



## MATERIAIS TÉCNICAS E ESTRUTURAS II



### MADEIRA

#### *Vigas de madeira laminada e colada submetidas à flexão simples*

Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos



### *Crítérios de dimensionamento para peças submetidas à flexão simples reta – Vigas de madeira laminada e colada*

Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos



## **Fatores a serem atendidos da mesma maneira que nas vigas de madeira serrada:**

1. Limitação das tensões:
  - Tensões normais devidas ao momento fletor
  - Tensões tangenciais devidas ao esforço cortante
2. Limitação das deformações;
3. Verificação da estabilidade lateral.

Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos



## **Condições Especiais:**

A norma 7190/97 prescreve o seguinte:

*“As peças de madeira laminada colada devem ser formadas por lâminas com espessuras não superiores a 30 mm de madeira de primeira categoria, coladas com adesivo à prova d’água e à base de fenol-formaldeído, sob pressão, em processo industrial adequado que solidarize permanentemente o sistema.*

*As lâminas podem ser dispostas com seus planos médios paralelamente ou perpendicularmente ao plano de atuação das cargas.*

*Em lâminas adjacentes, de espessura  $t$ , suas emendas devem ser afastadas entre si de uma distância de pelo menos igual a  $25t$  ou à altura  $h$  da viga.*

*Todas as emendas contidas em comprimento igual à altura da viga são consideradas como pertencentes à mesma seção resistente.”*

Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos



## Condições Especiais:

*As lâminas emendadas possuem a seção resistente reduzida*

$$A_{red} = \alpha r \cdot A_{ef}$$

*onde  $\alpha r$  tem os seguintes valores:*

- emendas denteadas (finger joints):  $\alpha r = 0,9$*
- emendas em cunha com inclinação de 1:10:  $\alpha r = 0,85$*
- emendas e topo:  $\alpha r = 0$*

Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos



## Morfologia

*As vigas de madeira laminada, em geral, são feitas com seção retangular, podendo apresentar alturas de até 200 cm.*

*São construídas com lâminas de 15 mm à 30 mm de espessura.*

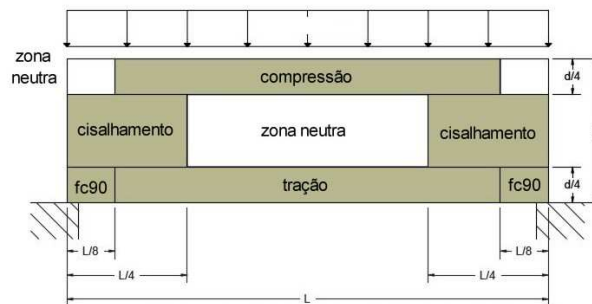
*Para vigas até 30 cm de largura usa-se uma única lâmina por camada. Para larguras maiores usam-se duas lâminas ou mais por camada.*

*As vigas laminadas coladas com seção I são pouco utilizadas e são de fabricação mais onerosa.*

Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos

## Morfologia

*Pode-se, também, ter vigas com seção I ou caixa, utilizando-se madeira colada nos flanges e madeira compensada na alma.*



Materialis Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos

## Morfologia

*As vigas laminadas coladas podem ser utilizadas em vãos de 30m ou mais, enquanto as vigas serradas maciças, em geral, ficam limitadas à vãos de 5m. As vigas laminadas podem ser feitas com uma curvatura predeterminada. Também, podem ser fabricadas com altura variável.*

*A grande vantagem das vigas de MLC reside no aproveitamento da madeira. Produzida com lâminas de pequena dimensão, pode-se gerenciar a madeira de melhor qualidade nas posições de maior solicitação*

Materialis Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos



## Morfologia

***A outra vantagem reside na possibilidade de se fabricar grandes peças com madeiras de reflorestamento como pinus e os eucaliptos.***

***Quando uma viga de madeira atende aos critérios de estabilidade no estado limite último, mas não atende ao critério de deformação no estado limite de utilização, pode ser adotada a estratégia da contra flecha.***

***Nas vigas de madeira serrada, a solução mais efetiva é aumentar a altura da viga***

Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos



## Morfologia

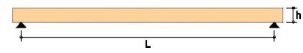

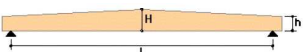
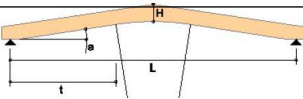
***A contra-flecha nada mais é do que uma deformada previamente estabelecida na peça no sentido contrário da deformação esperada.***

***Essa técnica não é facilmente aplicada a peças de madeira serrada, mas praticamente não implicam alteração de custo nas peças de madeira laminada e colada.***

***A contra-flecha pode ser de no máximo 2/3 da flecha prevista pela aplicação da parcela do carregamento de natureza permanente ( $uG$ )***

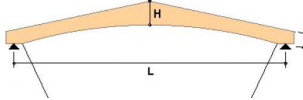
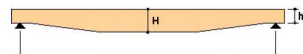
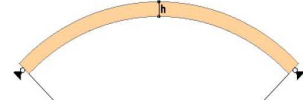

Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos

## Pré dimensionamento

Modelo da peça de MLC	Vão	Dimensões	Inclinação	Espaço
	10-30m	$h=L/17$	-	5 – 7m
	10-30m	$h=L/17$	3-15°	5 – 7m
	10-30m	$h=L/17$ $H=L/15$	3-15°	5 – 7m
	10-35m	$h=L/30$ $H=L/15$ $a \leq 12^\circ$ $t=7/20 \times L$	5-15°	5 – 7m

Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos

## Pré dimensionamento

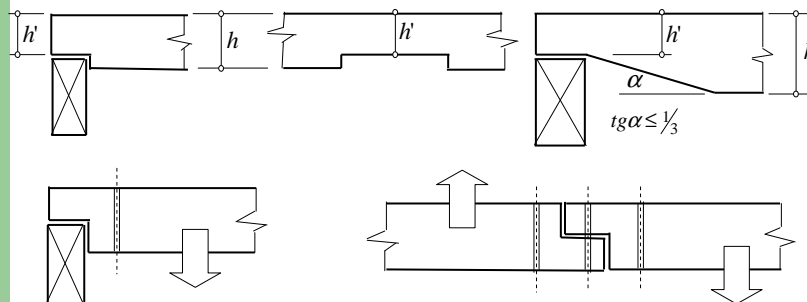
Modelo da peça de MLC	Vão	Dimensões	Inclinação	Espaço
	10 – 35 m	$h=L/30$ $H=L/15$	5 - 15°	5-7m
	10 – 35 m	$h=L/30$ $H=L/15$	-	5-7m
	20-100m	$h=L/50$	-	5-10m
	10-30m	$h=L/40$ $f=L/12$	-	5 – 7m

Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos

## Vigas com entalhes

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{bh'} \cdot \frac{h}{h'} \leq f_{V0,d}$$

com a condição de ser satisfeita a restrição  
 $h' > 0,75h$



Materiais Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos

## Esmagamento nos apoios

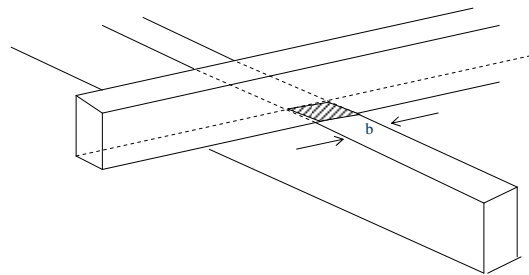
***Sempre é interessante que se calcule a tensão de compressão desenvolvida na viga na zona de apoio, prevenindo o esmagamento desta zona, seja qual for o tipo de apoio adotado.***

***A reação de apoio, deve ser distribuída na área de apoio da viga, provocando compressão perpendicular a fibra da madeira.***

Materiais Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos

## Esmagamento nos apoios

*Esta compressão não deve exceder  $fc_{90,d}$ .*



Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos

## Esmagamento nos apoios

*Quando se trabalha com classes de madeiras, admite-se que:*

$$f_{t0,d} = f_{c0,d}$$

*Para avaliação da resistência à compressão ortogonal às fibras, utiliza-se a seguinte expressão:*

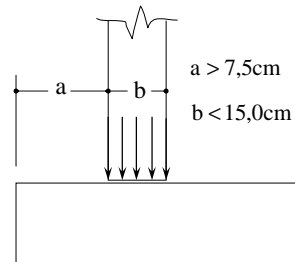
$$f_{c90,d} = 0,25f_{c0,d} \cdot \alpha_n$$

*onde  $\alpha_n$  é o coeficiente que depende da extensão da carga normal às fibras*

Materials Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos

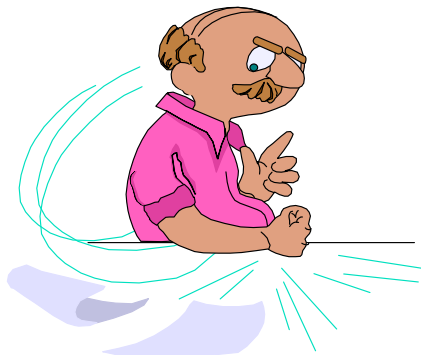
## Esmagamento nos apoios

Valores de $\alpha_n$	
Extensão da carga normal às fibras, medida paralelamente a essas (b) cm	$\alpha_n$
1	2,00
2	1,70
3	1,55
4	1,40
5	1,30
7,5	1,15
10	1,10
15	1,00



Materiais Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos

## Barbada ?



**... então vamos voltar aos exercícios...**

Materiais Técnicas e Estruturas II – FAU – PUCRS - Profs: Eduardo Azambuja e Antônio Patrício Mattos