

# Tração – emendas

---

PROF. MSC PATRÍCIA ANDRADE

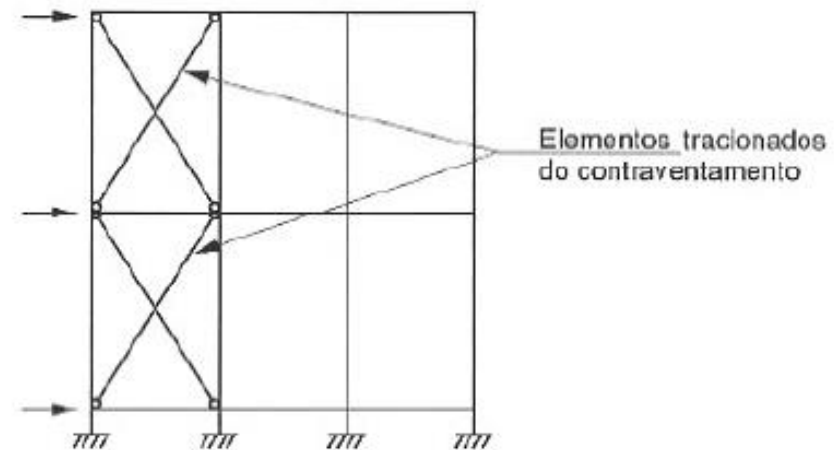
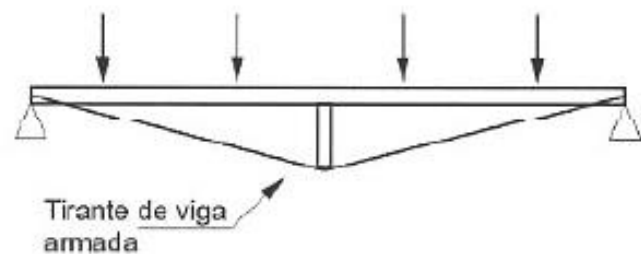
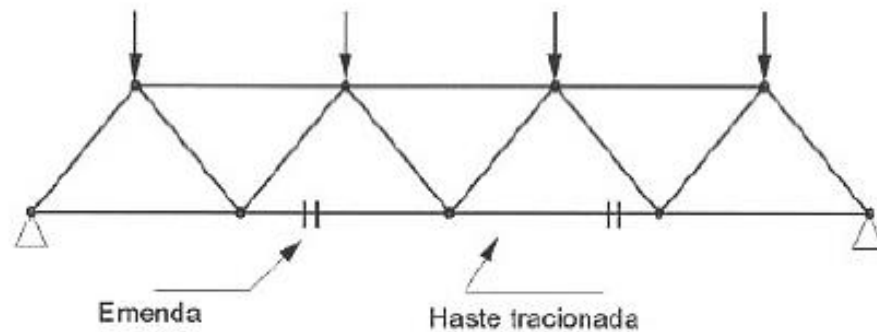
# Sistemas com peças em madeira sob tração axial

Tirantes ou pendurais

Contraventamento de pórticos

Hastes de treliças

**A MADEIRA TEM BOA RESISTÊNCIA À TRACÃO NA DIREÇÃO DAS FIBRAS**

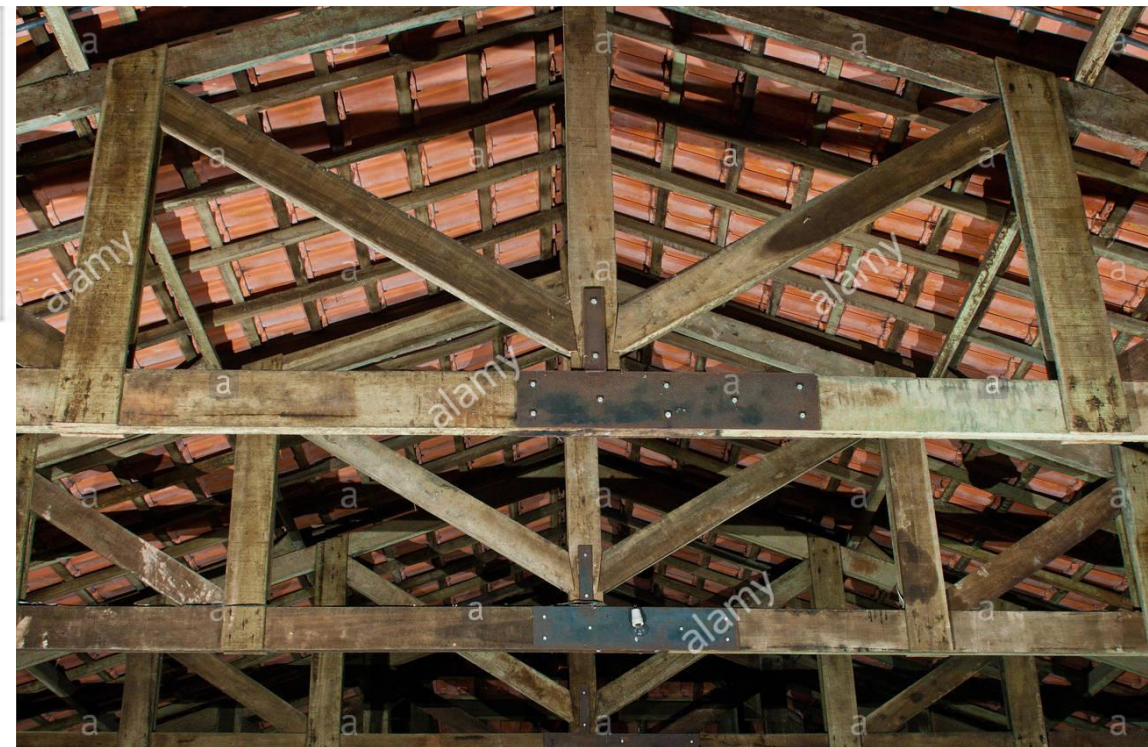


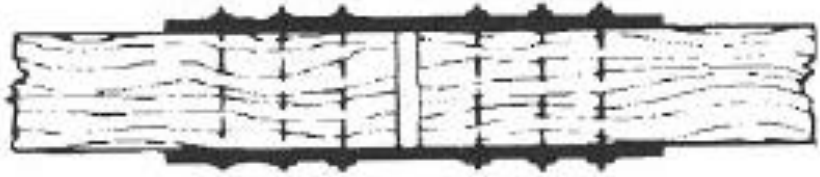
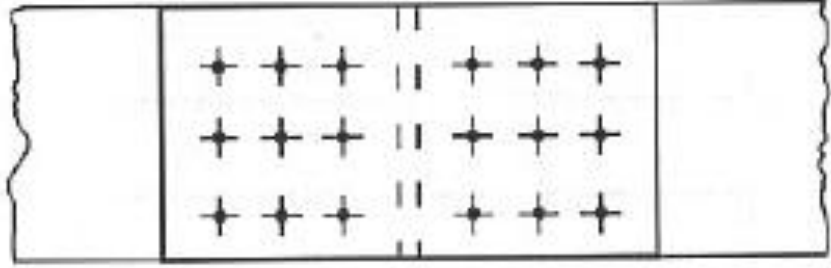
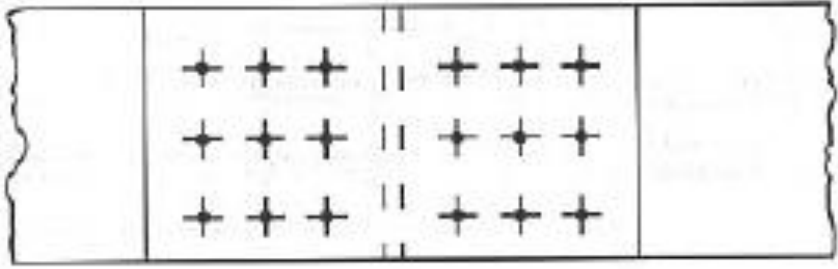
# DETALHES CONSTRUTIVOS

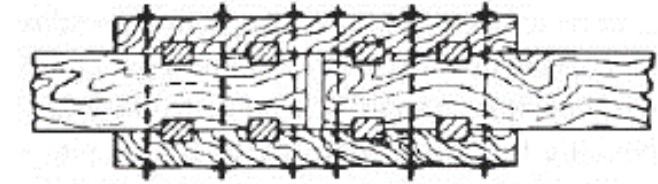
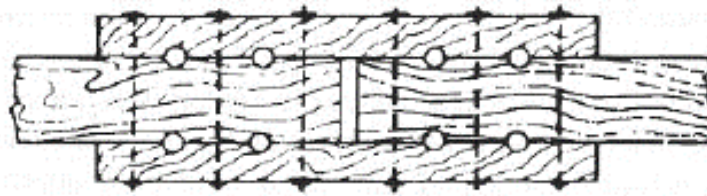
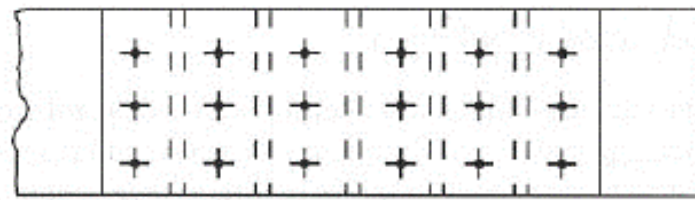
---

Emendas localizam-se entre pontos de ligação com outros elementos

Principais dispositivos para realização de emendas em peças de madeira tracionadas

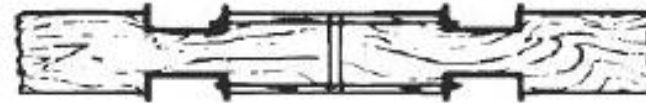
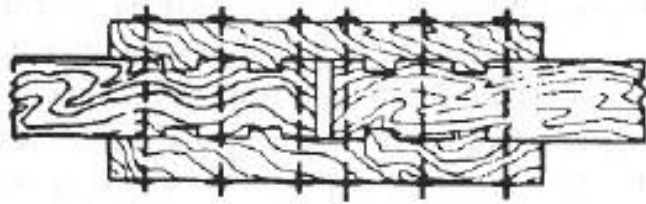
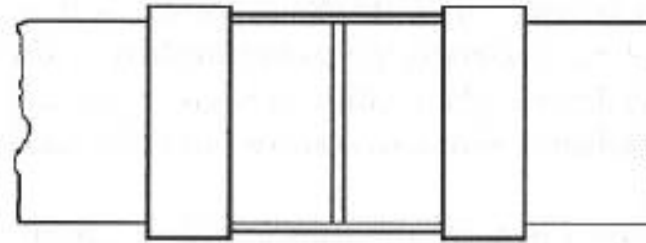
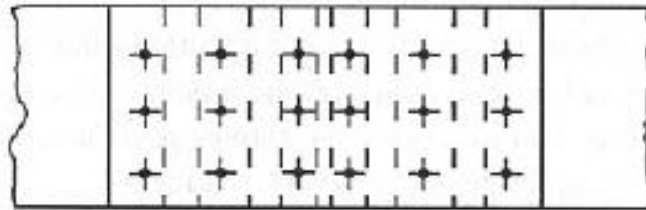






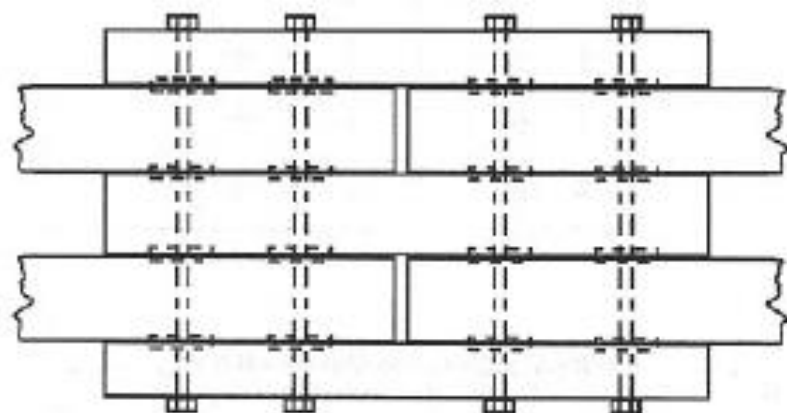
(c) Talas de madeiras apertadas com parafusos  
(tarugos cilíndricos de aço ou madeira, cavilhas)

(d) Talas de madeiras apertadas com parafusos  
(tarugos de aço ou madeira em forma de paralelepípedos)

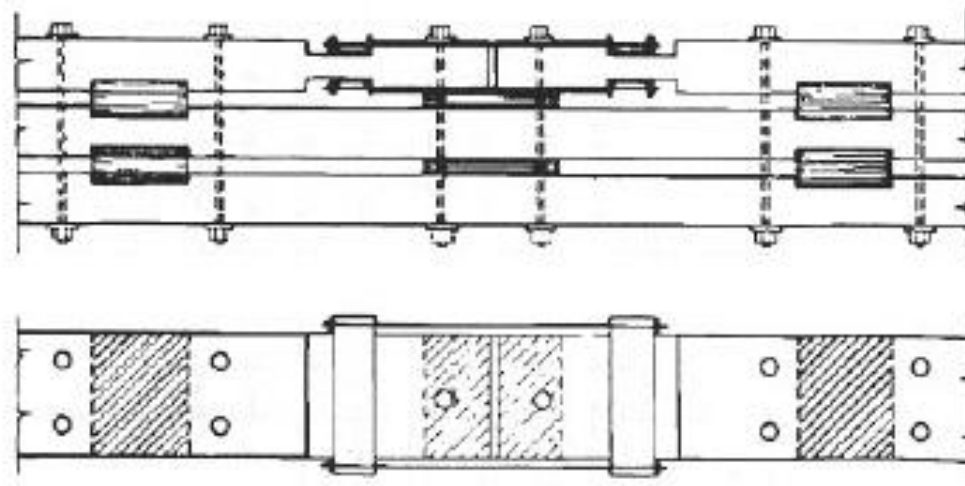


(e) Talas de madeiras com entalhes

(f) Entalhes com calço de aço e tirantes  
externos



(g) Emenda de peça tracionada de seção múltipla com conectores de anel



(h) Emenda de um elemento de seção múltipla com calços de aço e tirantes

Fig. 5.3 (continuação) Dispositivos de emenda de peças tracionadas.

# Emendas em peças tracionadas

---

Podem ser utilizados:

Pregos – produzem uma ligação com boa rigidez porém o dimensionamento conduz a talas muito longas

Pino (metálicos ou de madeira) – produzem ligações deformáveis

Parafusos - produzem ligações deformáveis

conectores metálicos – constituem meios de ligação mais eficientes: ligações mais compactas e rígidas

# Critério de segurança

---

$$\sigma_{sd} = \frac{N_d}{A_n} \leq f_{td}$$

$\sigma_d$  tensão devido a tração solicitante de projeto

$N_d$  força de tração solicitante de projeto

$A_n$  área líquida da peça tracionada

$f_{td}$  resistência à tração de projeto

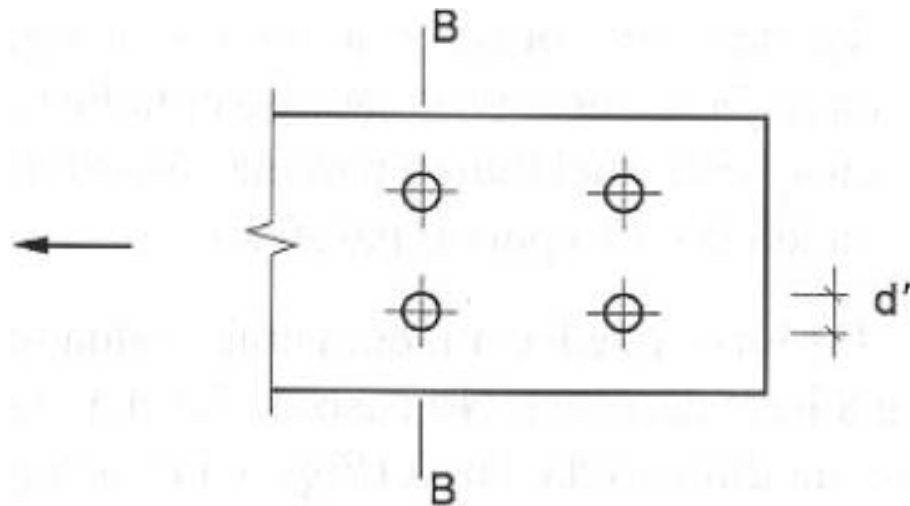
# Área líquida ( $A_n$ )

---

Pela NBR 7190, os furos em peças tracionadas podem ser desprezados caso não ultrapassem 10% da seção bruta

Os furos obedecem no geral a uma distribuição geométrica

Furos alinhados na direção da força



# Área líquida ( $A_n$ )

$A_n$  é obtida deduzindo-se da área bruta  $A_g$  da seção transversal às áreas de projetadas dos furos ou os entalhes executados na madeira para instalação dos elementos de ligação

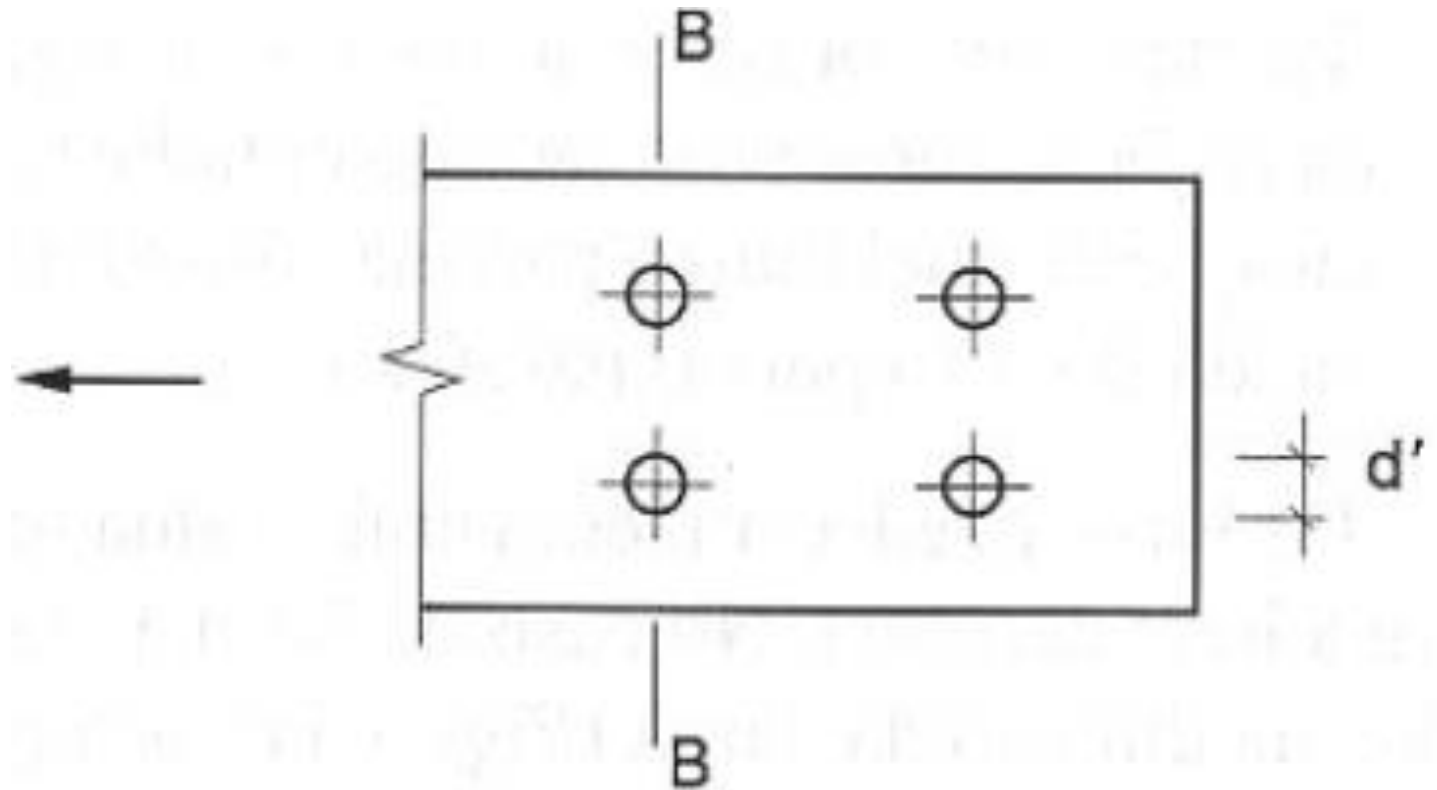
$$A_n = A_g - 2 * b * d'$$

$A_n$  área líquida

$A_g$  área bruta

$b$  largura da peça de madeira

$d'$  diâmetro do furo

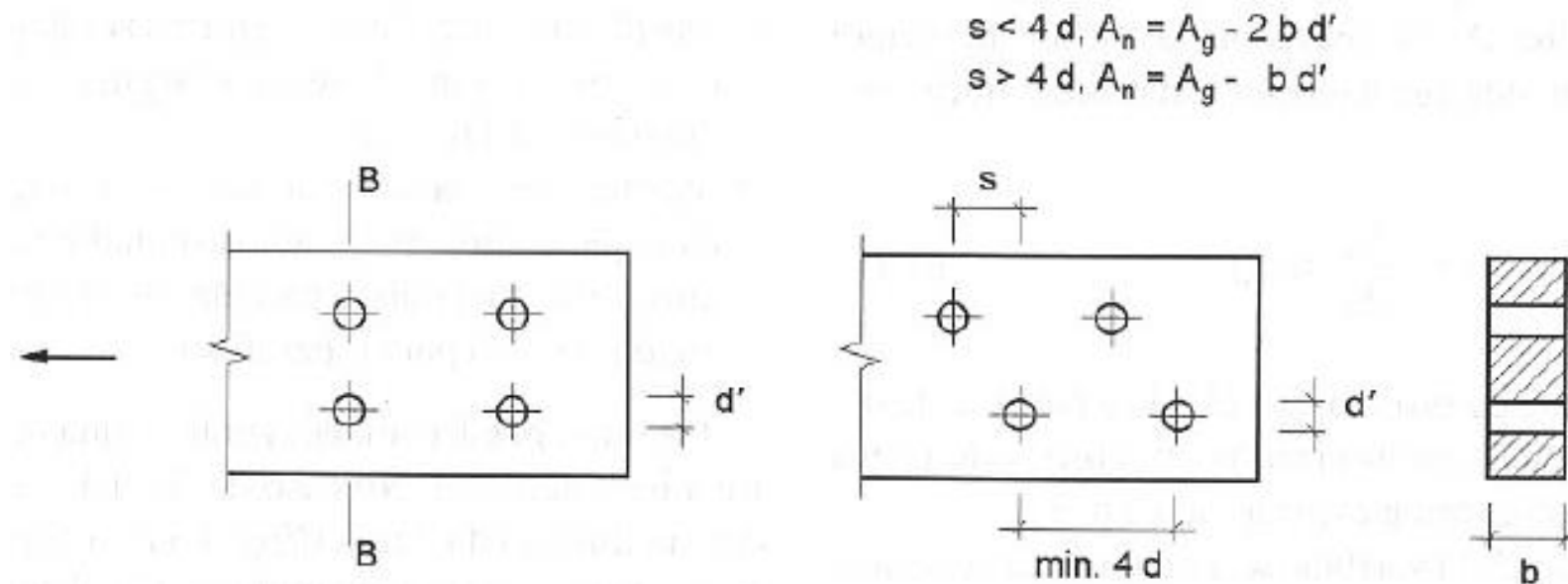


# Área líquida ( $A_n$ )

## LIGAÇÃO COM PREGO

Para pregos com diâmetro inferior a 6 mm não há redução da área bruta

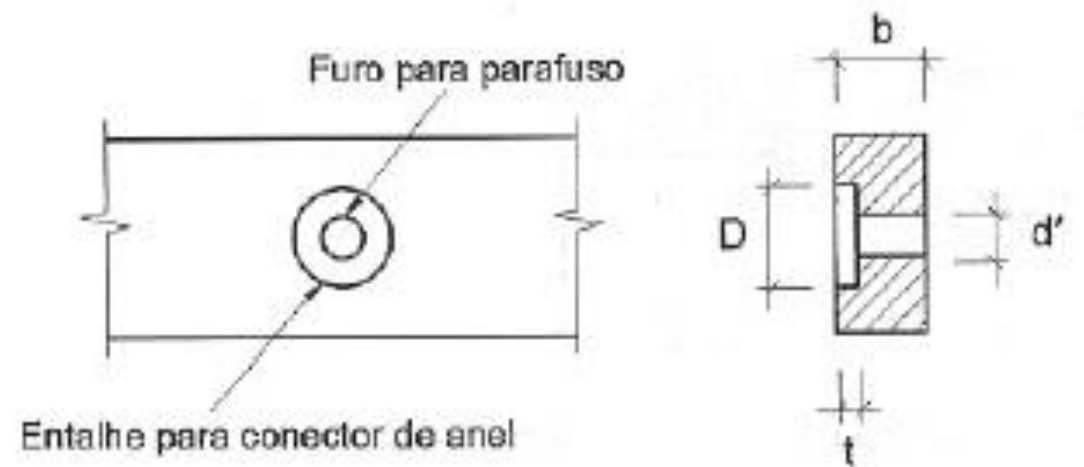
$$A_n = A_g - 2 * b * d'$$



# Área líquida

## LIGAÇÃO COM PARAFUSO

Área a ser descontada é igual ao diâmetro do furo  $d'$  vezes a largura  $b$  da peça



$$A_n = A_g - Dt - (b - t) d'$$

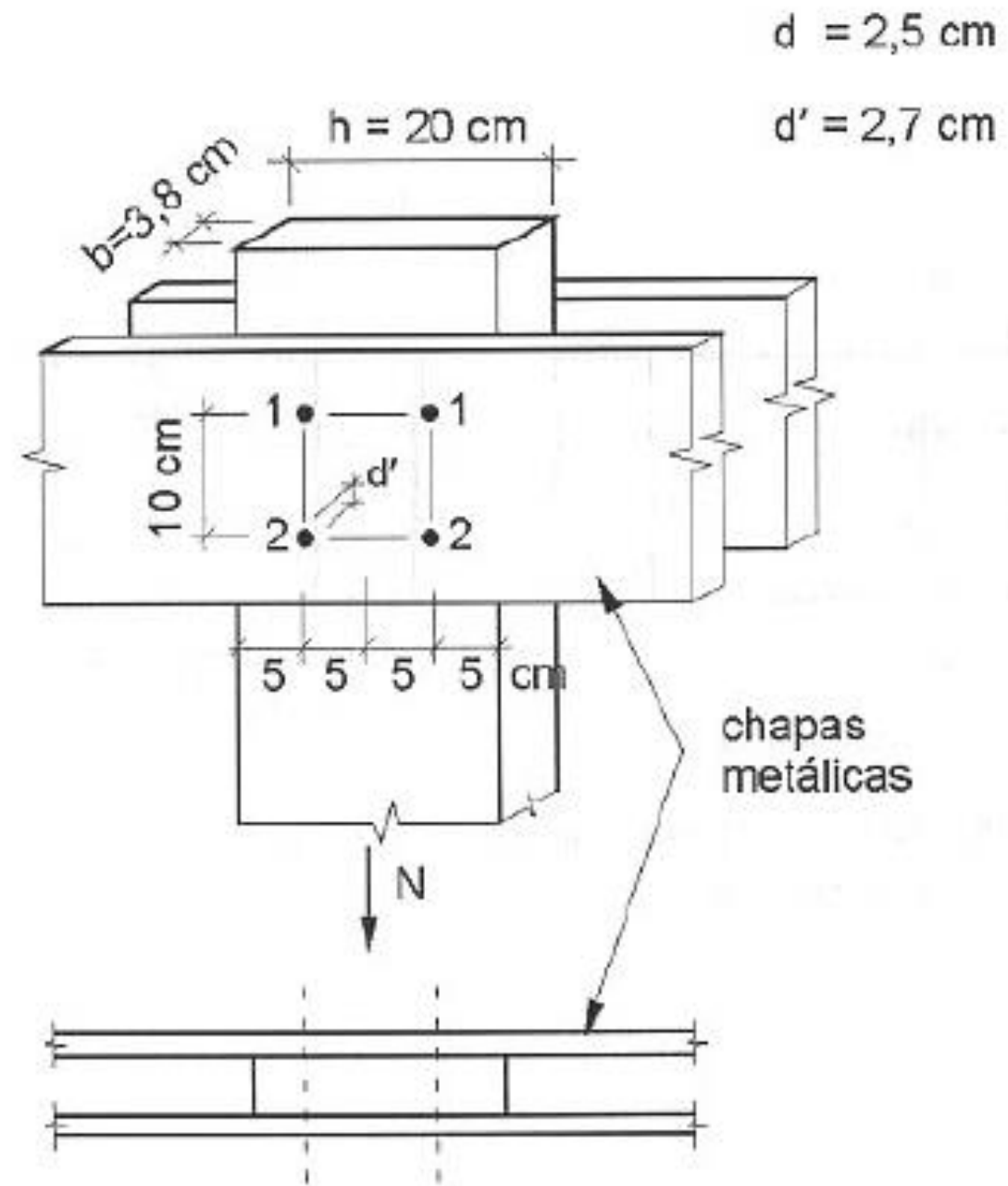
# Exemplo 1

Um pendural de pinho brasileiro de 2ª categoria usado em ambiente de classe 3 de umidade, está ligado por parafuso de diâmetro de 25 mm a duas talas laterais metálicas

O pendural está sujeito aos seguintes esforços de tração, oriundos de ações de construção (cargas de média duração). Verificar a resistência a tração do pendural.

$N_g$  (carga de gravidade) = 15 kN

$N_q$  (carga variável) = 10 kN



# Resolução

## 1. Esforço solicitante de projeto

$$N_{sd} = \gamma_g * N_g + \gamma_q * N_q$$

$$N_{sd} = 1,3 * 15 + 1,2 * 10$$

TABELA 3.6 Coeficientes de majoração  $\gamma_f$  das ações no estado limite de projeto

Combinação	Ações permanentes		Ações variáveis		
	Grande variabilidade	Pequena variabilidade (*)	Recalques diferenciais	Ações variáveis em geral, incluídas as cargas acidentais móveis	Variação de temperatura ambiental
	$\gamma_g$	$\gamma_g$	$\gamma_\epsilon$	$\gamma_q$	$\gamma_q$
Normal	1,4 (0,9)	1,3 (1,0)	1,2 (0)	1,4	1,2
Especial ou de construção	1,3 (0,9)	1,2 (1,0)	1,2 (0)	1,2	1,0
Excepcional	1,2 (0,9)	1,1 (1,0)	0 (0)	1,0	0

Os valores entre parênteses correspondem a ações permanentes favoráveis à segurança.

(\*) Peso próprio de elementos de madeira classificada estruturalmente, cujo peso específico tenha coeficiente de variação não superior a 10%.

# Resolução

## 1. Esforço solicitante de projeto

$$N_{sd} = \gamma_g * N_g + \gamma_q * N_q$$

$$N_{sd} = 1,3 * 15 + 1,2 * 10$$

TABELA 3.6 Coeficientes de majoração  $\gamma_f$  das ações no estado limite de projeto

Combinação	Ações permanentes			Ações variáveis	
	Cargas permanentes		Recalques diferenciais	Ações variáveis em geral, incluídas as cargas acidentais móveis	Variação de temperatura ambiental
	Grande variabilidade	Pequena variabilidade (*)			
	$\gamma_g$	$\gamma_g$	$\gamma_e$		$\gamma_q$
Normal	1,4 (0,9)	1,3 (1,0)	1,2 (0)	1,4	1,2
Especial ou de construção	1,3 (0,9)	1,2 (1,0)	1,2 (0)	1,2	1,0
Excepcional	1,2 (0,9)	1,1 (1,0)	0 (0)	1,0	0

Os valores entre parênteses correspondem a ações permanentes favoráveis à segurança.

(\*) Peso próprio de elementos de madeira classificada estruturalmente, cujo peso específico tenha coeficiente de variação não superior a 10%.

# Resolução

---

## 1. Esforço solicitante de projeto

$$N_{sd} = \gamma_g * N_g + \gamma_q * N_q$$

$$N_{sd} = 1,3 * 15 + 1,2 * 10$$

$$N_{sd} = 31,5 \text{ kN}$$

# Resolução

## 2.resistência à tração de projeto

Condições:

-carga média de duração

$$K_{mod\ 1} = 0,8$$

**TABELA 3.10** Valores do coeficiente  $k_{mod1}$

Classe de carregamento da combinação de ações	Tipo de produto de madeira	
	Madeira serrada Madeira laminada colada Madeira compensada	Madeira recomposta
Permanente	0,60	0,30
Longa duração	0,70	0,45
<b>Média duração</b>	<b>0,80</b>	0,65
Curta duração	0,90	0,90
Instantânea	1,10	1,10

# Resolução

## 2.resistência à tração de projeto

Condições:

-carga média de duração

$$K_{mod\ 1} = 0,8$$

-classe 3 de umidade;

$$K_{mod\ 2} = 0,8$$

**TABELA 3.12** Valores do coeficiente  $k_{mod2}$

Tipo de produto de madeira		
Classe de umidade	Madeira serrada Madeira laminada e colada Madeira compensada	Madeira recomposta
1 e 2	1,0	1,0
3 e 4	0,8	0,9

TABELA 3.13 Valores do coeficiente  $k_{mod3}$

	Produto de madeira	Tipo de madeira	Categoria	$k_{mod3}$
2	Serrada	Dicotiledôneas	1. <sup>a</sup> Categoria	1,0
		Coníferas	2. <sup>a</sup> Categoria	0,8
C	Laminada e colada*	Qualquer	1. <sup>a</sup> ou 2. <sup>a</sup>	0,8
			1. <sup>a</sup> ou 2. <sup>a</sup> – peça curva	$1,0 - 2000 \left(\frac{r}{t}\right)^2$
			peça reta	1,0

\*Laminada com espessura  $t$  e colada com raio de curvatura  $r$  (mínimo).

-classe 3 de umidade;

$$K_{mod2} = 0,8$$

-madeira conífera de 2.<sup>a</sup> categoria

$$K_{mod3} = 0,8$$

# Resolução

## 2.resistência à tração de projeto

$$K_{mod} = K_{mod 1} * K_{mod 2} * K_{mod 3}$$

$$K_{mod} = 0,8 * 0,8 * 0,8$$

$$K_{mod} = 0,512$$

$$f_k = 0,7 * f_{tm}$$

$$f_k = 0,7 * 93,1$$

$$f_k = \mathbf{65,17 \text{ MPa}}$$

TABELA 3.8 Relação  $f_k/f_m$  entre as resistências característica e média e o valor do coeficiente  $\gamma_w$

Esforço	$f_k/f_m$	$\gamma_w$
Compressão paralela às fibras	0,70	1,4
Tração paralela às fibras	0,70	1,8
Cisalhamento paralelo às fibras	0,54	1,8

Tabela E.3 - Valores médios de madeiras coníferas nativas e de florestame

Nome comum (coníferas)	Nome científico	$\rho_{ap}$ (12%) <sup>1)</sup> kg/m <sup>3</sup>	$f_{co}$ <sup>2)</sup> MPa	$f_{t0}$ <sup>3)</sup> MPa	$f_{t90}$ <sup>4)</sup> MPa
Pinho do Paraná	<i>Araucaria angustifolia</i>	500	48,9	93,1	1,6
<i>Pinus caribea</i>	<i>Pinus caribea var. caribea</i>	579	35,4	61,9	3,2
<i>Pinus bahamensis</i>	<i>Pinus caribea var bahamensis</i>	537	32,6	52,7	2,4

# Resolução

---

## 2.resistência à tração de projeto

$$f_{td} = K_{mod} * \frac{f_k}{\gamma_w}$$

$$f_{td} = 0,512 * \frac{65,17}{1,8}$$

$$f_{td} = 18,5 \text{ MPa}$$

Peça de madeira sob tração

$d = 2,5 \text{ cm}$

$d' = 2,7 \text{ cm}$

# Resolução

## 3. Área líquida

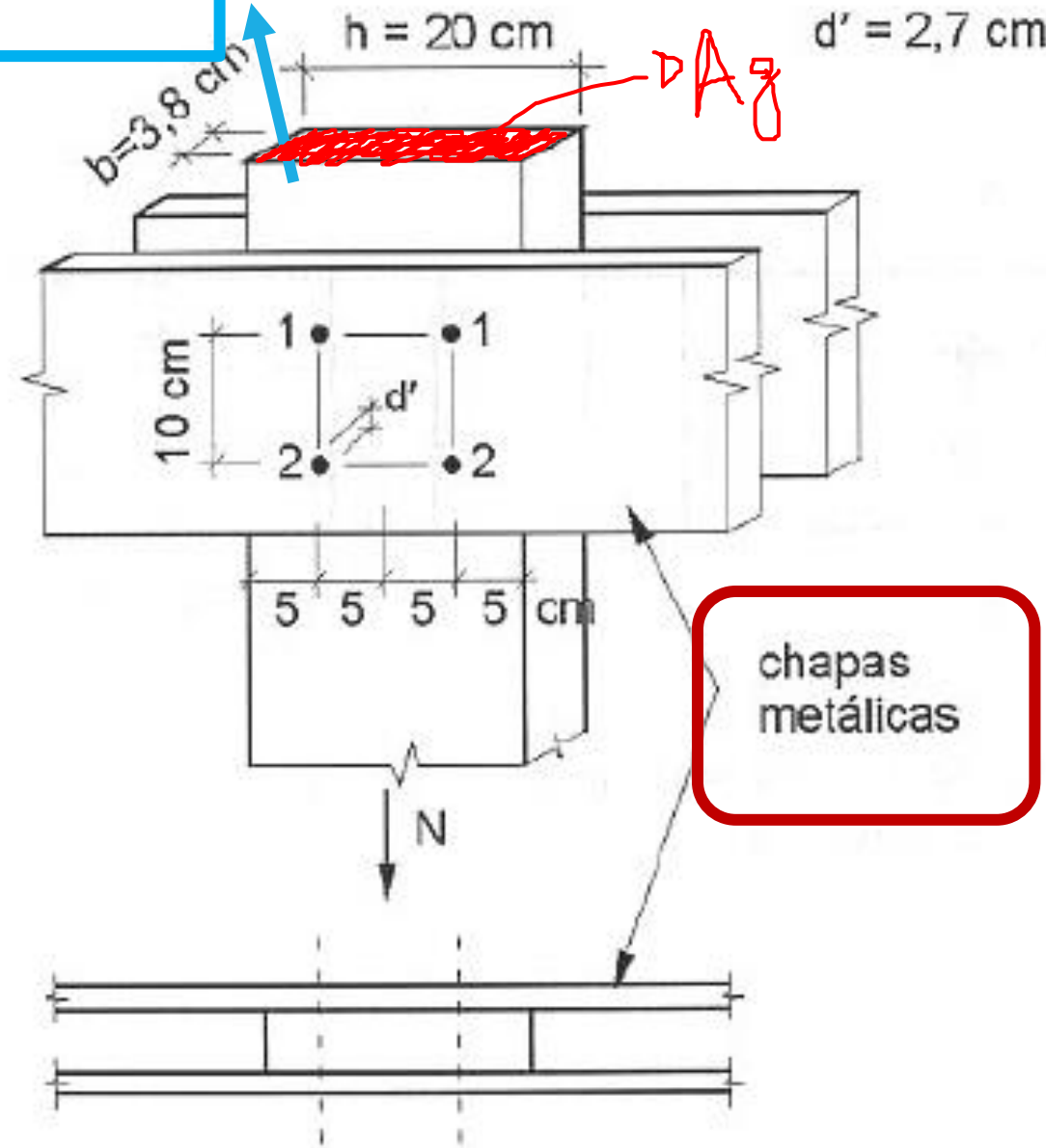
$$A_n = A_g - 2 * b * d'$$

$$A_n = (b * h) - 2 * b * d'$$

$$A_n = b * (h - 2 * d')$$

$$A_n = 3,8 * (20 - 2 * 2,7)$$

$$A_n = 55,5 \text{ cm}^2$$



# Resolução

## 4. Esforço resistente de projeto da peça tracionada

$$\sigma_{sd} = \frac{N_d}{A_n} \leq f_{td}$$

$$\rightarrow N_{d\ res} = A_n * f_{td}$$

$$N_{d\ res} = 55,5 * 1,85$$

$$N_{d\ res} = 102,7\ kN$$

$$N_d = 31,5\ kN$$

$$N_{d\ res} = 102,7\ kN > N_d = 31,5\ kN$$

**OBS.: Caso a questão solicitasse a verificação da resistência da ligação, deveria-se verificar também a resistência dos parafusos.**

