

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP**

**PPGEC**

**PEF 6007 2023 3**

**ESTRUTURAS DE MADEIRA**

**Reyolando M. L. R. F. Brasil  
Engenheiro Civil  
Mestre, Doutor e Livre Docente  
Dep. de Eng. e Estruturas e Geotécnica - PEF  
Prof. Titular de Estruturas  
Universidade Federal do ABC - UFABC**

**São Paulo  
2023**

## **Bibliografia Básica**

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6120:2019 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento, Rio de Janeiro.
2. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6123:1988 – Forças Devidas ao Vento em Edificações, Rio de Janeiro.
3. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 8681:2003 – Ações e segurança nas estruturas, Rio de Janeiro.
4. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 7190-1:2022 – Projeto de Estruturas de Madeira Parte 1 – Critérios de Dimensionamento, Rio de Janeiro
5. MOLITERNO, A., BRASIL, R.M.L.R.F. *Caderno de Projetos de Telhados em Estruturas de Madeira, 4ª Ed*, Ed. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 2010.
6. PFEIL, W., PFEIL, M.S. *Estruturas de Madeira, 6ª Edição*, LTC- Livros Técnicos e Científicos Editora AS, Rio de Janeiro, 2012.

## Peças formadas por lamelas de madeira colada

Entende-se por madeira lamelada colada (MLC) para fins estruturais, peças de madeira engenheirada em processo industrializado de fabricação, composta de lamelas coladas umas às outras e dispostas com as fibras paralelas ao eixo longitudinal da peça final. Entende-se por madeira lamelada colada cruzada (MLCC) ou *Cross Laminated Timber* (CLT), para fins estruturais, painéis de madeira engenheirada em processo industrializado de fabricação, constituídos por lamelas de madeira maciça dispostas lateralmente formando camadas cruzadas ortogonalmente entre si.

As lamelas possuem dimensões relativamente reduzidas se comparadas às dimensões do elemento estrutural final.

Na produção das lamelas, as tábuas são unidas longitudinalmente por ligação de extremidade com extremidade (emendas denteadas), até atingirem o comprimento necessário.

Na produção das peças de MLC, as lamelas são sobrepostas e coladas até atingirem a seção transversal determinada no dimensionamento da peça estrutural, cujo eixo pode ser reto ou curvo. Na produção dos painéis de MLCC, as camadas são sobrepostas ortogonalmente e coladas até atingirem a seção transversal determinada no dimensionamento. Os painéis devem ser planos e possuir ao menos três camadas.

A qualidade do produto final depende de várias etapas do processo de fabricação, devendo as características de resistência e rigidez dos elementos de MLC e MLCC serem asseguradas pelos fabricantes para cada componente do processo.

Vigas de MLC curvas, vigas com dupla inclinação e vigas com a parte superior reta e parte inferior curva (*boomerang*) devem ser analisadas individualmente.

### 1. Espécies de madeira

Deve ser evitada a composição de um mesmo elemento de MLC e MLCC com espécies diferentes, ou que apresentem diferentes coeficientes de retração. Caso isto ocorra, devem ser comprovadas as compatibilidades das propriedades físicas e mecânicas entre as espécies e a não ocorrência de delaminação, ao longo do tempo. Não é permitida a utilização de madeira de demolição ou de madeira de reutilização para fabricação de elementos de MLC ou MLCC.

## **2. Densidade da madeira**

Devem ser empregadas lamelas com densidade aparente (para um teor de umidade de 12 %) entre 0,40 g/cm<sup>3</sup> e 0,75 g/cm<sup>3</sup>. No caso de peças com densidade superior a 0,75 g/cm<sup>3</sup>, deve ser feita uma avaliação criteriosa do comportamento das juntas coladas.

## **3. Tratamento preservativo**

As lamelas utilizadas na fabricação de peças de MLC e MLCC devem ser tratadas com produtos e processos que assegurem a durabilidade e proteção biológica conforme a ABNT NBR 16143, sem prejuízo à aderência da cola. O tratamento preservativo também pode ser realizado após a fabricação das peças de MLC, desde que não provoque alterações nas juntas coladas, conforme a Seção 12 e a ABNT NBR 16143.

## **4. Teor de umidade das lamelas**

No processo de secagem, deve-se procurar a homogeneização do teor de umidade do lote de tábuas. Visando evitar a ocorrência de defeitos prejudiciais à colagem, devido a alterações no teor de umidade das tábuas, o processo de composição das peças deve iniciar no menor tempo possível, após a secagem e estabilização do teor de umidade do lote a ser utilizado. No momento da colagem, as tábuas empregadas no processo de fabricação da MLC e MLCC devem estar secas e com no máximo 18 % de teor de umidade, não sendo permitida variação superior a 5 % entre lamelas adjacentes.

## **5. Classificação da madeira**

O lote de madeira, do qual são produzidas as tábuas, deve passar pelo enquadramento nas classes de resistência especificadas nesta Norma. As tábuas que compõem as lamelas devem passar também por uma classificação visual seguida de uma classificação pelo módulo de elasticidade de acordo com a ABNT NBR 7190-2.

### **5.1 Classificação visual**

A classificação visual pode ser a olho nu, com auxílio de instrumentos de aumento de imagem, ou ainda, equipamentos de imagem e sensores em processo informatizado, indicada conforme a seguir.

a) para os nós e grãos na composição das lamelas devem ser utilizadas tábuas que apresentem nó que ocupe menos de  $\frac{1}{4}$  de sua seção transversal final, medula que ocupe menos de  $\frac{1}{6}$  de sua largura final e inclinação das fibras inferior a  $6^\circ$ . Só devem ser aceitas rachaduras longitudinais e que tenham extensão inferior a 30 cm;

Tábuas que atendam a 6.7.4.5.1-a), mas que possuam nós que ocupem mais de  $\frac{1}{4}$  de sua seção transversal final, podem ser selecionadas, mas devem ter esses nós eliminados e substituídos por ligação de continuidade.

b) para os anéis de crescimento: no caso de coníferas, devem ser selecionadas apenas as tábuas que apresentem no mínimo três anéis de crescimento em 2,5 cm, medido em uma direção radial representativa.

## 5.2 Classificação pelo módulo de elasticidade

As tábuas que compõem as lamelas devem passar por uma classificação mecânica prévia, não destrutiva, para a determinação do módulo de elasticidade na flexão ( $E_m$ ) que deve ser considerado como de referência para o processo de composição das peças. Essa classificação permite agrupar um sublote superior com tábuas de  $E_m$  acima da média representativa das tábuas da espécie empregada e um sublote inferior com tábuas de  $E_m$  abaixo dessa média.

O módulo de elasticidade médio na flexão, considerado como representativo do lote de tábuas da espécie a ser utilizada, deve ser obtido do ensaio preliminar de 12 tábuas escolhidas aleatoriamente.

A cada mudança da procedência da madeira fornecida, esse ensaio deve ser repetido e sempre que houver diferença maior que 10 %, com relação ao valor médio que considerado para a madeira da mesma espécie, o mesmo deve ser substituído por esse novo valor que passa a ser o módulo de elasticidade médio representativo do lote.

As tábuas do sublote de  $E_m$  superior devem ser destinadas a compor as lamelas que fazem parte das quartas partes mais afastadas da linha neutra da peça de MLC e as de  $E_m$  inferior devem ser utilizadas na composição da metade central da seção transversal dessa peça.

Para as espécies de crescimento rápido, deve ser observado ainda que, no caso do sublote de  $E_m$  superior, as tábuas com maior número de anéis de crescimento em 2,5 cm, devem ser utilizadas na composição das lamelas que ficam mais afastadas da linha neutra.

## 6. União longitudinal das tábuas e composição das lamelas

A continuidade de cada lamela deve ser assegurada pela união longitudinal entre as tábuas que as compõem. Essa união deve ser realizada por colagem de entalhes múltiplos usinados (emendas denteadas) nas extremidades de tábuas consecutivas. As emendas denteadas podem ser usinadas verticalmente ou horizontalmente (ver Figura 1).

As emendas de topo não podem ser empregadas no processo de fabricação de peças estruturais de MLC e de MLCC.

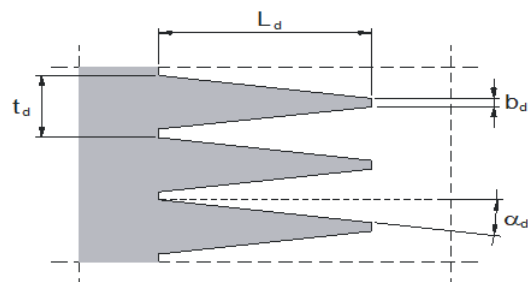


a) Usinagem horizontal

b) Usinagem vertical

**Figura 1 – Emendas de topo denteadas**

A geometria dos entalhes múltiplos deve ser compatível com os esforços solicitantes estruturais e o passo do dente definido em função do seu comprimento, inclinação de seus flancos e espessura de sua extremidade, conforme a Figura 2.



## Legenda

$L_d$  comprimento dos dentes

$b_d$  espessura da extremidade dos dentes

$t_d$  passo dos dentes

$\alpha_d$  inclinação dos flancos dos dentes

$\vartheta_d$  grau de enfraquecimento ocasionado pelos dentes ( $b_d/t_d$ )

**Figura 2 – Parâmetros geométricos das emendas denteadas**

Para grandes esforços solicitantes, a espessura da extremidade dos dentes deve ser de até 5 % de seu comprimento e a inclinação dos flancos compreendida entre 5° e 7°, conforme a seguir:

$$b_d \leq 0,05 \cdot L_d \text{ e } \alpha_d \text{ entre } 5^\circ \text{ e } 7^\circ$$

O grau de enfraquecimento ( $\vartheta_d$ ) na região dos entalhes múltiplos não pode exceder 20 %, em relação à resistência da madeira sem emenda e isenta de defeitos, ou seja:  $50 \cdot b_d / (L_d \cdot \tan \alpha_d + b_d) \leq 20$ .

## 7. Distâncias mínimas entre emendas

As distâncias mínimas recomendadas são válidas para o caso das faces maiores da seção transversal das lamelas estarem posicionadas paralelas ao plano da linha neutra. No caso de as faces maiores da seção transversal das lamelas estarem ortogonais ao plano da linha neutra, ou a combinação das duas disposições, a eficiência deve ser ensaiada em laboratórios reconhecida competência.

## **8. Distância mínima entre emendas na mesma lamela**

Na confecção de uma lamela que compõe as quartas partes mais afastadas do eixo baricêntrico horizontal, a distância mínima entre as emendas é de 80 cm. Para uma lamela que compõe a metade central da seção transversal, a distância mínima entre emendas é 50 cm.

## **9. Distância mínima entre emendas contíguas**

Na composição final da peça de MLC, na região das quartas partes mais afastadas do eixo baricêntrico horizontal, a distância mínima entre lamelas adjacentes é de 20 cm.

## **10. Espessura das lamelas**

Para MLC, em nenhuma hipótese, a espessura final de cada lamela deve exceder 50 mm. No caso de peças curvas, a espessura final de cada lamela deverá atender também ao limite máximo de  $(1/150)$  do raio de curvatura da face interna da lamela para o caso de madeiras com densidade aparente até  $0,50 \text{ g/cm}^3$  e  $(1/200)$  para o caso de madeiras com densidade aparente superior a  $0,50 \text{ g/cm}^3$ .

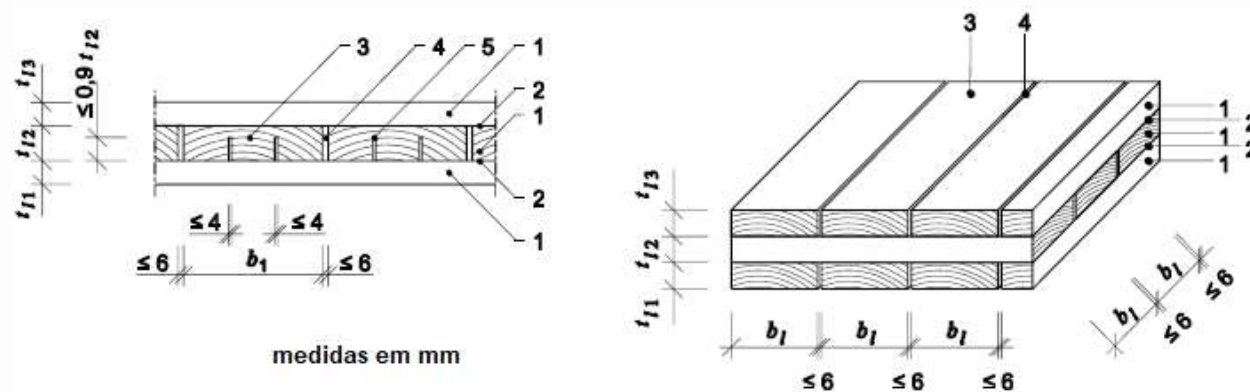
Para MLCC, a espessura final de qualquer camada deve ser maior ou igual a 6 mm e menor ou igual a 60 mm.

## **11. Sulcos e colagem lateral para MLCC**

A fim de reduzir o empenamento e as rachaduras da madeira, as lamelas podem ser sulcadas. Os sulcos devem ter no máximo uma profundidade de 90 % da espessura da lamela, e uma largura máxima de 4 mm, conforme a Figura 3.

Lamelas adjacentes podem ter ou não colagem lateral. A largura dos espaços entre as lamelas adjacentes deve ser menor ou igual a 6 mm, conforme a Figura 3. A largura final  $b_1$  de qualquer lamela sem colagem lateral, o espaço entre sulcos na mesma lamela e a distância entre um sulco e a lateral da lamela devem ser maiores ou iguais a 40 mm. A largura final  $b_1$  de qualquer lamela deve ser menor ou igual a 300 mm.





### Legenda

- 1 camadas de madeira
- 2 linhas de cola entre as camadas
- 3 lamelas
- 4 espaços entre as lamelas
- 5 sulcos nas lamelas

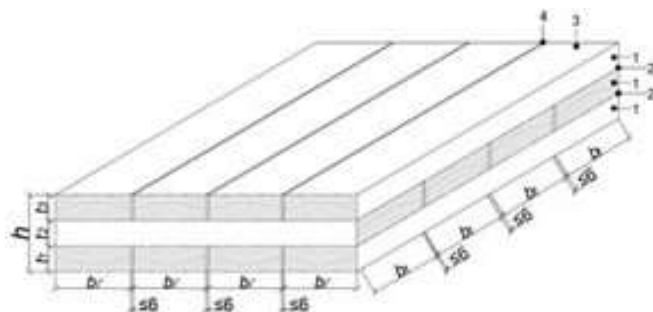
Figura 3 – Limites de vão entre lamelas e sulcos nas lamelas do MLCC

## 12. Configuração incluindo a orientação da camada

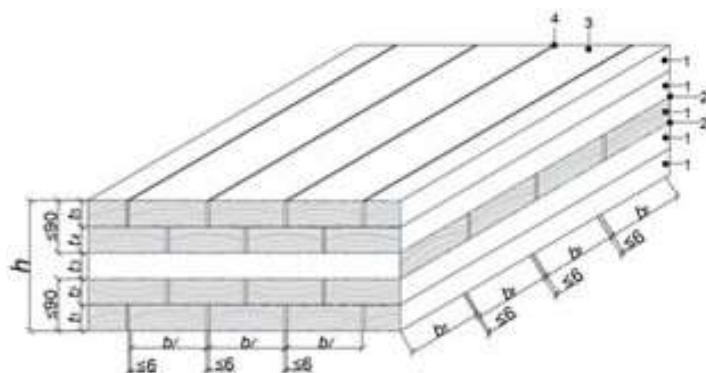
Cada configuração deve possuir ao menos três camadas. Um exemplo para uma configuração (*layup*) feito de três camadas é ilustrado na Figura 11-a). Camadas feitas de lamelas de madeira devem ser arranjadas ortogonalmente, a não ser que as seguintes condições sejam atendidas:

- a) painel constituído de cinco ou mais camadas;
- b) duas camadas adjacentes somando uma espessura total máxima de 90 mm coladas paralelamente às fibras na direção de um dos eixos principais do painel, como na Figura 10-b).
- c) quando colar duas camadas adjacentes longitudinais, deve-se intercalar o espaço entre lamelas (ver Figura 4).





**i. configuração com três camadas**



**ii. configuração cinco camadas com as camadas externas duplas na direção longitudinal**

**Legenda**

- 1 camadas de madeira  $6 \leq t1 \leq 60$  e  $40 \leq b1 \leq 300$
- 2 linhas de cola entre as camadas
- 3 lamelas
- 4 espaços entre as lamelas

**Figura 4 – Exemplos de configuração de montagem do painel MLCC**

### **13. Adesivos para MLC e MLCC e processo de colagem**

Os adesivos empregados nas emendas de continuidade, seja na fabricação das peças estruturais de MLC ou de MLCC, devem ser estruturais e apresentar propriedades compatíveis às condições ambientais a que os elementos estruturais são submetidos durante toda a sua vida útil, conforme as EN 301, EN 15425 e EN 16254, a depender do tipo de adesivo utilizado. A quantidade de adesivo e os demais parâmetros de colagem devem atender às especificações dos fabricantes do adesivo.

NOTA Recomenda-se a comprovação experimental realizada por laboratórios nacionais ou internacionais de reconhecida competência, tanto para as emendas denteadas, como para os elementos estruturais fabricados.

### **14. Pressão de colagem nas juntas de cola (face de colagem)**

Na ausência de recomendação do fabricante da cola ou comprovação de desempenho da qualidade da colagem (conforme ABNT NBR 7190-6 e ABNT NBR 7190-7), deve-se observar que na colagem das peças de MLC e MLCC a junta de cola entre lamelas deve receber uma pressão mínima, de 0,7 MPa para madeiras de densidade inferior ou igual a  $0,5 \text{ g/cm}^3$ , e de 1,2 MPa para madeiras de densidade superior a  $0,5 \text{ g/cm}^3$ .

### **15. Pressão de colagem das ligações de continuidade das lamelas**

Os entalhes múltiplos devem ser colados sob a pressão indicada na Tabela 1, em função do comprimento do dente ( $L_d$ ) e da densidade da madeira. No entanto, deve ser observado que a pressão empregada não exceda o limite que provoque fissura longitudinal de extensão superior a 5 mm, na região do fundo dos dentes. Na colagem dos entalhes múltiplos, o tempo de prensagem deve ser de no mínimo 2 s.

**Tabela 1 – Pressão de colagem das ligações de continuidade das lamelas**

| <b>Ld</b><br>mm | <b>Pressão de colagem</b><br>MPa              |   |
|-----------------|---|---|
|                 | <b>Densidad e ≤ 0,50</b><br>kg/m <sup>3</sup> | <b>Densidade &gt; 0,50</b><br>kg/m <sup>3</sup> |
| 10              | 12  | 14  |
| 20              | 8   | 10  |
| 30              | 6   | 8   |
| 40              | 4,5   | 6,5   |
| 50              | 3   | 5   |
| 60              | 2   | 4   |

## 16. Prensagem

Devem ser seguidas as recomendações do fabricante do adesivo relativas a tempo, temperatura, pressão e umidade da madeira e relativa do ambiente.

## 17. Limitações dimensionais e de resistência mecânica

O dimensionamento de peças estruturais em MLC deve estar de acordo com esta Norma quanto ao dimensionamento de peças serradas. Nas peças fletidas, com seção constante, a largura mínima da seção transversal deve ser 1/7 da altura da peça; naquelas com seção variável, as extremidades de menor altura não podem ser inferior a  $L/30$  e a inclinação não pode ultrapassar 5°. O coeficiente parcial de modificação  $k_{mod3}$  para MLC deve levar em conta os fatores de modificação conforme a seguinte equação:

$$k_{mod3} = C_e \cdot C_c \cdot C_t$$

O coeficiente de modificação da emenda de entalhes múltiplos ( $C_e$ ), fator de redução causado pela emenda de entalhes múltiplos, deve ser considerado por  $C_e = 0,95$ . Em peças sem emendas longitudinais,  $C_e = 1,00$ .

O coeficiente de modificação devido à curvatura ( $C_C$ ) é:

a) em peças retas:  $C_C = 1,00$ ;

b) em peças curvas:  $C_C = 1 - 2000 \cdot (t/r)^2$ . onde

$t$  é a espessura das lamelas;

$r$  é o menor raio de curvatura das lamelas que compõem a seção transversal resistente.

Para o coeficiente de modificação de temperatura ( $C_t$ ), em peças estruturais expostas a temperaturas elevadas quando em uso, deve-se adotar os fatores de modificação indicados na Tabela 2, devido à natureza intrínseca do material.

**Tabela 2 – Fatores de modificação  $C_t$**

| Tipo de propriedade                      | Teor de umidade da madeira em serviço | Temperatura ambiente °C |              |              |
|--|---------------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|
|  |                                       | °C ≤ 38                 | 38 < °C ≤ 52 | 52 < °C ≤ 66 |
| Tração paralela e módulo de elasticidade | Seca ou úmida                         | 1,0                     | 0,9          | 0,9          |
| Demais propriedades e ligações           | Seca < 16 %                           | 1,0                     | 0,8          | 0,7          |
|  | Úmida ≥ 16 %                          | 1,0                     | 0,7          | 0,5          |

## 18. Rigidez à flexão do elemento estrutural

### 18.1 Rigidez à flexão do elemento estrutural de MLC

A rigidez à flexão de uma peça de MLC deve ser calculada pelo método da seção transformada, considerando o módulo de elasticidade de cada lamela que a compõe. No caso de peça constituída com a combinação de lamelas com módulo de elasticidade à flexão do lote de valores superior empregado nas quartas partes mais afastadas da linha neutra, e lamelas com módulo de elasticidade à flexão do lote de valores inferior empregado na metade central da seção transversal, conforme a Figura 5, a rigidez pode ser calculada conforme a seguinte equação:

$$EI = 2 \cdot E_{med,s} \cdot I(1/4) + E_{med,i} \cdot I(1/2)$$

onde

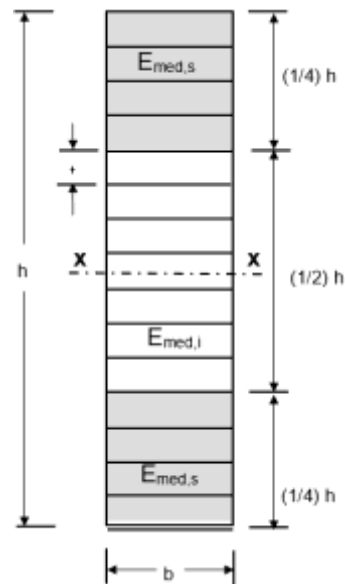
$EI$  é a rigidez à flexão do elemento estrutural;

$E_{med,s}$  é o valor médio dos módulos de elasticidade do lote de valores superior;

$E_{med,i}$  é o valor médio dos módulos de elasticidade do lote de valores inferior;

$I(1/4)$  é o momento de inércia da quarta parte mais afastada, em relação ao eixo baricêntrico (x);

$I(1/2)$  é o momento de inércia da metade central da seção transversal, em relação ao eixo baricêntrico (x).



**Figura 5 – Seção transversal mostrando a combinação de lamelas com diferentes módulos de elasticidade à flexão**

Se o número de lamelas para compor as camadas identificadas como  $(1/4)h$  não for um valor inteiro, arredondar o valor de acordo com o seguinte critério: se a parcela decimal for igual ou superior a 0,5, arredondar para o valor inteiro superior; caso contrário, desprezar a parcela decimal e tomar apenas o valor inteiro.

Na hipótese de o número de camadas com  $E_{med,s}$  ser diferente de  $1/4h$ , o  $EI$  deve ser determinado pelo Método da Seção Transformada.

## 18.2 Rigidez do elemento estrutural de MLCC

### 18.2.1 Condições gerais

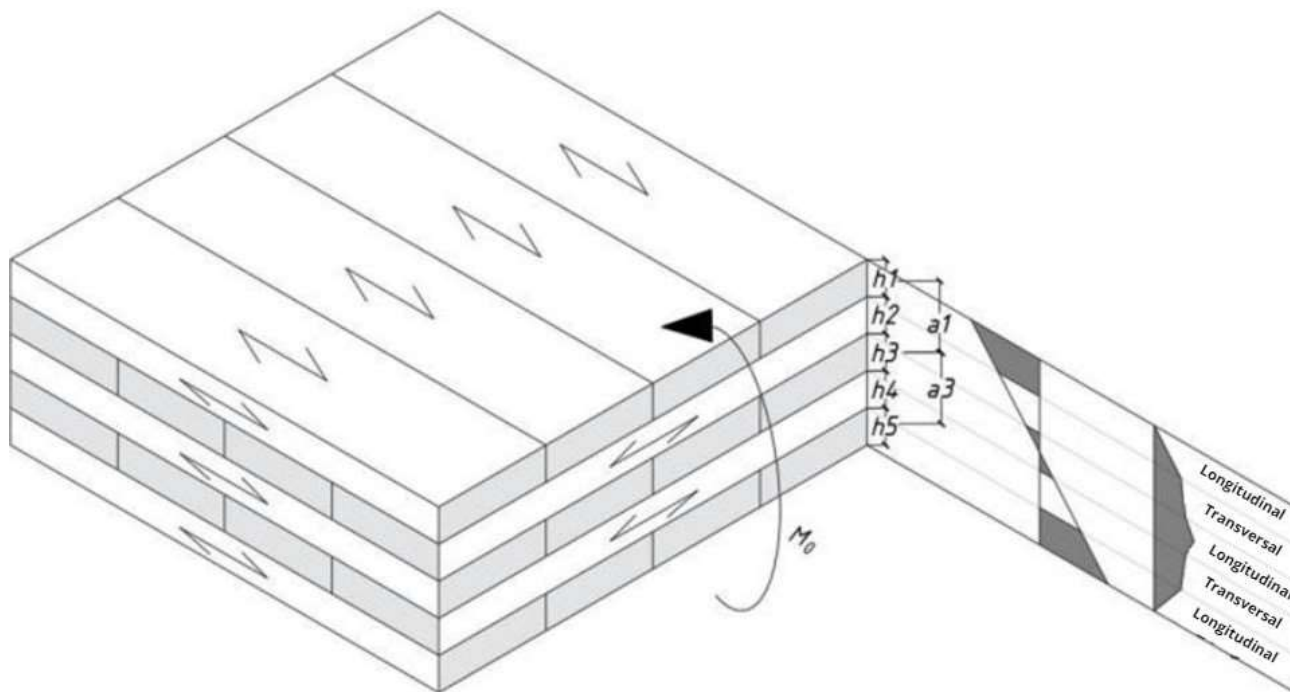
Para o painel de MLCC de 3 e 5 camadas, a verificação dos estados limite últimos deve ser analisada com o valor da seção transversal líquida, sem considerar as deformações por cisalhamento, e no caso de haver direção predominante na distribuição do carregamento, o painel pode ser calculado como uma viga de largura  $b = 1\text{m}$ .



Na verificação para o estado-limite de serviço, a deformação por cisalhamento deve ser considerada por meio da seção transversal efetiva, obtida pelo método de cálculo para peças compostas com adaptação do valor gamma.

Nos casos de carregamentos que não sejam distribuídos uniaxialmente, como por exemplo, pontos que recebem pilares, apoios em ângulo, aberturas, bem como demais situações, como número maior de camadas, devem ser calculados por métodos de cálculos específicos para MLCC, que podem ser normas internacionais ou materiais da literatura, desde que de fonte oficial e devidamente citados e referenciados no memorial de cálculo.

Para o dimensionamento de MLCC com carga perpendicular ao plano do painel (elemento de piso e cobertura), no estado-limite de utilização, é necessário o cálculo da seção transversal líquida. A Figura 6 ilustra os dados geométricos dos painéis com e sem simetria, bem como a representação básica das curvas de tensão.



**Figura 6 – Seção transversal do painel de MLCC designando as dimensões da seção transversal e representação básica das curvas de tensão em um painel simétrico**

Para painéis com seção transversal simétrica, a posição do centro de gravidade é determinada com os eixos de simetria. Para seções transversais não simétricas, como as resultantes do uso de classes de resistência diferentes, do uso de painéis de madeira (compensados) como uma camada, redução da seção transversal ou tratamento da superfície com fogo (tipo pirólise), a posição do centro de gravidade representado por ZCG deve ser determinada conforme a seguir:

- a) para seção transversal de camadas com diferentes módulos de elasticidade: escolher um módulo de elasticidade de referência  $E_c$ ;
- b) determinar a posição do centro de gravidade  $O_i$  para cada camada a partir da superfície superior;
- c) calcular o centro de gravidade total a partir da equação:

$$Z_{CG} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{E_i}{E_c} b_i h_i O_i}{\sum_{i=1}^n \frac{E_i}{E_c} b_i h_i}$$

## 18.2.2 Elementos básicos

Os demais parâmetros básicos do MLCC a serem determinados são os seguintes:

a) área líquida da seção transversal, conforme a seguinte equação:

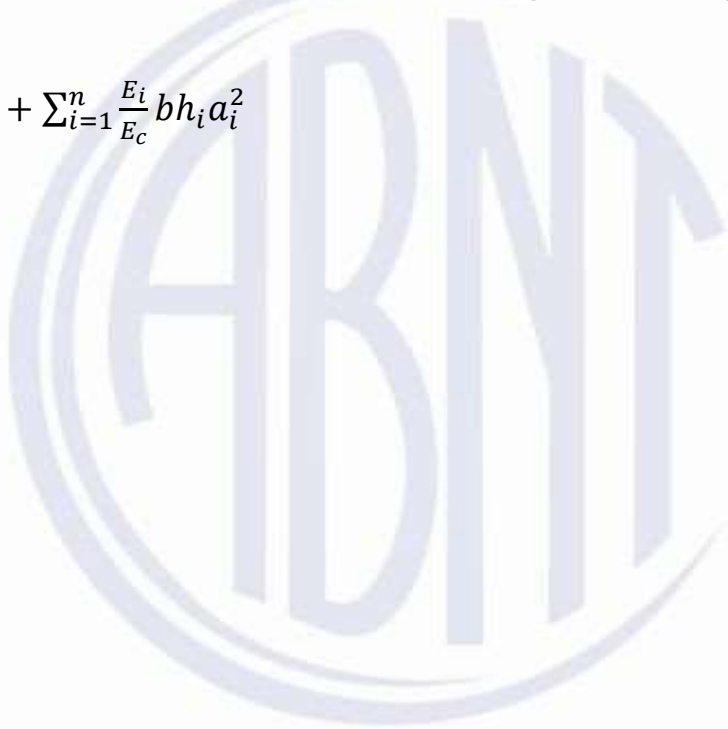
$$A_{0,liq} = \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{E_c} b_i h_i$$

b) módulo de resistência à flexão líquido, conforme a seguinte equação:

$$W_{0,liq} = \frac{I_{0,liq}}{\max\{|Z_{sup}|; |Z_{inf}|\}}$$

c) momento de inércia líquido, conforme a seguinte equação:

$$I_{0,liq} = \sum_{i=1}^n \frac{E_i b h_i^3}{12} + \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{E_c} b h_i a_i^2$$



$Z_{inf}$  é a distância da borda superior da primeira camada até o centro de gravidade do painel, ver Figura 6;

$Z_{sup}$  é a distância da borda inferior da última camada até o centro de gravidade do painel (ver Figura 6);

$a_i$  é a distância entre o centro de gravidade da peça ( $Z_{cg}$ ) e o centro da camada, conforme Figura 6;

$n$  é o número de camadas longitudinais;

d) tensões, conforme a seguinte equação.

$$\sigma_{Md} = \frac{E_i}{E_c} \frac{M_{y,d}}{W_{0,liq}}$$

## **19. Propriedades de resistência e rigidez do painel de madeira lamelada colada cruzada(MLCC)**

A resistência e a rigidez do painel de MLCC se referem ao módulo de elasticidade, resistência à flexão, resistência à compressão, resistência à tração e resistência ao cisalhamento, e devem ser obtidas por meio de ensaios para painéis de madeira lamelada colada cruzada. O relatório específico deve conter as informações geométricas e demais propriedades relevantes, como: medidas da seção transversal, espessura e orientação das camadas, sulcos (caso sejam usados), presença de colagem lateral (caso sejam usadas) e relação entre largura da lamela e espessura.

As propriedades de resistência e rigidez do painel de madeira lamelada colada devem ser determinadas por ensaios, de acordo com a ABNT NBR 7190-7. No entanto, os valores do cisalhamento na camada transversal (*rolling shear*) e qualquer valor de resistência ou rigidez devem ser comprovados pelo fabricante.

NOTA a comprovação é mediante apresentação de relatório emitido por laboratórios nacionais ou internacionais de reconhecida competência.

## **20. Considerações sobre fabricação e comercialização**

Além das especificações desta Norma, na fabricação tanto de peças para usos estruturais em madeira lamelada colada, madeira lamelada colada cruzada, como em qualquer outro tipo de compósitos estruturais de madeira, deve ser informado e assegurado pelo fabricante, todas as classes e módulos de resistências a serem utilizados em cálculos estruturais, assim como todas as características de uso, conservação e manutenção, e o tipo de preservativo, o processo adotado e a classe de utilização. A eficiência dos produtos fabricados pelas indústrias deve ser de acordo com a ABNT NBR 7190-6 e ABNT NBR 7190-7.

NOTA a comprovação é baseada em laudos técnicos emitidos por laboratórios nacionais ou internacionais de reconhecida competência e controles de qualidade na fabricação.