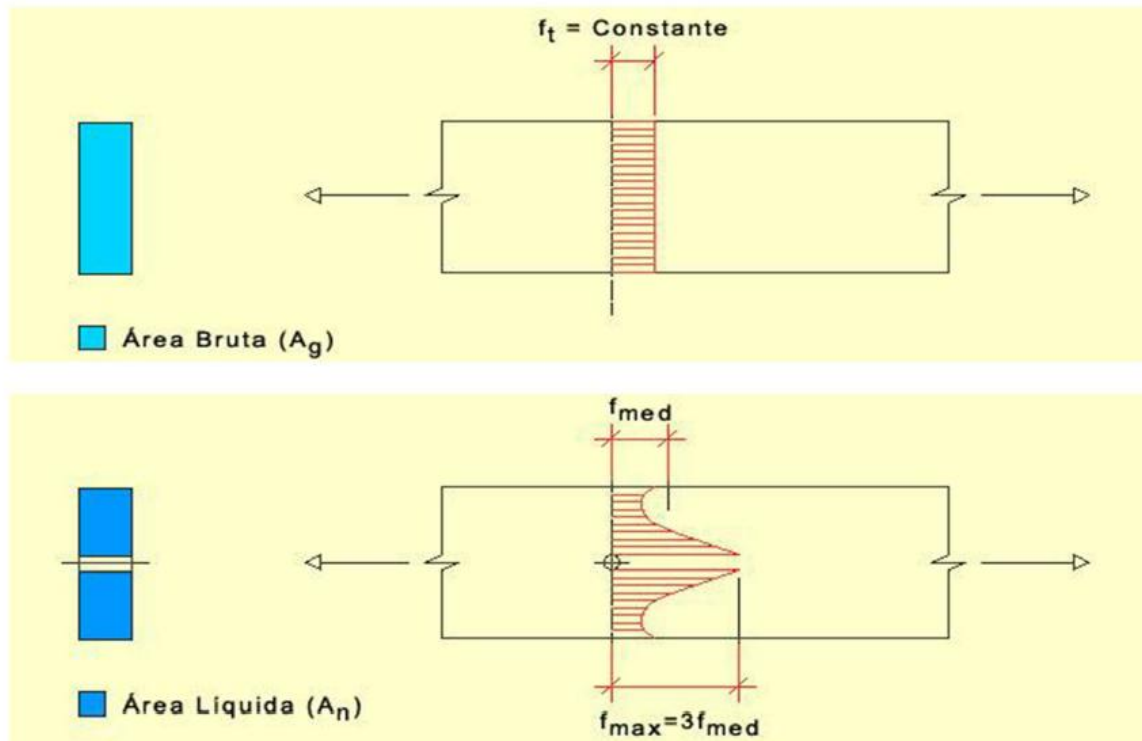
Redução aplicada nas ligações com perfis de seção aberta, apresentando excentricidade:

$$C_t = 1 - \frac{e_c}{l} \geq 0,6$$

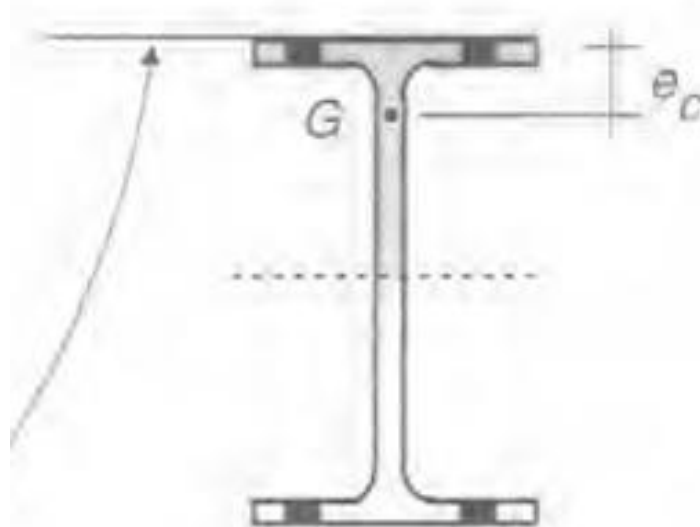


Dimensionamento à tração

Área bruta A_g X Área líquida A_n

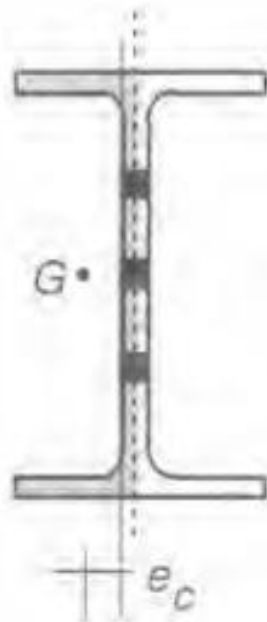


Nas ligações pelos flanges ou mesas de perfis I ou H, considera-se a seção dividida em duas seções T, cada uma resistindo ao esforço transferido pelo respectivo plano de ligação.



Na ligação pela alma, a seção é dividida em duas seções U

Essas considerações se aplicam tanto a ligações parafusadas quanto soldadas. No caso de ligações parafusadas, devem-se prever no mínimo dois parafusos por linha de furação na direção da força.



Para peças tracionadas ligadas por soldas transversais:

$$C_t = \frac{A_c}{A_g}$$

Onde A_c é a área do segmento ligado

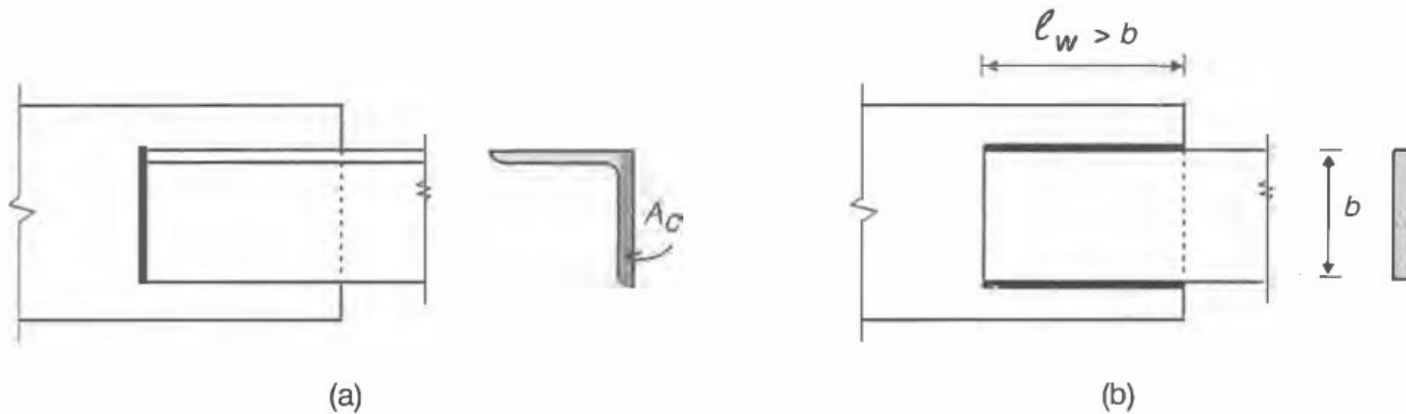


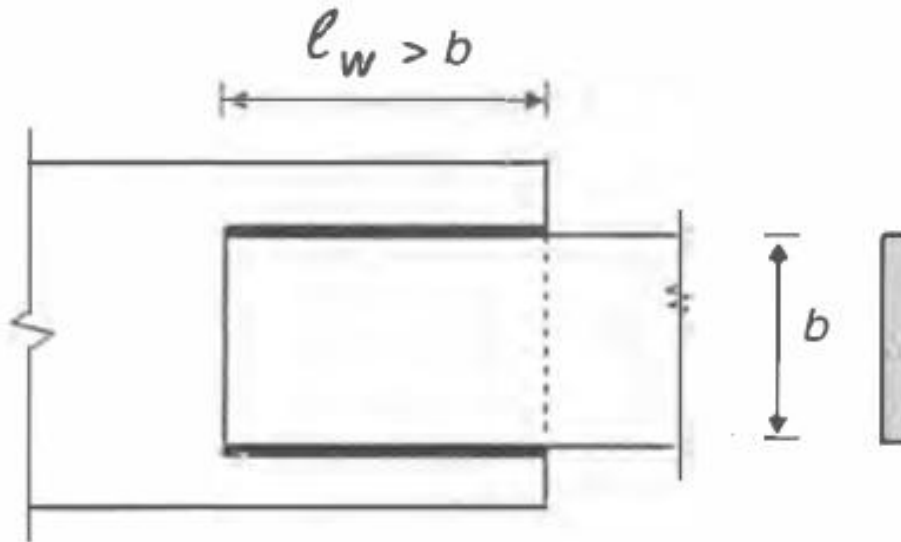
Fig. 2.7 Coeficiente para cálculo da área líquida efetiva em seções com ligação soldada.

No caso de chapas planas ligadas apenas por soldas longitudinais, o coeficiente C_t depende da relação entre o comprimento l_w das soldas e a largura b da chapa.:

$$C_t = 1,0 \text{ para } l_w \geq 2b$$

$$C_t = 0,87 \text{ para } 1,5b \leq l_w < 2b$$

$$C_t = 0,75 \text{ para } b \leq l_w < 1,5b$$



2.3.1 Calcular a espessura necessária de uma chapa de 100 mm de largura, sujeita a um esforço axial de 100 kN (10 tf). Resolver o problema para o aço MR250 utilizando o método das tensões admissíveis (Item 1.10.3) com $\bar{\sigma}_t = 0,6f_y$.



Fig. Probl. 2.3.1

Solução

Para o aço MR250, temos a tensão admissível (referida à área bruta):

$$\bar{\sigma}_t = 0,6 \times 250 = 150 \text{ MPa} = 15 \text{ kN/cm}^2$$

Área bruta necessária:

$$A_g = \frac{N}{\bar{\sigma}_t} = \frac{100}{15} = 6,67 \text{ cm}^2$$

Espessura necessária:

$$t = \frac{6,67}{10} = 0,67 \text{ cm (adotar } 7,94 \text{ mm} = 5/16'')$$