

Introdução à construções de madeira

PROF.^a MSC. PATRÍCIA ANDRADE

Histórico

Árvores usadas como moradia pelos primatas

Primatas começaram a usar grutas e à construir tocas, cabanas

Cada civilização utilizou/criou técnicas de construção em madeira distintas

O ser humano viu na madeira uma fonte de intermináveis aptidões

A madeira era utilizada pura ou combinada com outros elementos como o barro, a palha, a pedra, o ferro,...

Algumas civilizações onde o uso da madeira na arquitetura se destacou de formas diferentes: O Extremo Oriente, com uma arquitetura leve e que é feita para suportar os terremotos freqüentes, portanto é feita de encaixes frágeis mas resistentes.

Já a arquitetura Norueguesa é caracterizada pela largura das paredes capazes de isolar o frio, uma macividade na construção, bem diferente da Oriental, porém muito interessante o diferente tipo de uso.

Histórico

Antes da chegada dos colonizadores portugueses as terras Brasileiras, os índios derrubavam árvores em escala muito pequena, retirando somente o necessário para a formação da aldeia e cultivar a terra

A madeira extraída era utilizada nas edificações e nas fabricações dos meios de transportes. A enorme variedade de espécies "arbóreas" permitia inúmeros usos: tinta, canoas, vigas, pilares, armas de caça, instrumentos musicais, instrumentos de trabalho,...

Com a chegada dos Portugueses a extração da madeira se tornou uma atividade econômica altamente rentável (a madeira se tornou o principal produto de exportação)

Além do valor econômico da madeira a nova população utilizava-se dela para elevar suas cidades e construir seus meios de transportes

Histórico

A arquitetura inicial era basicamente feita com madeira, utilizando as técnicas indígenas locais.

As formas eram europeias, porém as técnicas construtivas em madeira, e o vasto conhecimento das possibilidades desta era indígena

Os carros de boi, carroças, barcos maiores, casas maiores,... utensílios domésticos ferramentas e armas eram elaborados de acordo com os europeus

Com o tempo, a extração da madeira além de servir como produto de exportação servia como matéria prima para a produção de energia

A madeira deixou por um bom tempo de ser utilizada nas construções para ser queimada nas embarcações que passavam pelo litoral brasileiro

Na arquitetura ficou rebaixada à estrutura, e as casas tendo o adobe e a taipa, como revestimento



Vantagens da madeira

enorme potencial de renovação na natureza;

baixo consumo de energia no processo de usinagem;

Energia Combustível Fóssil Consumida na Produção de Materiais de Construção

MATERIAL	ENERGIA CONSUMIDA(MJ/M³)
MADEIRA SERRADA	750
AÇO	266.000
CONCRETO	4.800
ALUMÍNIO	1.100.000

**FONTE: FERGUSON, I. LA FONTAINE, B., VINDEN, P., BREN, L. HATELEY,
R. E HERMESEC, B., ENVIRONMENTAL PROPERTIES OF TIMBER, 1996.**

Vantagens da madeira

ÍNDICES DE DESEMPENHO ENERGÉTICO ENERGIA NECESSÁRIA NA FABRICAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE UM DEPÓSITO DE 2.200 M²

MATERIAL	ÍNDICE
TODO EM MADEIRA	1,0
BLOCOS DE CONCRETO, TELHADO EM MADEIRA	1,7
TOTALMENTE PRÉ-FABRICADO EM AÇO	2,1
PAREDES PRÉ-FABRICADAS EM CONCRETO, TELHADO EM MADEIRA	2,7
PRÉ-FABRICADO EM AÇO, VEDAÇÕES EM ALUMÍNIO	3,3

Fonte: TRADA (UK) e EUA

Vantagens da madeira

bom comportamento mecânico, tanto para tração quanto para compressão

alta resistência a cargas de impacto e boa resistência a cargas de curta duração

Pouca alteração das dimensões na variação de temperatura, com efeitos reduzidos de dilatação e contração

apresenta inércia química, não reagindo facilmente com agentes oxidantes ou redutores

Potencial de isolamento térmico

Vantagens da madeira

Apesar de material inflamável, a estrutura de madeira pode apresentar boa resistência ao fogo a relação entre resistência e densidade é vantajosa quando comparada a de outros materiais, tais como concreto: **estrutura de madeira é leve**

material de fácil trabalhabilidade, com características adequadas para estruturas pré-fabricadas

Desvantagens da madeira

Limitação de espécies disponíveis com boa durabilidade natural;

Exemplo: Comparação durabilidade natural de Maçaranduba e de Pinus

Maçaranduba (*Manilkara spp.*, Sapotaceae): resistente ao ataque de fungos apodrecedores e cupins subterrâneos. Moderada resistência aos cupins-de-madeira-seca e baixa resistência aos xilófagos marinhos.

Pinus spp.: susceptível ao ataque de fungos (emboloradores, manchadores e apodrecedores), cupins, brocas-de-madeira e perfuradores marinhos.

Desvantagens da madeira

Limitação de espécies disponíveis com boa durabilidade natural

Material heterogêneo e anisotrópico

Suscetível a agentes externos: clima, fungos, insetos xilófagos (a durabilidade pode ser limitada)

Material não estável: sujeito às ações da umidade, inchando com a absorção e retraíndo com a evaporação.

Limitação dimensional em função do tronco de onde é extraída a madeira

Apresenta inúmeros defeitos, como nós e fendas que interferem em suas propriedades mecânicas

Classificação das madeiras

As categorias distinguem-se pela estrutura celular dos troncos e não propriamente pela resistência

Classificam-se em:

- Madeiras duras
- Madeiras macias

Madeira duras

Provenientes de árvores frondosas (*dicotiledôneas*, da classe Angiosperma, folhas achatadas e largas)

Crescimento lento

Ex.: peroba, ipê, aroeira, carvalho

Também são chamadas de madeiras de lei

Geralmente, perdem suas folhas no outono

Madeiras macias

Provenientes em geral de árvores coníferas (da classe Gimnosperma, com folhas em forma de agulhas ou escamas, e sementes agrupadas em forma de cones)

Crescimento rápido

Ex.: pinheiros europeus, pinheiro-do-paraná, pinheiro-bravo, pinheiros norte-americanos

Mantêm suas folhas verdes o ano inteiro

Estrutura e crescimento da madeira

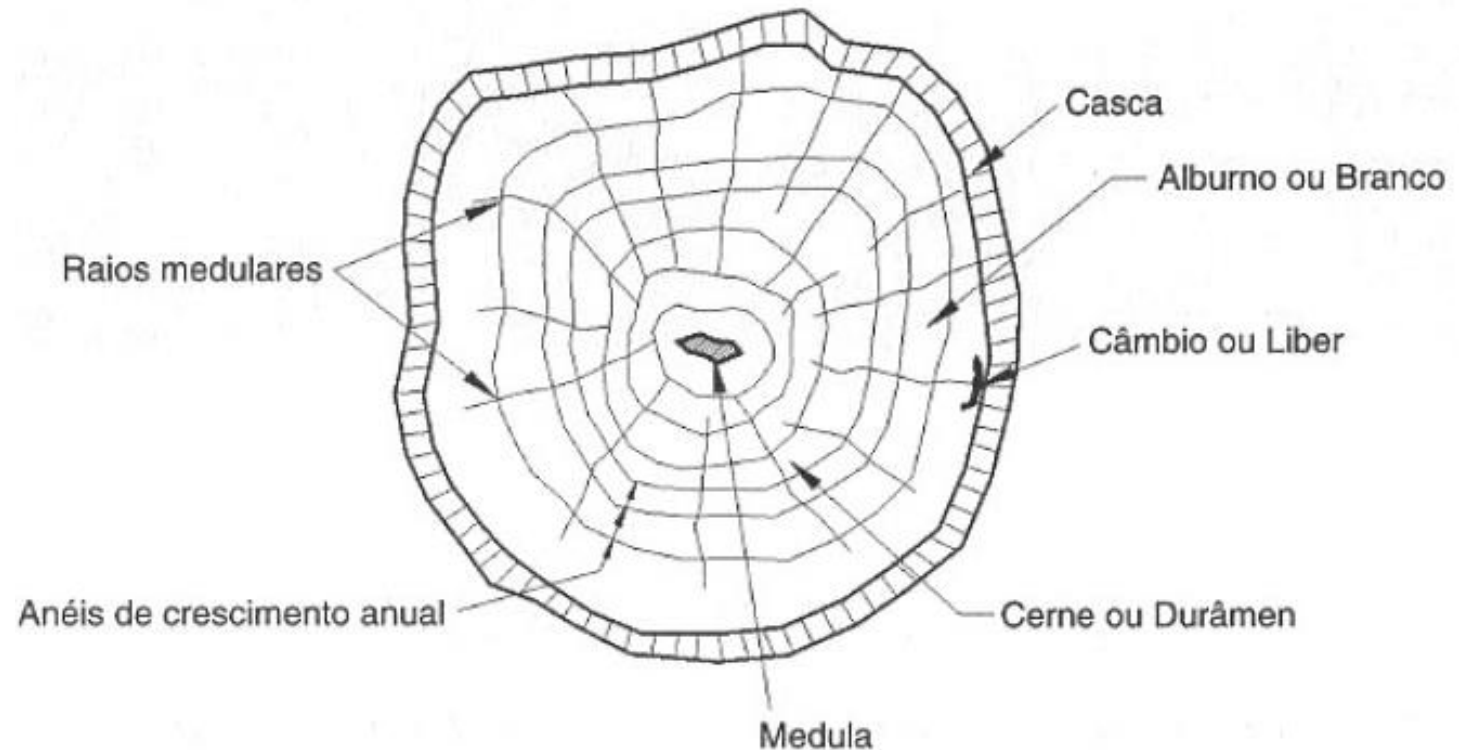
Camadas da seção transversal de um tronco:

Casca

proteção externa da árvore

formada por uma camada externa morta, de espessura variável com a idade e as espécies

e uma fina camada interna, de tecido vivo e macio, que conduz o alimento preparado nas folhas as partes em crescimento



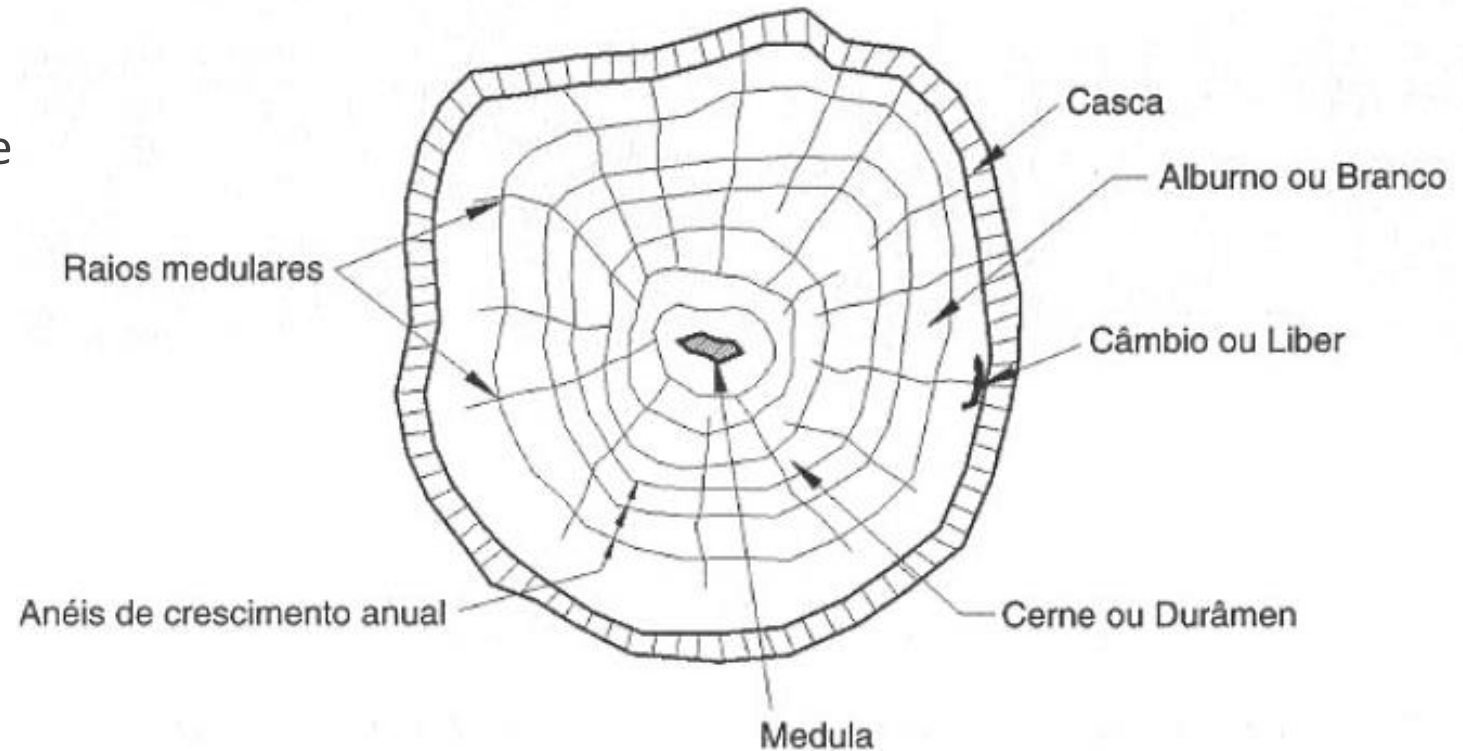
Estrutura e crescimento da madeira

Alburno ou branco

camada formada por células vivas que conduzem a seiva das raízes para as folhas

Tem espessura variável conforme a espécie, geralmente de 3 a 5 cm

Madeira do alburno é Mais sensível higroscópica* que a do cerne, sendo mais sensível do que esta última à decomposição por fungos



*Higroscópica= absorve umidade do ar

Estrutura e crescimento da madeira

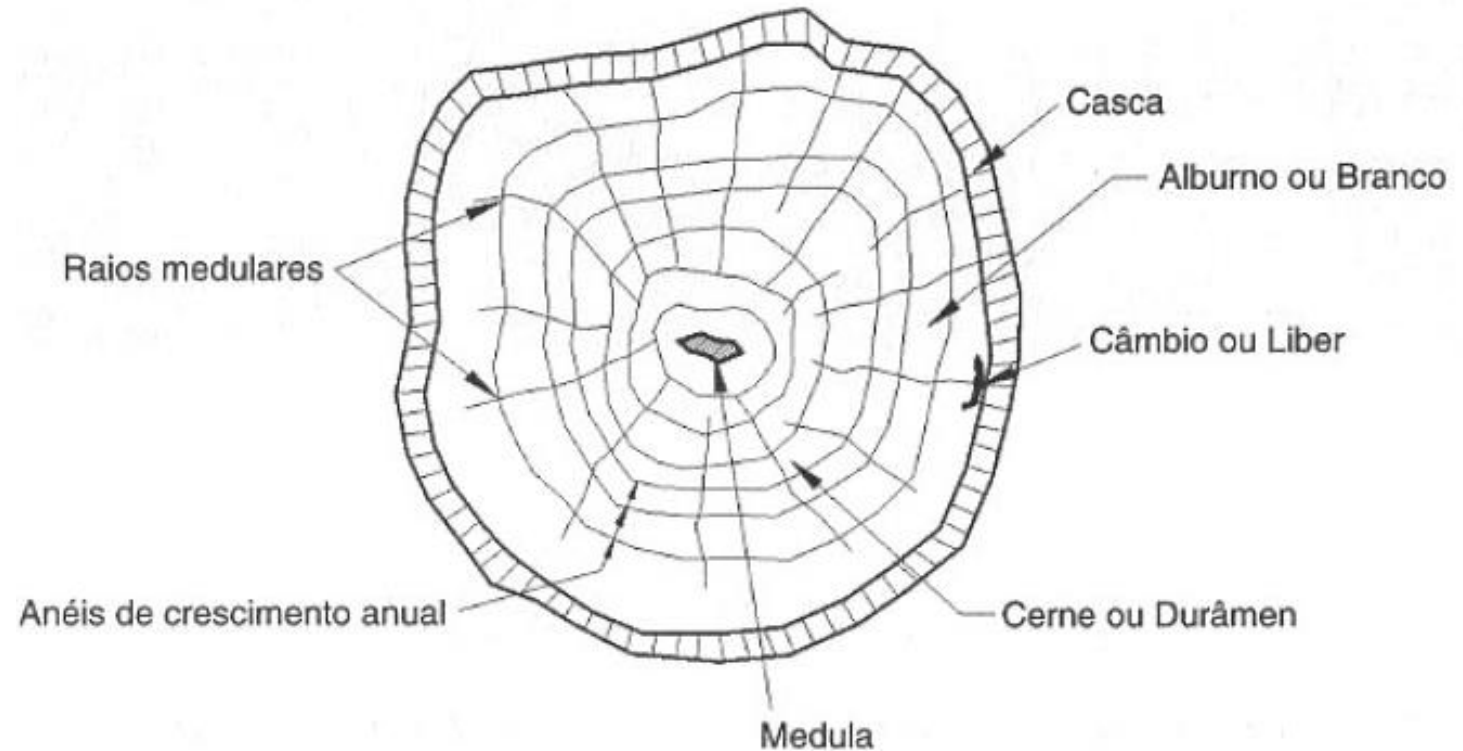
Cerne ou durâmen

Com o crescimento, as células vivas do alburno tornam-se inativas e constituem o cerne

Coloração mais escura

Função: sustentar o tronco

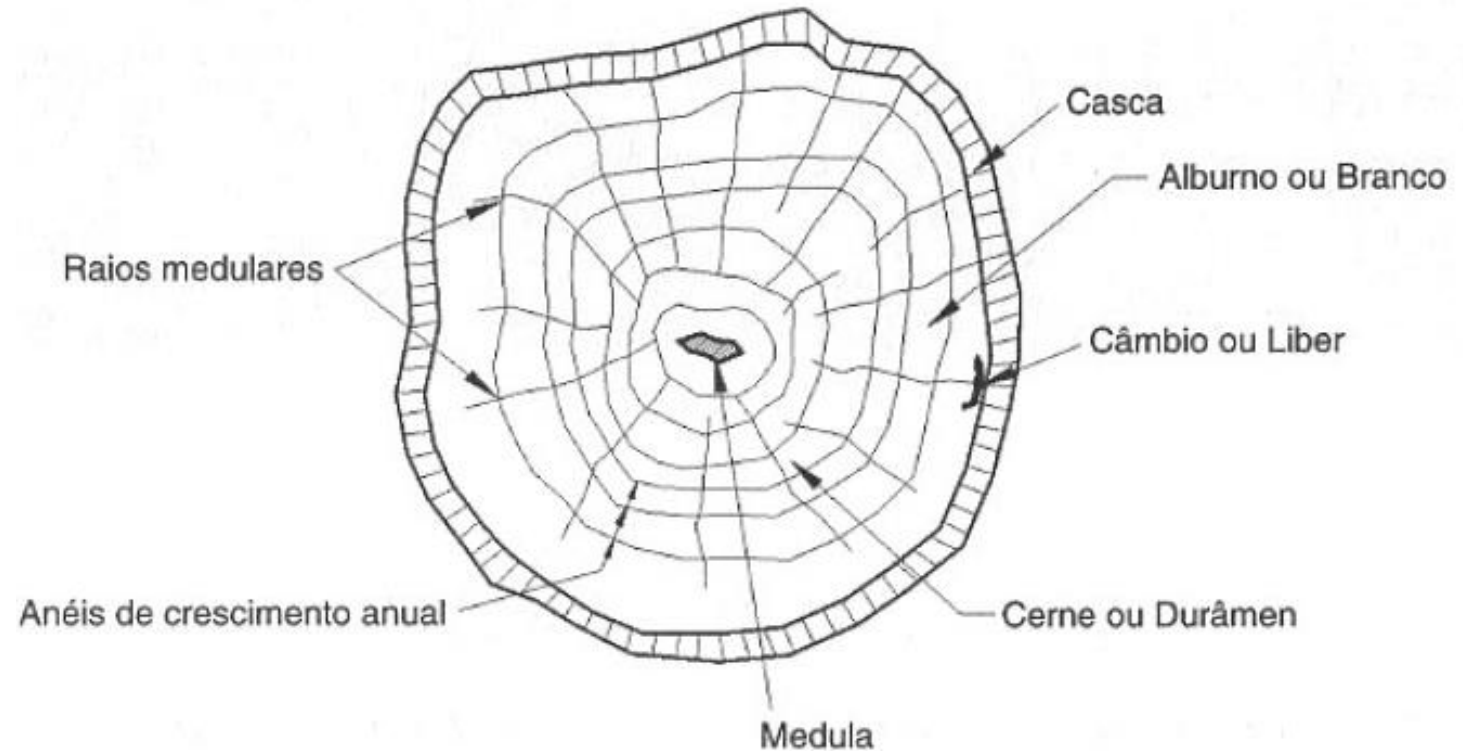
As madeiras para construção devem ser tiradas de preferência do cerne, por mais durável



Estrutura e crescimento da madeira

Medula

Tecido macio em torno do qual se verifica o primeiro crescimento da madeira, nos ramos novos



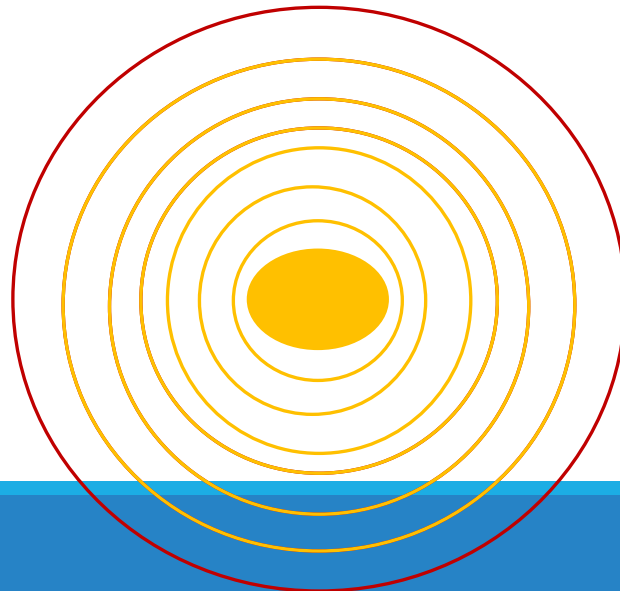
Estrutura e crescimento da madeira

as árvores produtoras de madeira são do tipo exôgeno: adição de camadas externas

Os anéis são gerados pela divisão de células em uma camada situada sob a casca chamada de *câmbio* ou *liber*

Climas temperados e frios: crescimento do tronco em anéis anuais: uma clara de tecido brando correspondente à primavera e outra escura de tecido mais resistente correspondente ao verão

Climas equatoriais: os anéis nem sempre são perceptíveis



Microestrutura da madeira

Células da madeira= fibras

São tubos de parede fina alinhados na direção axial do tronco e colados entre si

Fibras longitudinais possuem diâmetro de 10 a 80 micra e comprimento de 1 a 8 mm

Microestrutura da madeira

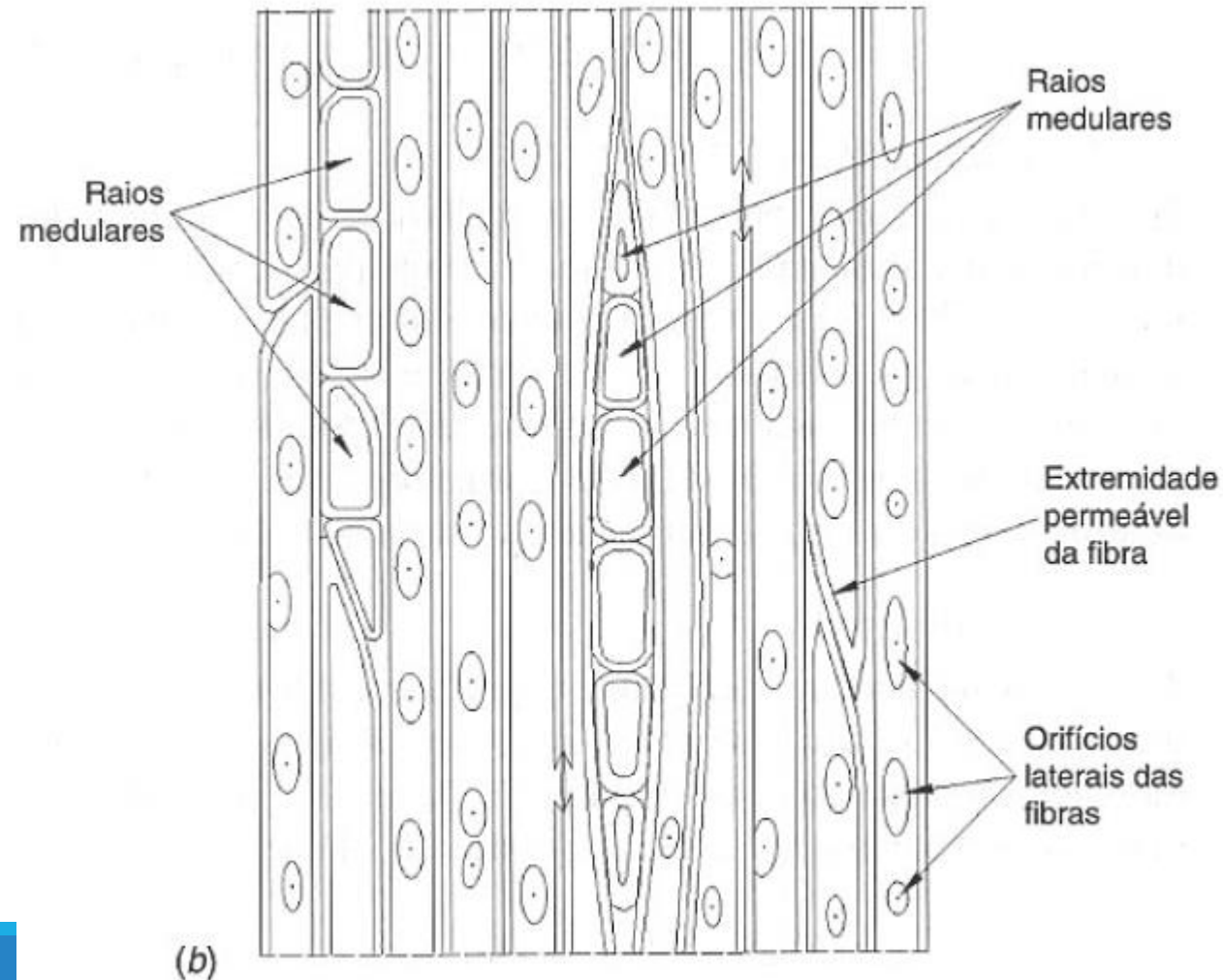
Macias (Coníferas)

90% do volume é composto por fibras longitudinais, que são os elementos portantes da árvore

conduzir a seiva por tensão superficial e capilaridade através dos canais formados pelas cadeias de células

Fibras com extremidades permeáveis e perfurações laterais para permitir a passagem de líquidos

Algumas coníferas apresentam ainda canais longitudinais, ovalizados, onde são armazenado resinas



Microestrutura da madeira

Frondosas

Células longitudinais são fechadas nas extremidades

A seiva circula em outras células de grande diâmetro, com extremidades abertas, justapostas, denominadas de vasos ou canais

As fibras têm apenas função portante

Microestrutura da madeira

Parênquima

Tecido pouco resistente

Formado por grupos de células espalhadas pela massa lenhosa

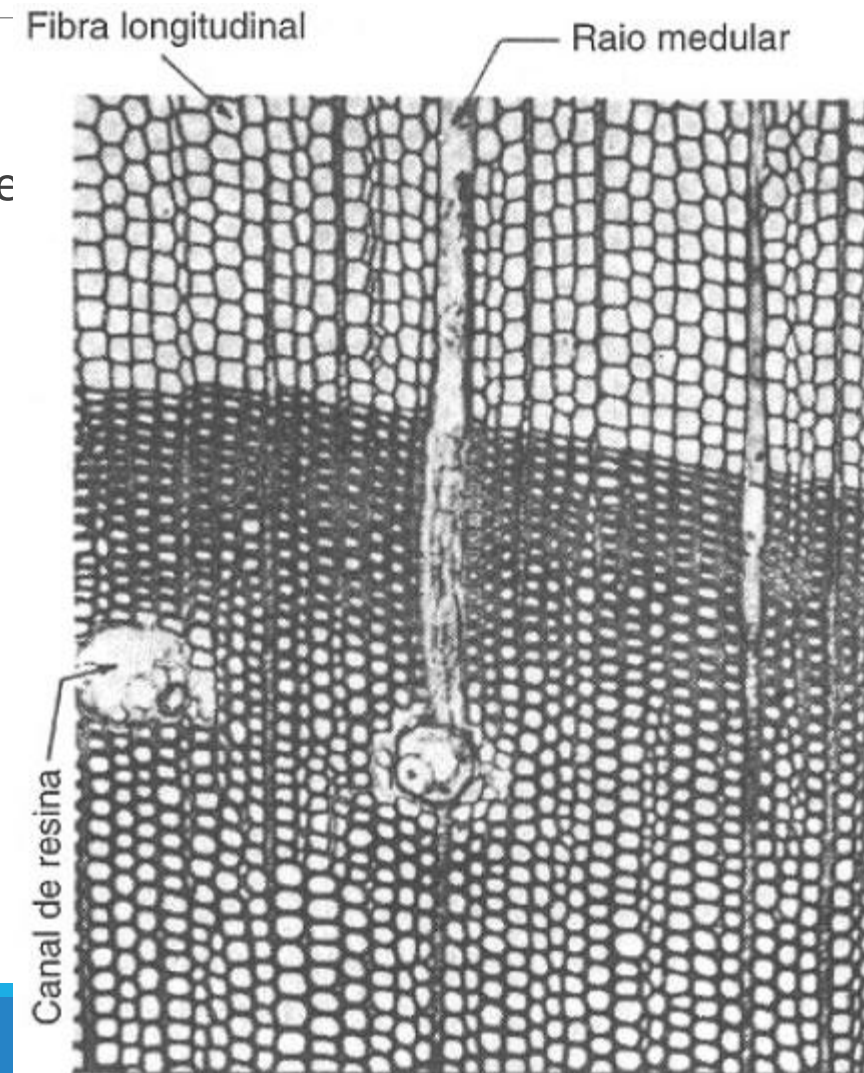
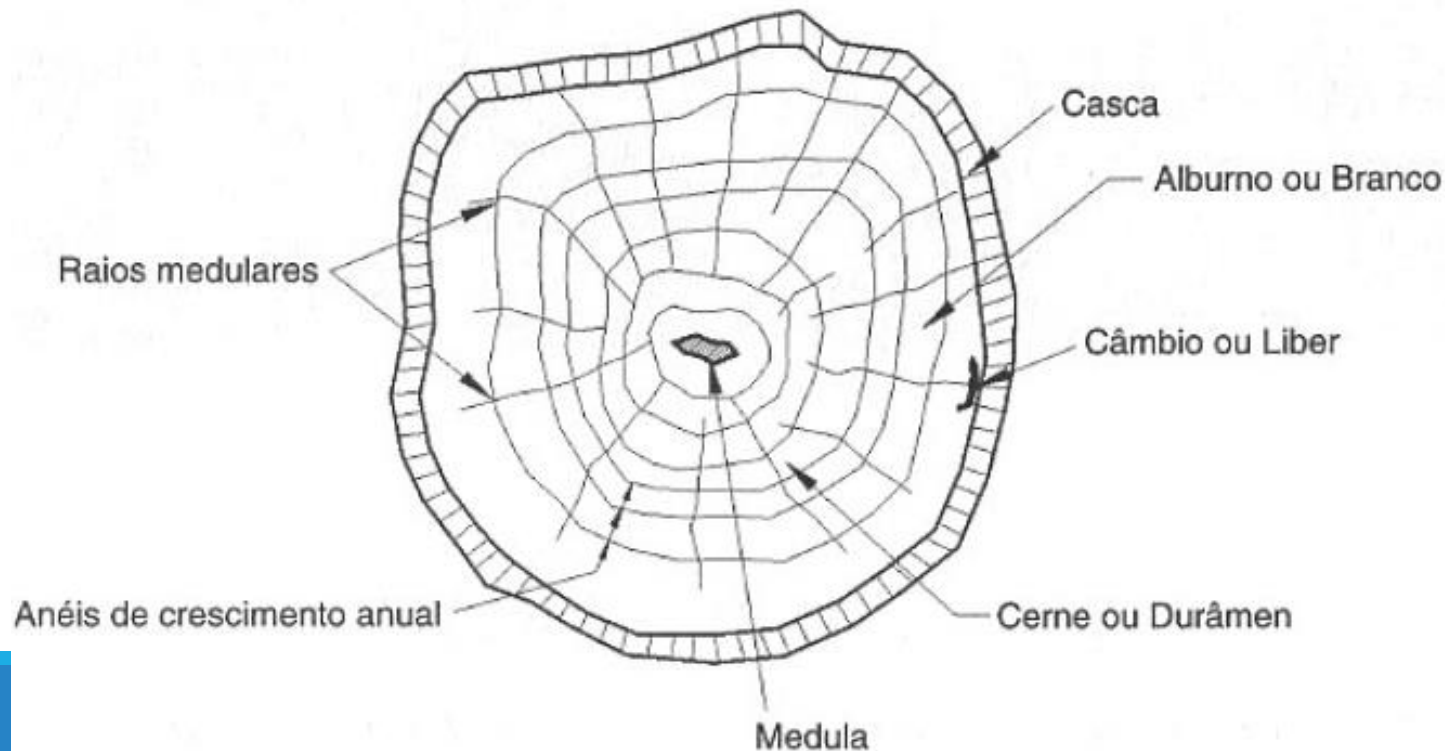
Função: armazenar e distribuir matérias alimentícias

“Impressão digital” das árvores

Microestrutura da madeira

Parênquima

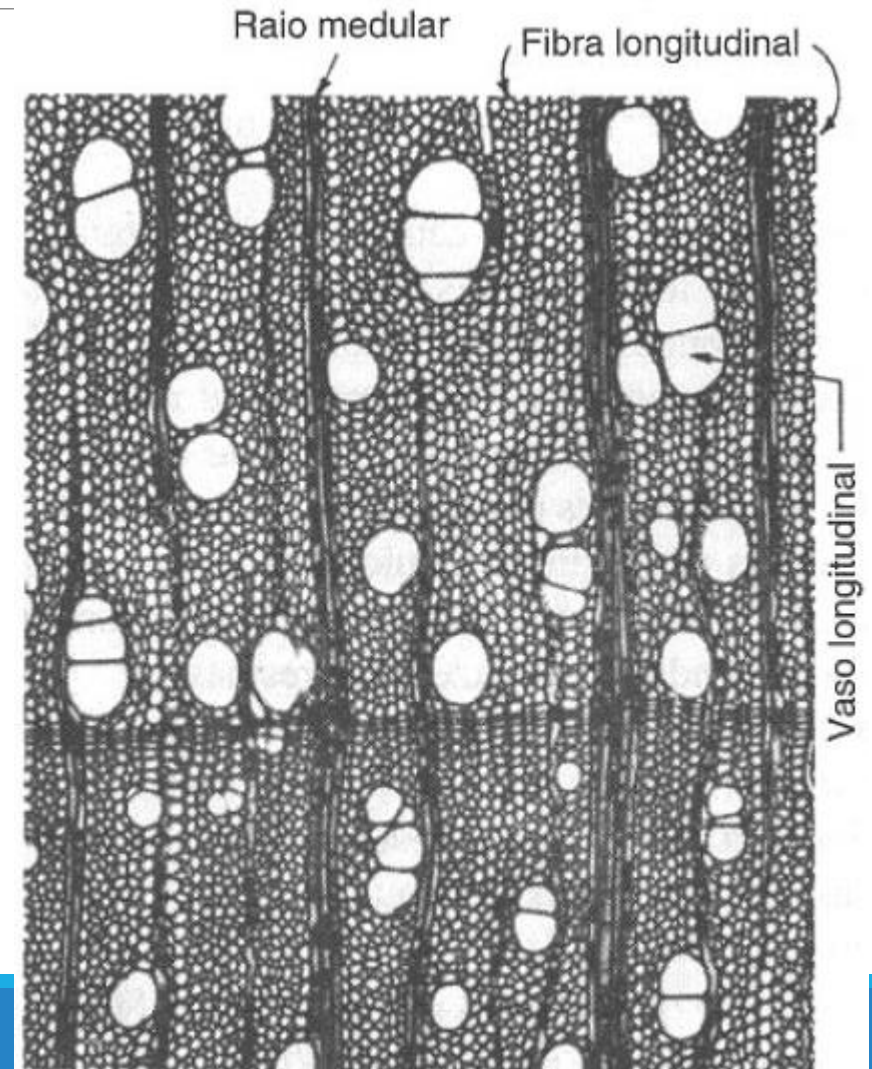
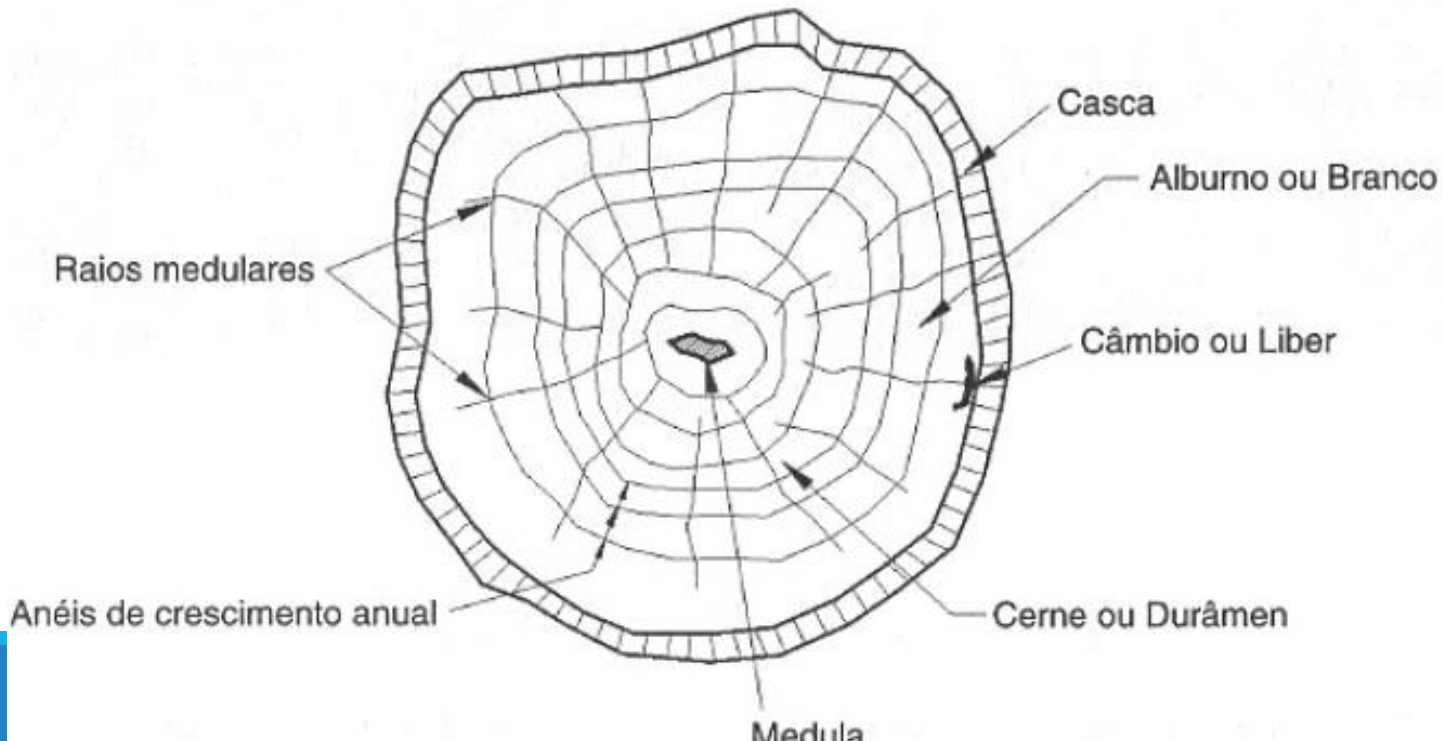
Em coníferas: células do parênquima orientadas transversalmente do centro do tronco (medula) para a periferia formando fibras radiais (raios medulares)



Microestrutura da madeira

Parênquima

Em frondosas: o parênquima se distribui transversalmente e longitudinalmente



Estrutura molecular da madeira

Composta por substâncias orgânicas

Carbono 50%

Oxigênio 44%

Hidrogênio 6%

Composto orgânico predominante: celulose (cerca de 50% da madeira é constituída por filamentos que reforçam as paredes das fibras longitudinais)

Outros componentes orgânicos: hemicelulose (20 a 25%) e a lignina (20 a 30%) que envolvem as macromoléculas de celulose ligando-as

Lignina também provê rigidez e resistência à compressão às paredes das fibras

Madeira é um material compósito!!!

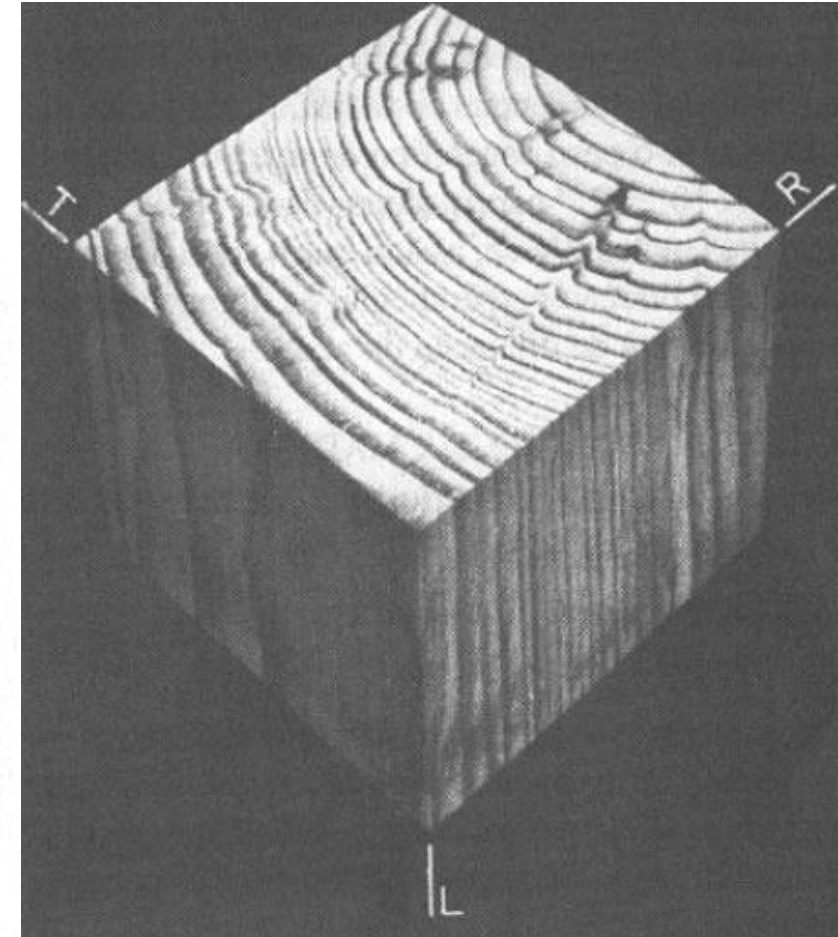
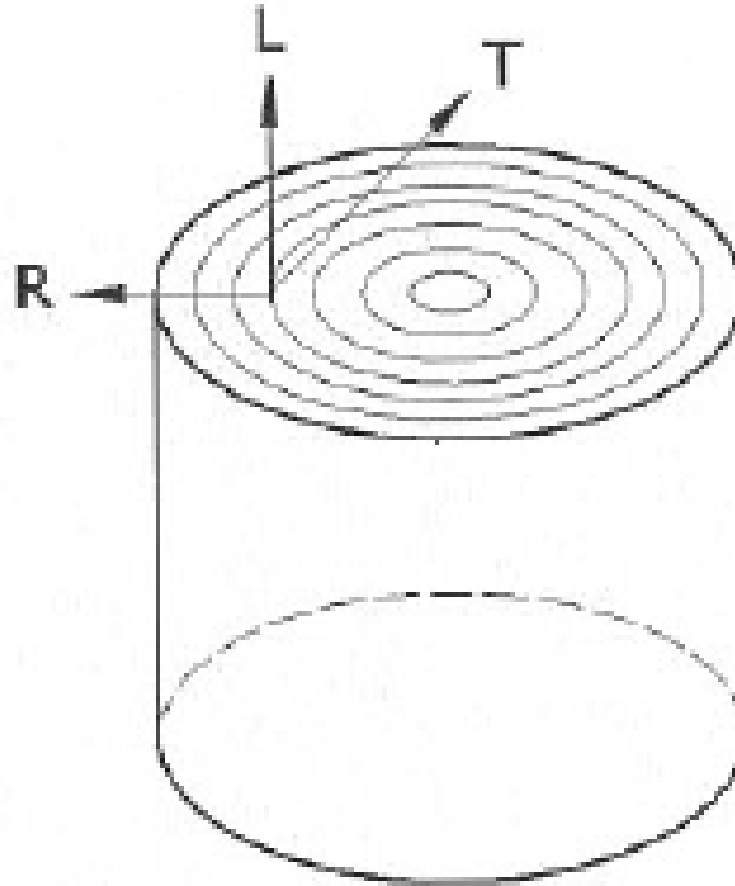
Propriedades físicas da madeira: Anisotropia

A madeira tem 3 direções:
longitudinal, radial e tangencial

As propriedades não são constantes
nas três direções

A diferença de propriedades entre
as direções radial e tangencial
raramente têm importância prática

As propriedades na direção
longitudinal e na direção
perpendicular às mesmas fibras



Propriedades físicas da madeira:

Umidade

Grau de umidade U é o peso de água contido na madeira expresso como uma porcentagem do peso da madeira seca em estufa P_s (até a estabilização do peso)

P_i = peso inicial da madeira

$$U(\%) = \frac{P_i - P_s}{P_s} * 100$$

Propriedades físicas da madeira:

Umidade

A umidade está presente na madeira de duas formas:

-água no interior da cavidade das células ocas (fibras)

-água absorvida nas paredes das fibras

Ponto de saturação das fibras

ponto pelo qual as paredes das células ainda estão saturadas, porém a água no seu interior se evaporou

Esse ponto corresponde ao grau de umidade de 30%

Então a madeira é chamada de **meio seca**

Propriedades físicas da madeira:

Umidade

Continuando a secagem da madeira, a madeira atinge um ponto de equilíbrio com o ar, por isso denomina-se **seca ao ar**

O grau de umidade desse ponto Depende da umidade atmosférica, variando de 10 a 20% para umidade relativa do ar entre 60% e 90% e temperatura de 20°C

A umidade tem efeito em outras propriedades da madeira

→ para essas propriedades é adotada uma **umidade padrão de referência** no valor de 12%

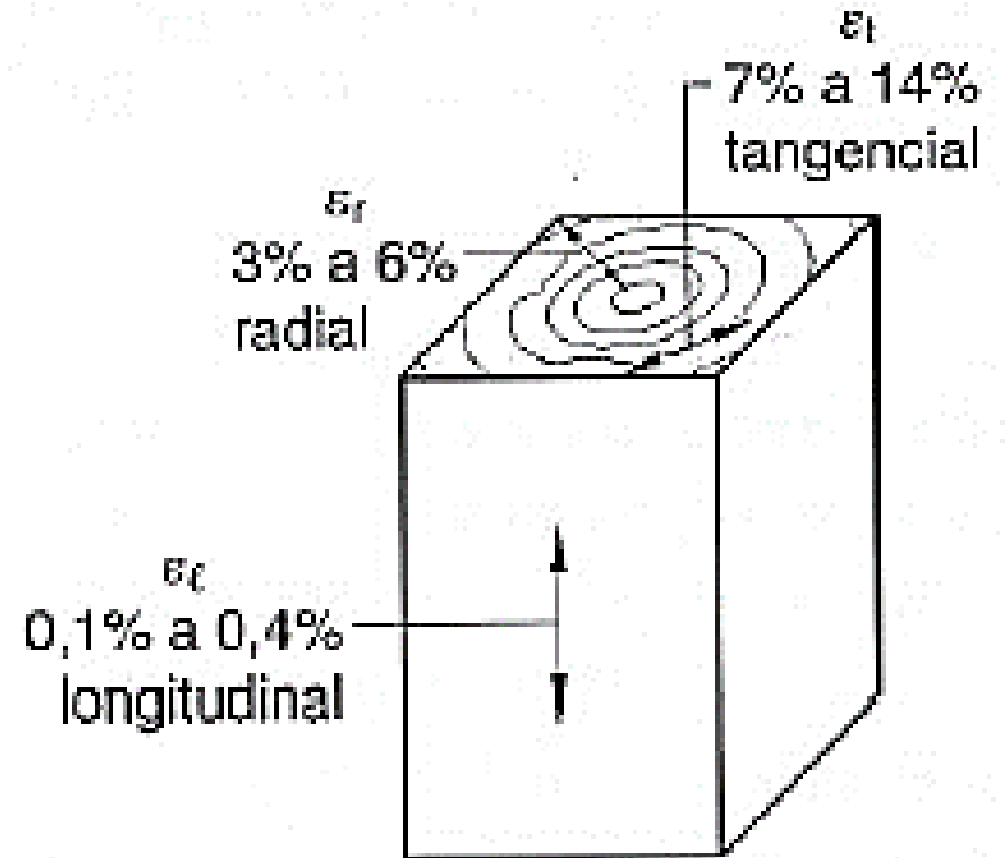
Em serviço, a umidade de uma peça de madeira varia continuamente

Propriedades físicas da madeira:

Retração da madeira

As madeiras sofrem retração ou inchamento com a variação da umidade entre 0% e o ponto de saturação das fibras 30%

O fenômeno é mais importante tangencialmente



Propriedades físicas da madeira:

Deterioração da madeira

Ataque biológico

fungos, cupins, moluscos e crustáceos marinhos

A vulnerabilidade da madeira de construção ao ataque biológico depende:

- Da camada do tronco de onde foi extraída a madeira (o alburno é mais sensível a biodegradação do que o cerne)
- da espécie da madeira (algumas espécies são mais resistentes à biodegradação)
- das condições ambientais, caracterizados pelo ciclo de reumidificação, pelo contato com o solo, com água doce ou salgada

Propriedades físicas da madeira:

Deterioração da madeira

Ação do fogo

Madeira é um material combustível

No entanto, quando bem projetadas e construídas são bem resistentes ao fogo

Peças robustas possuem boa resistência ao fogo

Camada mais externa sofre carbonização, retardando a propagação do calor para o interior da seção e conservando por um tempo maior a resistência mecânica da peça

Comportamento previsível perante o fogo

Peças esbeltas possuem baixa resistência ao fogo



Propriedades físicas da madeira:

Deterioração da madeira

Tratamento químico adequado + adoção de detalhes construtivos que favoreçam as condições ambientais + escolha da espécie adequada = estruturas de madeira de grande durabilidade

Tratamento químico pode ser realizado com preservativos químicos e retardadores de fogo

Defeitos das madeiras

Prejudicam a resistência, o aspecto ou a durabilidade

Nós

Imperfeição da madeira nos pontos dos troncos onde existiam galhos

Os galhos vivos na época do abate da árvore produzem nós firmes, enquanto os galhos mortos originam nós soltos

Reduzem a resistência à tração



Defeitos das madeiras

Fendas

Aberturas nas extremidades das peças, produzidas pela secagem mais rápida da superfície

Ficam localizadas em planos longitudinais radiais, atravessando anéis de crescimento

Pode ser evitado por meio de secagem lenta e uniforme da madeira



© Can Stock Photo - csp11079806

Defeitos das madeiras

Gretas ou ventas

Separação dos anéis anuais, provocada por tensões internas devidas ao crescimento lateral da árvore, por ações externas, como flexão devido ao vento



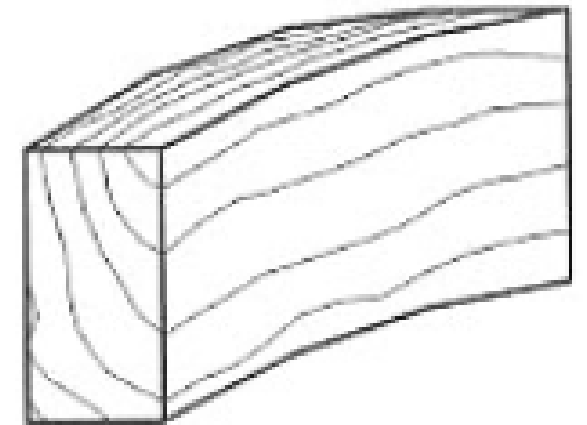
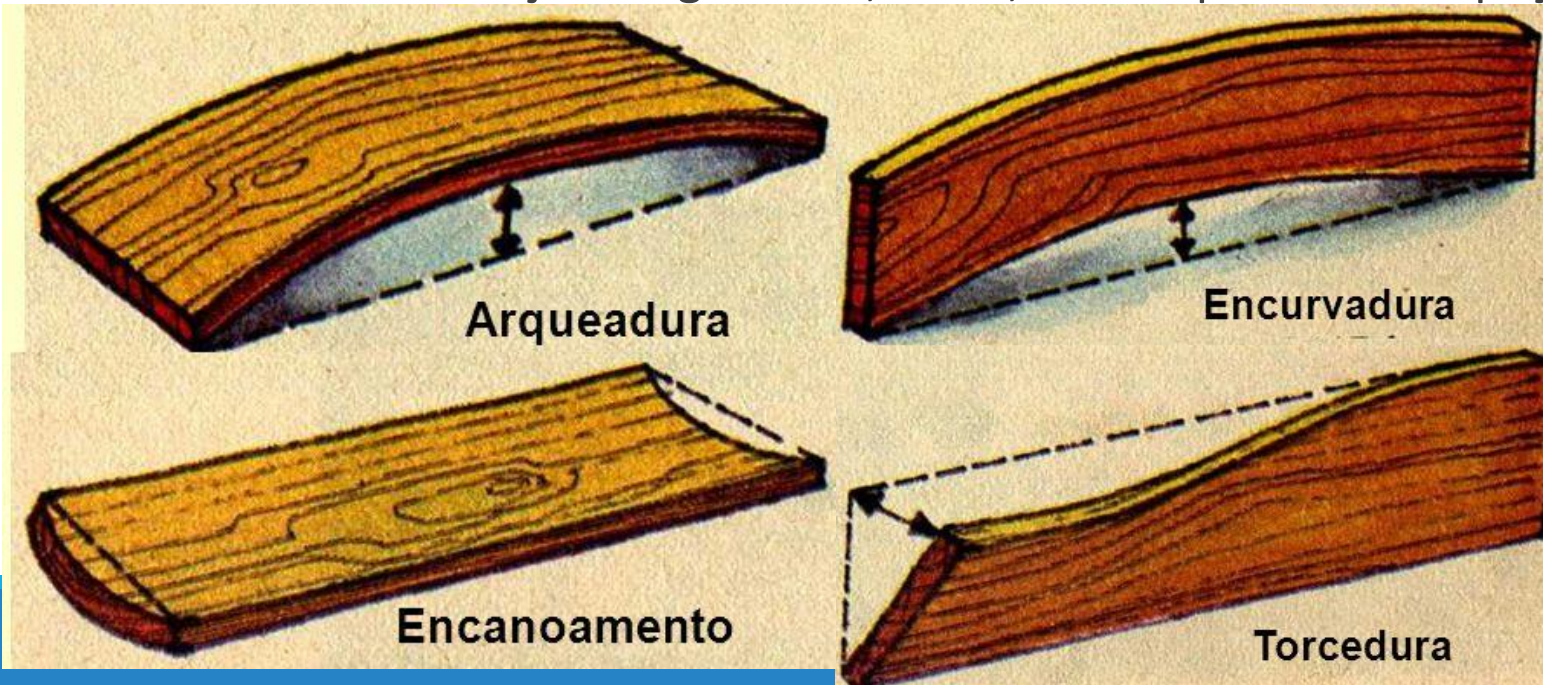
Defeitos das madeiras

Abaulamento

Encurvamento na direção da largura da peça

Arqueadura

Encurvamento na direção longitudinal, isto é, do comprimento da peça



Defeitos das madeiras

Fibras reversas

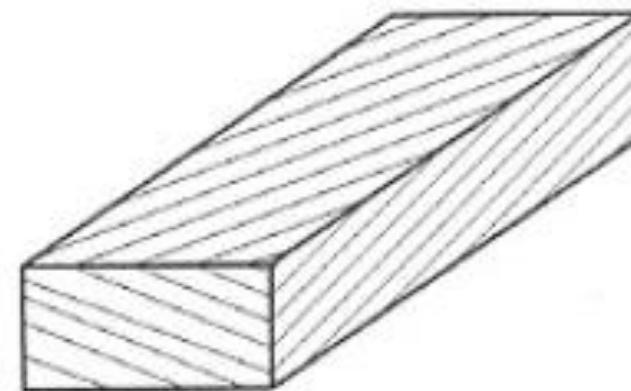
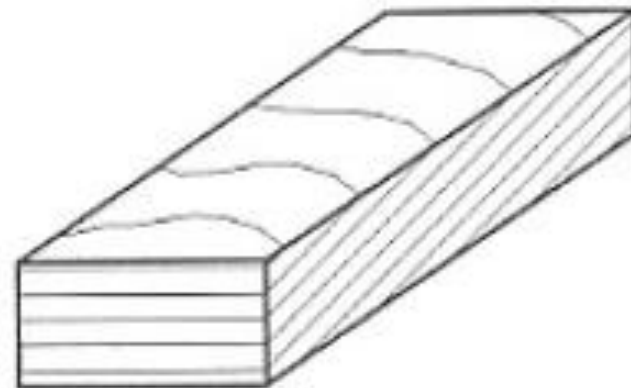
Fibras não paralelas ao eixo da peça

Podem ser provocadas por:

-causas naturais: proximidade de nós ou ao crescimento das fibras em forma de espiral

-serragem: serragem da peça em plano inadequado podem produzir peças com fibras inclinadas em relação ao eixo

Reduzem a resistência da madeira



Defeitos das madeiras

Esmoadada ou quina morta

Canto arredondado, formado pela curvatura natural do tronco

A quina morta significa elevada proporção de madeira branca (alburno)

