

ENGENHARIA CIVIL

CAPITULO 4: A MADEIRA COMO MATÉRIA PRIMA

OUT / 2012

A madeira como matéria prima:

1. Emprego da madeira na construção civil:

A madeira, tal como a pedra, é um dos mais antigos materiais de construção e o que a distingue de outros materiais, é a renovabilidade, quer por reflorestamento, quer por manejo florestal das florestas nativas.

Na América Latina e conseqüentemente no Brasil, por herança cultural dos colonizadores portugueses e espanhóis, o emprego da madeira como material de construção em obras perenes, restringiu-se a armações de telhados, pisos, escadas, forros e esquadrias, como facilmente se observa em quase todo o território nacional. Já na região sul, onde ocorreu uma significativa colonização oriunda de países diversos dos acima citados, observam-se construções de edificações térreas e pequenos edifícios totalmente em madeira, a exemplo das construções existentes nos países de origem dos imigrantes construtores.

Hoje, ao contrário do que ocorria em meados do século passado, o domínio da tecnologia do concreto e do aço, aliados a oferta desses materiais a preços acessíveis, juntamente com a redução de oferta de madeiras nativas face a redução de áreas de florestas e das leis ambientais mais severas, levaram a substituição do uso de armações em madeira nos telhados de grandes vãos, por aço e, em pisos e escadas, por lajes de concreto.

Embora a madeira tenha perdido espaço para outros materiais, ainda é um material de construção muito usado e versátil, visto que as madeiras nativas vem sendo com sucesso, gradativamente substituídas por madeiras de reflorestamento e o produto artesanal por produto industrializado. Assim, hoje os sistemas estruturais que empregam madeiras, podem ser classificados em dois tipos, os convencionais e os não convencionais.

a) Sistemas estruturais em madeira, convencionais:

a.1) Os que não são parte integrante da estrutura:

Cimbramentos (escoramentos) de formas e seus contraventamentos ;

Formas para concreto (chapas e tábuas).

a.2) Os que são parte integrante da estrutura:

Tesouras, terças, mãos francesas e demais partes integrantes da trama da cobertura;

Vigas e tábuas de pisos;

Escadas e Colunas

b) Sistemas estruturais em madeira, não convencionais:

b.1) Tipos de construção:

- Balloon frame
- Platform
- Log construction (toras de madeira)

b.2) Construções industrializadas:

- Treliças (trusses)
- Painéis (panels)

2. Vantagens e desvantagens do emprego da madeira na construção civil:

2.1 Vantagens:

- Fácil trabalhabilidade;
- Baixo consumo de energia para o seu processamento;
- Alta resistência específica;
- Isolante térmico e elétrico;
- Renovabilidade

2.2 Desvantagens:

- Material Combustível;
- Ligações entre as peças de difícil execução;
- Defeitos como nós e furos de bichos;
- Tamanhos das peças condicionados pelo tamanho da árvore;
- Características anatômicas, físicas e mecânicas próprias de cada espécie;
- Por ser um material higroscópico, tem algumas das suas propriedades afetadas pelo teor de água presente na sua constituição;
- Dada a sua natureza biológica, está sujeita aos diversos mecanismos de deterioração existentes na natureza;

- Alto custo do frete rodoviário;
- Preços inconstantes com distorções acentuadas;
- Falta de regularidade na entrega por parte dos produtores;
- Falta de fornecedores idôneos;
- Falta de qualidade da madeira fornecida.

Nos países desenvolvidos, as desvantagens são minimizadas ou até mesmo eliminadas, através do emprego de tecnologias disponíveis.

3 Classificação das madeiras empregadas na engenharia, do ponto de vista botânico:

A Botânica divide os grupos vegetais em dois grandes grupos, o das plantas **criptógamas** e o das **fanerógamas**.

As **criptógamas** (cripto = “oculto” + gamo = “sexual”) não apresentam órgãos reprodutores visíveis, representam os vegetais mais simples, como as algas, musgos e samambaias.

As **fanerógamas** (fanero = “ visível ”+ gamo = “sexual”) são as que apresentam órgãos reprodutores visíveis, as flores. São vegetais mais desenvolvidos representados pelos pinheiros e as árvores que dão frutos.

A madeira usada na construção civil, vem das árvores **fanerógamas**, que se divide em dois grupos, o das **gimnospermas** e das **angiospermas**.

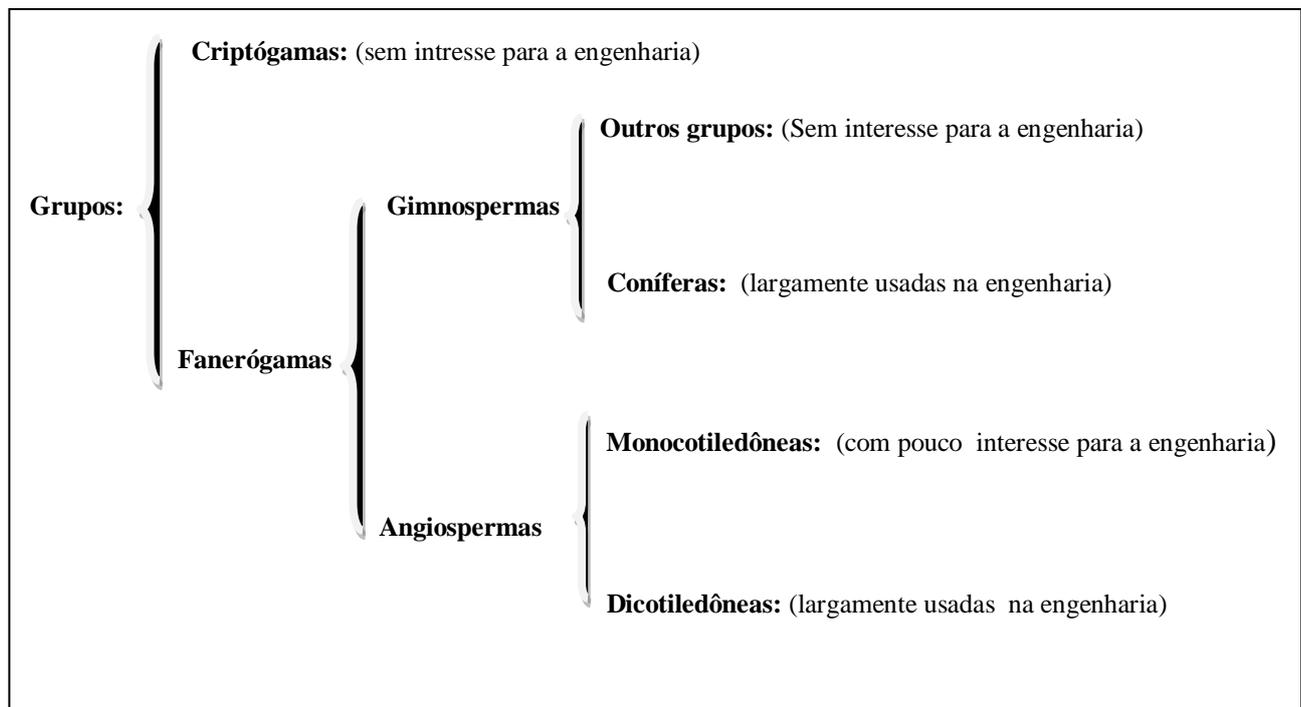
As **gimnospermas** (gimno = “nu” + espermato = “semente”), como o próprio nome diz, são plantas de sementes nuas pois não tem frutos. O maior grupo das gimnospermas e de interesse para a construção, é o das **coníferas**, cujo nome se refere à existência de estróbilos ou cones, que são flores sem perianto (sem sépalas e pétalas). Este grupo é representado pelos pinheiros, ciprestes, araucárias, sequóias e cedros-do-líbano.

As **angiospermas** além de apresentarem como as anteriores, raízes, caules, folhas, flores e sementes, são as únicas que apresentam frutos. Em função do número de cotilédones encontrado nas suas sementes, as angiospermas divide-se em dois grandes grupos, o das **monocotiledôneas** e o das **dicotiledôneas**.

As **monocotiledôneas** são plantas que apresentam caules em forma de rizomas (como as gramíneas) ou de colmos (como os bambús e o milho). São exemplos de monocotiledôneas: milho, trigo, arroz, cana de açúcar, bambú e palmeira.

Os caules em forma de colmos, como os dos bambús e de algumas espécies de palmeiras do nordeste, ainda despertam algum interesse para emprego estrutural mas, de um modo geral, as monocotiledôneas são de pouco interesse para a obtenção de matéria prima para construção.

As **dicotiledôneas** de um modo geral, formados por estruturas anelares concêntricas destinadas a sustentação e alimentação do vegetal. Dado a sua dimensão e boa resistência, são largamente usados para a obtenção de peças para emprego na engenharia.



4- Espécies usadas para a obtenção de matéria prima para emprego na engenharia :

4.1. Classificação do ponto de vista botânico:

4.1.1- Árvores de germinação interna:

No Brasil, as monocotiledôneas são muito pouco usadas para a obtenção de matéria prima para peças de madeira para emprego na engenharia. São geralmente árvores tropicais cujos caules se apresentam em forma de colmos, como os bambús e as palmeiras.

Na região Nordeste, algumas espécies de palmeiras são usadas como matéria prima para peças estruturais, os bambús são usados com essa finalidade em outros países. Atualmente pesquisa-se o emprego do bambú na construção civil com peças de cimbramento e como madeira laminada-colada.

4.1.2- Árvores de germinação externa:

São as que se prestam para a obtenção de matéria prima para a produção de produtos para a engenharia. Distinguem-se dois grupos, o das **coníferas ou resinosas** e o das **dicotiledôneas**.

As **coníferas ou resinosas** são árvores predominantes de regiões frias, apresentam folhas perenes, estreitas e rijas, conhecidas como escamas de agulhas. No lugar de flores, produzem “cones” e são árvores de madeiras moles ou semi-duras, usadas em estruturas temporárias, formas de concreto, madeira laminada-colada, estrutura para dry-wall.

As **dicotiledôneas**, ao contrário das coníferas, são árvores de folhas largas e caducas (perdem as folhas). Madeiras retiradas dessas árvores, apresentam grandes variações nas propriedades físicas e mecânicas de espécie para espécie, normalmente são árvores de madeiras duras.

A antiga norma brasileira **NBR 7190 / 97**, trazia resultados de rigidez e resistência, de ensaios de madeiras obtidas de árvores **coníferas** e **dicotiledôneas**, nativas e de reflorestamento.

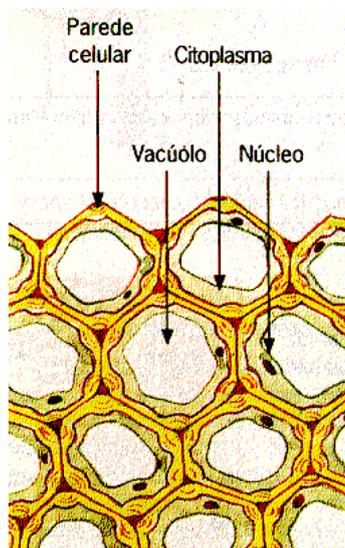
A atual norma NBR 7190/2010 traz apenas classes de resistência a serem especificadas nos projetos, para madeiras de árvores **coníferas** e **dicotiledôneas**, não apresentando resultados de ensaios por espécies.

5 Micro estrutura da madeira:

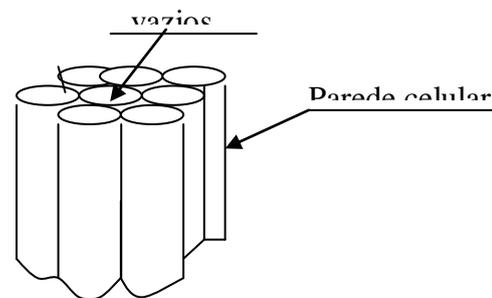
5.1 Micro estrutura da madeira:

A micro-estrutura da madeira de forma simplista, consiste em um sistema vascular em vasos relativamente paralelos, separados entre si por paredes celulares. Esses vasos são do tipo lenhosos, que transportam água e sais minerais absorvidos pelas raízes e liberianos, que transportam uma solução orgânica produto da fotossíntese.

Os vasos lenhosos assumem função mecânica de sustentação do vegetal, por terem suas paredes impregnadas por uma substância chamada lignina e por celulose.



Corte transversal do tecido mecânico.



Elevação esquemática: Sistema vascular

5.2. Natureza higroscópica

Basicamente o tronco da árvore é composto de madeira e água. A umidade das madeiras verdes varia de espécie para espécie em função da estação do ano em que a árvore foi abatida, chegando representar de 150% a 200% do volume de madeira contido num tronco de pinus (madeira leve) e de 40% a 50 % do volume de madeira contido num tronco de jatobá (madeira pesada).

água	seiva
água	
madeira: pinus	Madeira: jatobá

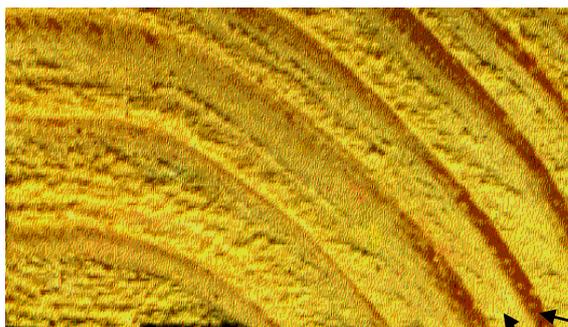
O ponto de saturação das fibras (PSF), ocorre com umidade em torno de 30%, umidade na qual as paredes das células estão saturadas porém a água no seu interior se evaporou, tornando as células ôcas. Uma madeira com teor de umidade acima de 30%, é considerada madeira verde ou saturada.

Após abatida, o tronco de uma árvore perde lentamente a seiva até que entre em equilíbrio com o ambiente, quando então a madeira é considerada seca ao ar. Essa umidade de equilíbrio depende da umidade atmosférica, variando de local para local na faixa de 10% a 20%

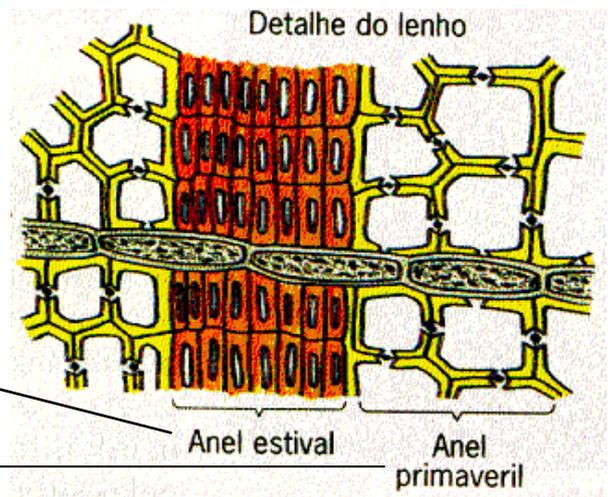
5.3 Crescimento do tronco:

Uma árvore cresce de duas maneiras, nas extremidades dos galhos, fazendo-os alongar e, ao mesmo tempo, as células do câmbio se dividem tornando o tronco, galhos e raízes mais grossos. Anualmente o câmbio produz nova camada de casca, que empurra a mais velha para fora.

Durante a primavera, há água em grande quantidade e as traqueides formadas (vasos), são grandes e constituem um grande anel claro (anel primaveril), já no verão e outono, estações mais secas, as traqueides são pequenas e de paredes muito espessas, formando um anel escuro e espesso (anel estival).

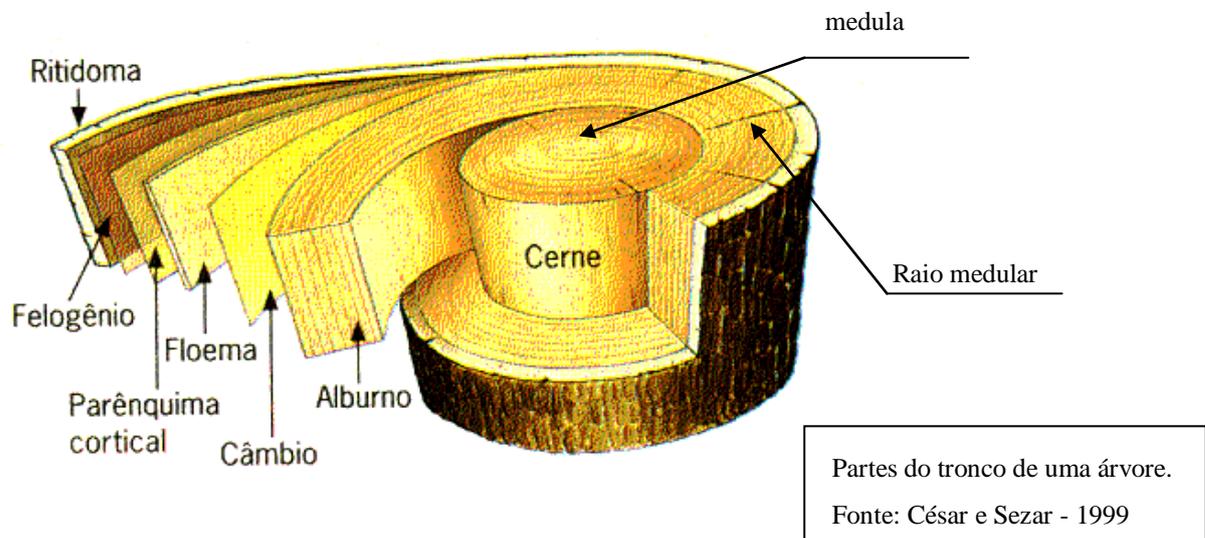


Anéis de crescimento numa seção de pinus

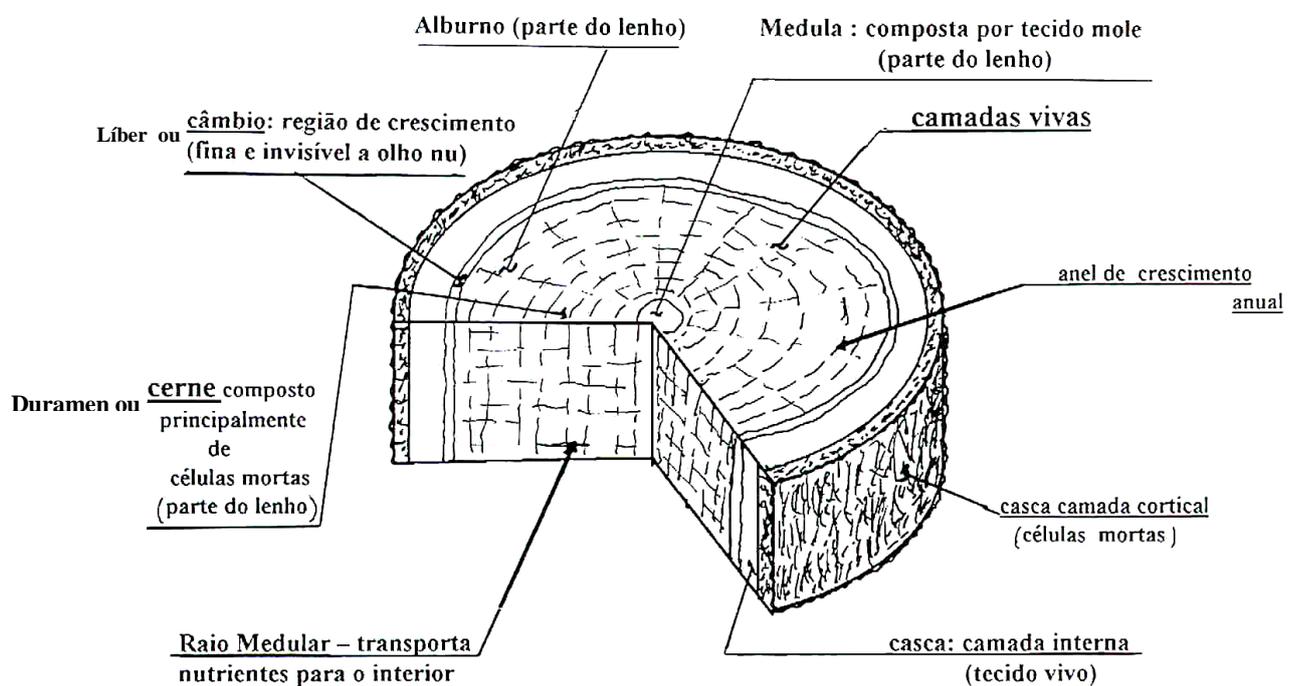


Micro estrutura dos anéis de crescimento.

O produto final é um tronco de seção aproximadamente circular, com diversas camadas concêntricas, cada uma com finalidade e características próprias.



5.4 Partes do tronco e suas funções:



5.5 Composição do tronco

a) **Composição da madeira verde :**

- celulose = 60% (sustentação)
- lignina = 28% (aglomerante)
- demais materiais = 12% (consistência)

b) **Composição da madeira seca :**

- carbono = 49%
- oxigênio = 44%
- hidrogênio = 6%
- cinza = 1%

6 Produtos da madeira:

As madeiras para uso na construção, classificam-se em maciças e industrializadas.

As maciças são:

- madeiras serradas;
- madeiras falquejadas;
- madeiras brutas ou roliças.

As madeiras industrializadas são:

- madeira laminada e colada;
- madeira compensada
- placas de OSB.

Nos países mais desenvolvidos, os painéis, que tem maior valor agregado , também tem maior participação na construção civil.

No Brasil, ao contrário dos países mais desenvolvidos, a madeira serrada é o principal produto de madeira usado, tanto nas construções temporárias, formas, andaimes e escoramentos, como nas construções perenes, em estruturas de coberturas, forros, pisos e esquadrias.

7 Cortes da tora:

7.1 Generalidades:

Por se tratar de um ser vivo, uma árvore encontrada morta na natureza já se encontra em processo de decomposição. Assim, uma peça de madeira nunca deve ser desmembrada de um tronco encontrado morto.

A época adequada para o abate da árvore é a época da seca, quando o tronco tem menos umidade. Se a árvore for abatida na época das chuvas, a tora deve permanecer secando por algum tempo antes do corte, para perder o excesso d'água.

Para evitar defeitos decorrentes da secagem das madeiras, o desdobramento da tora em peças, deve ser feito o mais rápido possível após o abate da árvore.

Em função de gabaritos de máquinas, transporte e manejo, as toras são cortadas em comprimentos que variam entre 4,0 (quatro) metros e 6,0 (seis) metros.

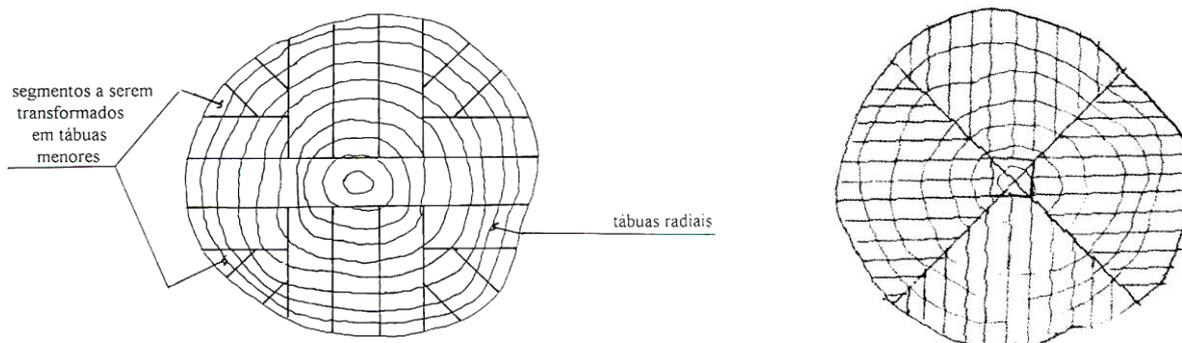
7.2 Corte longitudinal:

É a maneira mais simples de cortar uma tora , porém, não é aconselhável cortar madeiras de lei dessa forma porque os cortes através dos veios provocam o empenamento das tábuas..



7.3 Corte aos quartos:

É um tipo de corte complicado, mas que fornece tábuas com veios decorativos e que mantém a forma. Este corte produz material mais homogêneo porém, mais oneroso.



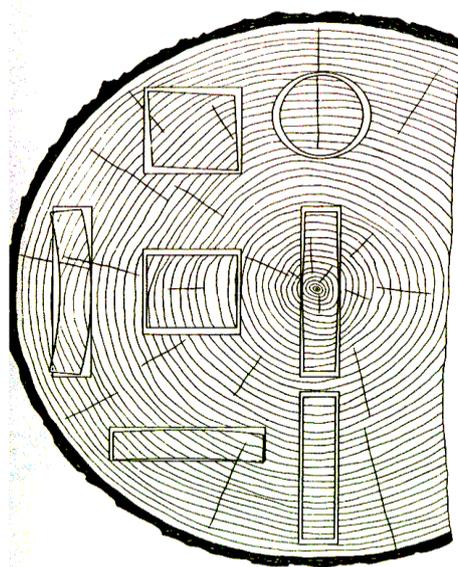
7.4 Secagem das peças de madeira serrada:

A secagem é uma das operações mais importantes na produção da madeira de boa qualidade e, conseqüentemente do produto final.

Os processos de secagem mais utilizados são a secagem natural e a artificial, em estufas.

O melhor método é empilhar as peças serradas, empregando separadores para permitir a passagem do ar entre elas. Essas pilhas, separadas entre si, devem ser feitas em galpão coberto para evitar a água da chuva e aberto nas laterais para permitir a ventilação. É um processo demorado, levando até 3 (três) anos, e portanto anti-econômico. Existem processos de secagem artificiais mais rápidos, que eliminam o custo do estoque, porém não apresentam a mesma eficiência do processo natural.

A secagem provoca deformações nas peças serradas, mais ou menos acentuadas, dependendo da posição que as mesmas ocupavam no tronco.



Distorção por retração das peças de madeira.

Fonte: Estruturas de Madeira, Walter Pfeil

A secagem da madeira apresenta as seguintes vantagens:

- Substancial redução do peso, com conseqüente diminuição dos custos de transportes;
- Aumento da sua resistência mecânica das suas propriedades físicas;
- As contrações que acompanham o processo de secagem, ocorrem antes da madeira ser transformada em produto final, evitando-se as deformações, empenamentos e fendilhamentos;
- A madeira precisa estar adequadamente seca para receber tratamentos preservativos e/ou acabamentos (vernizes, lacos e outros);
- A secagem é vital para melhorar a trabalhabilidade da madeira.

8 Defeitos naturais e de processamento:

A presença de defeitos naturais de processamento, afetam a qualidade e desempenho das madeiras serradas.

São defeitos:

- Nós
- Fendas
- Gretas ou ventas
- Abaulamento
- Fibras reversas
- Esmoada ou quina morta
- Furos de larvas
- Bolor
- Apodrecimento
-

(ver pg 02 a 08 dos métodos de ensaio, anexo da norma NBR 7190-2010)

9 Dimensões das peças:

Embora existam publicações da ABNT especificando dimensões das peças, os produtores e comerciantes de madeira serrada ignoram-nas.

Em pesquisa realizada na cidade de São Paulo em 1996, constante da publicação 2781 – IPT 2002, constatou-se uma infinidade de dimensões disponíveis, confusão em relação aos nomes das peças, dimensões inadequadas e uso do sistema imperial de medidas (polegadas).

Nomenclatura e dimensões métricas de peças retangulares de largura **b** e altura **h**,

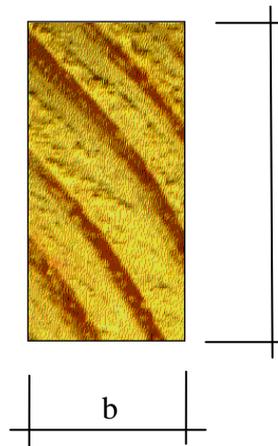
Nome:	b x h (pol x pol)	b x h (cm x cm)
Tábua	1" x 4 ½"	2,5 x 11,5
Tábua	1" x 6"	2,5 x 15
Tábua	1" x 9"	2,5 x 23
Tábua	1" x 12"	2,5 x 30,5
Sarrafo	1 ½" x 3 "	3,8 x 7,5
Caibro	3" x 3"	7,5 x 7,5
Viga	2" x 6"	5 x 15
Viga	2" x 8"	5 x 20
Viga	3" x 4 ½"	7,5 x 11,5
Viga	3" x 6"	7,5 x 15
Viga	6' x 6"	15 x 15
Pranchão	3" x 9"	7,5 x 23
Pranchão	4" x 8"	10 x 20
Pranchão	6" x 9"	15 x 23
Couçoeira	3" x 12"	7,5 x 30,5

Área mínima (A_w) e dimensão mínima (b) da seção transversal de peças estruturais, segundo o item 10.2 da NBR 7190 / 2010:

$$\text{Peças principais isoladas: } \left\{ \begin{array}{l} - \text{área mínima: } A_w = b d = 50 \text{ cm}^2 \\ - \text{espessura mínima: } b = 5 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\text{Peças secundárias: } \left\{ \begin{array}{l} - \text{área mínima: } A_w = b d = 18 \text{ cm}^2 \\ - \text{espessura mínima: } b = 2,5 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\text{Peças principais múltiplas: } \left\{ \begin{array}{l} - \text{área mínima de cada elemento: } A_w = b d = 35 \text{ cm}^2 \\ - \text{espessura mínima de cada elemento: } b = 2,5 \text{ cm} \end{array} \right.$$



Seção transversal de uma peça de madeira maciça

10 Exercícios:

- 10.1** Descreva vantagens do uso da madeira na construção civil.
- 10.2** Descreva desvantagens do uso da madeira na construção civil.
- 10.3** Descreva, do ponto de vista botânico, as árvores coníferas, monocotiledôneas e dicotiledôneas.
- 10.4** Descreva, de forma simplista, a micro estrutura da madeira.
- 10.5** O que é a higroscopia da madeira?
- 10.6** O que é o ponto de saturação das fibras (PSF) ?
- 10.7** Defina madeira verde.
- 10.8** Defina madeira seca ao ar e o seu teor de umidade.
- 10.9** Indique num desenho esquemático, as partes de um tronco de árvore.
- 10.10** Descreva o crescimento do tronco de uma árvore;
- 10.11** Descreva os anéis de crescimento de uma árvore;
- 10.12** Qual a composição aproximada da madeira verde e da madeira seca?
- 10.13** Descreva os tipos de madeiras maciças e madeiras industrializadas.
- 10.14** Faça um croquis ilustrativo e descreva uma vantagem e uma desvantagem do corte longitudinal da tora.
- 10.15** Faça um croquis ilustrativo e descreva uma vantagem e uma desvantagem do corte aos quartos da tora.
- 10.16** Descreva os processos de secagem de uma tora de madeira.
- 10.17** Faça um croquis e indique as distorções por retração das peças de madeira em função da sua posição no tronco.
- 10.18** Descreva os principais defeitos naturais e de processamento da madeira serrada.
- 10.19** Quais são as dimensões mínimas e áreas mínimas das seções transversais de peças estruturais de madeira serrada, de acordo com a NBR 7190/2010?