

Propriedades da madeira

1. Propriedades físicas

Prof. Dr. Umberto Klock
Curso de Engenharia Industrial Madeireira

Propriedades físicas



Objetivos

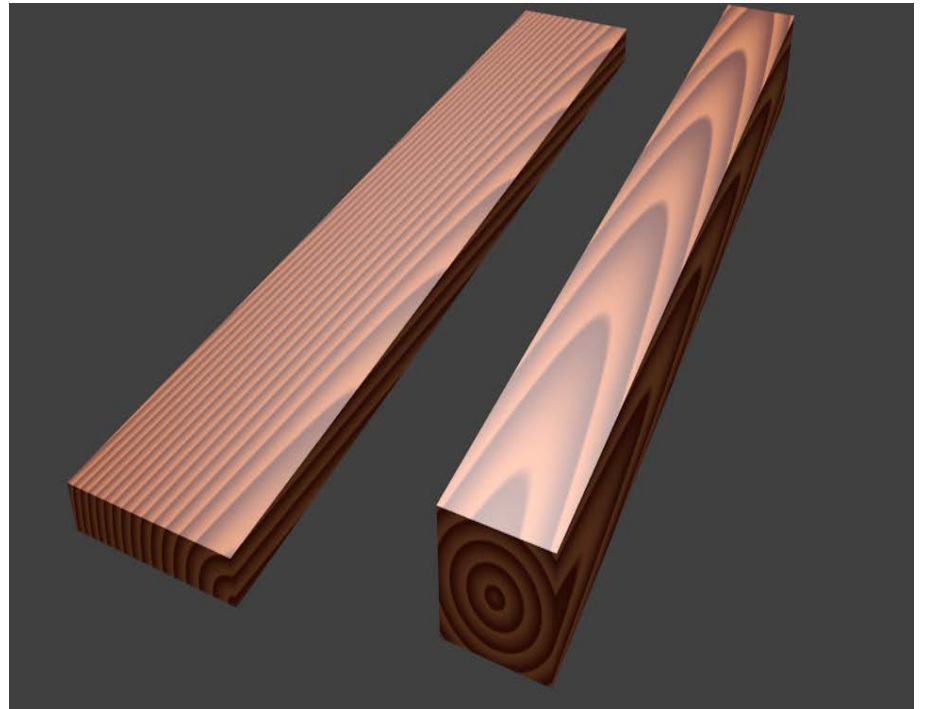
- Conhecer as propriedades da madeira:
 - ❖ Propriedades físicas.
 - ❖ Densidade da madeira.
 - ❖ H_2O na madeira
 - ❖ Contração e inchamento

INTRODUÇÃO

- A utilização intensiva da madeira como matéria-prima para fins industriais ou construtivos só pode ocorrer a partir do conhecimento adequado de suas propriedades.
- Por ser um elemento orgânico heterogêneo, composto basicamente de celulose, hemiceluloses, lignina e extrativos, apresenta uma versatilidade enorme de usos para obtenção de uma grande quantidade de produtos.

- O aprimoramento no emprego de novas tecnologias para transformação e uso racional da madeira na geração de novos produtos, requer o conhecimento adequado de suas características e comportamento como matéria-prima.
- Sendo um recurso natural renovável, de suprimento praticamente inesgotável, continuará tendo possibilidade de utilização infindáveis.

Variações da madeira no tronco



Variações da madeira no tronco



•Variação medula-casca



•Variação base topo





Questões ?

- De que forma poderemos valorizar a utilização da madeira?
- Como os futuros engenheiros industriais madeireiros poderão contribuir com o desenvolvimento da Indústria Madeireira?

Trabalho prático: (Equipes)

- Ir a um supermercado da cidade e relacionar produtos produzidos a partir da madeira:
- Se possível identificar qual a madeira utilizada e quais propriedades que seriam importantes naquele produto.
- Data de entrega: **ATÉ 28/05/2012**

Densidade da Madeira (Massa específica)

- A **massa específica** é uma das propriedades físicas mais importantes da madeira porque esta relacionada diretamente com propriedades como resistência mecânica, grau de alteração dimensional e perda ou absorção de água.
-
- Dela dependem a maior parte das qualidades físicas e tecnológicas, servindo na prática como parâmetro para classificação de madeiras.

Densidade da Madeira

- A densidade (massa específica) expressa a quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume, ou do volume de espaços vazios existentes em uma madeira.

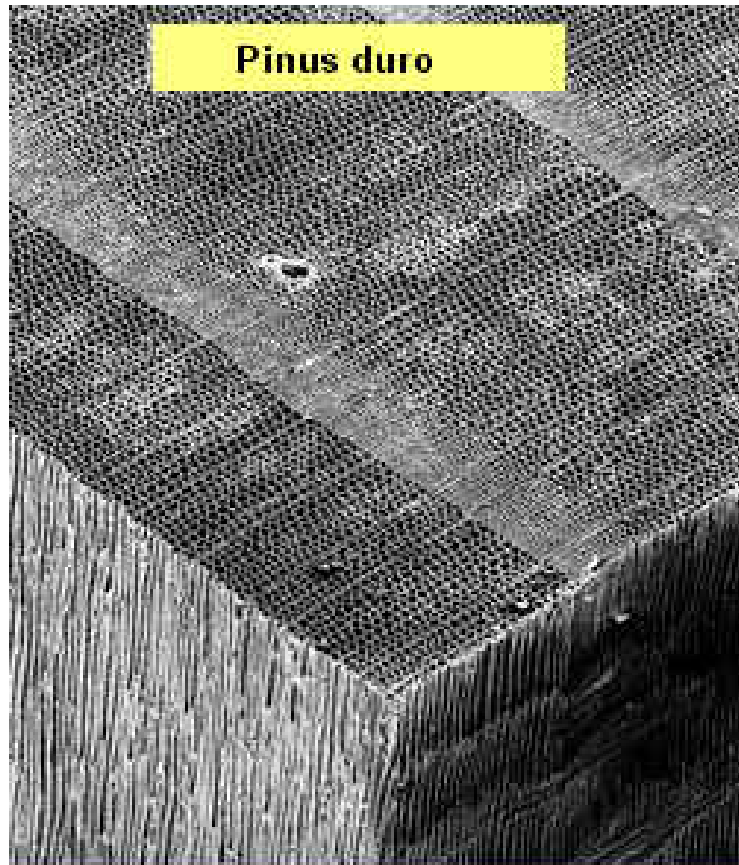
■ Onde: $\rho = m \div v$

- ρ = densidade
- m = massa
- V = volume

Densidade da Madeira

- No Sistema Internacional, a massa é medida em kg e o volume, em m³. Assim:
 - $\rho = m.v^{-3}$
- Outras unidades utilizadas são o g.cm⁻³ e g.l⁻¹

Densidade da Madeira



Densidade da Madeira - tipos

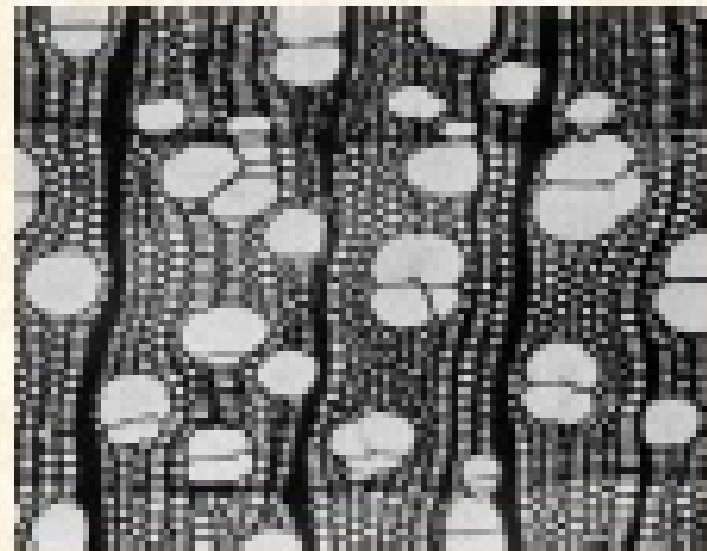
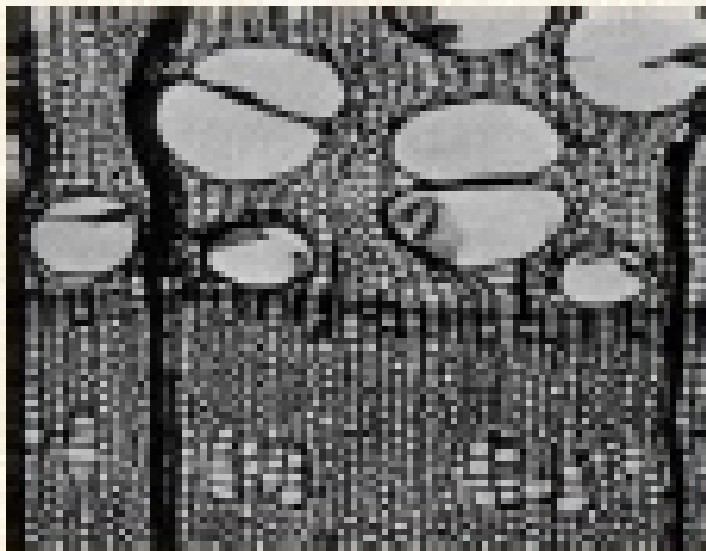
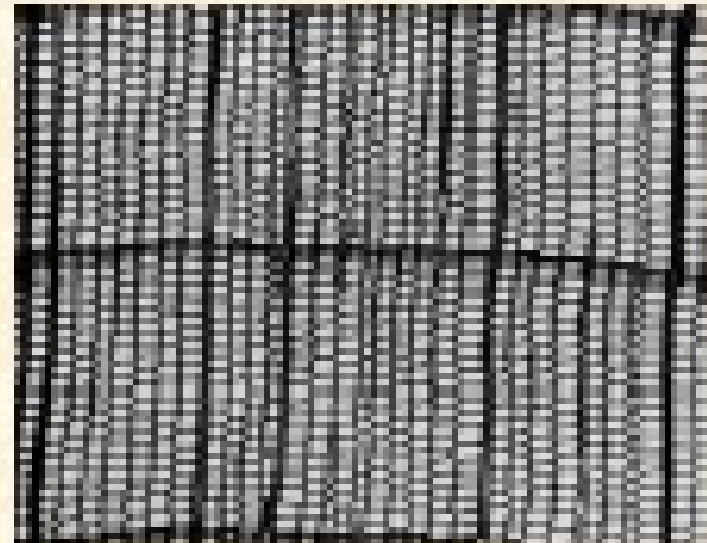
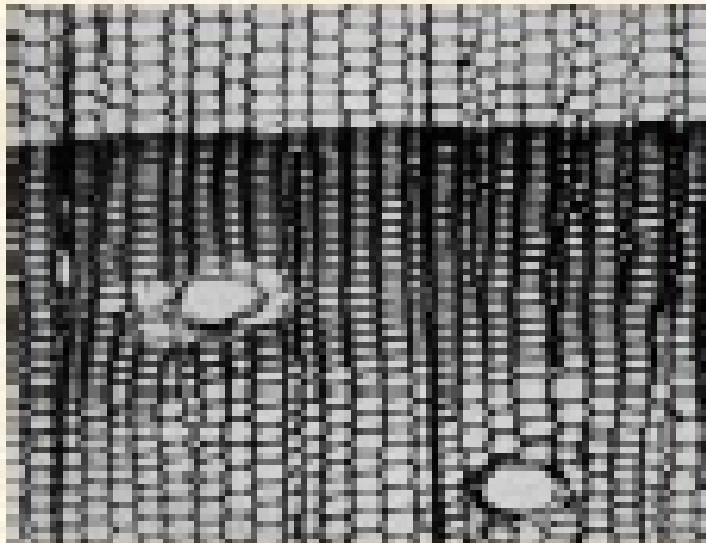
■ Densidade Aparente

- A Densidade é influenciada pelo teor de umidade da madeira, assim esta relacionada com este teor:
- $\rho_{12\%} = m_{12\%} \div V_{12\%}$
- $\rho_{15\%} = m_{15\%} \div V_{15\%}$
- $\rho_{0\%} = m_{0\%} \div V_{0\%}$

Densidade da Madeira - tipos

- Densidade básica

- $\rho_b = m_{o\%} \div V_{\text{verde}}$



•Variação entre espécies

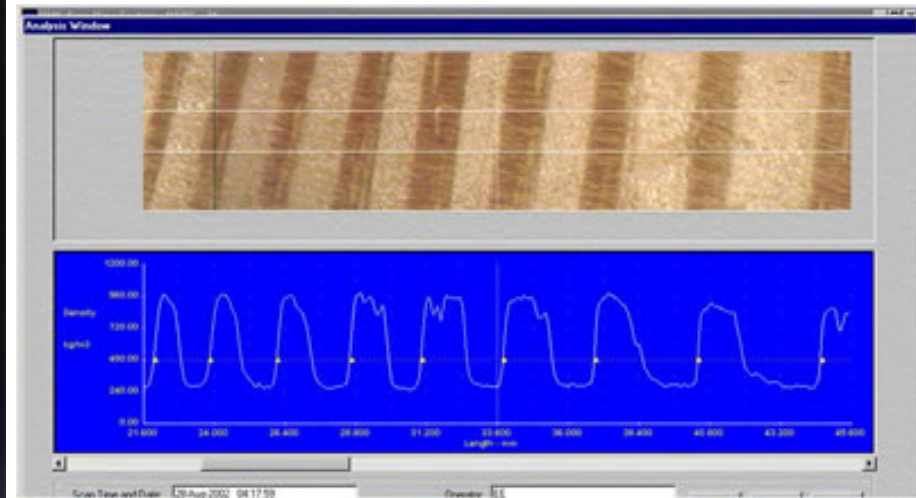
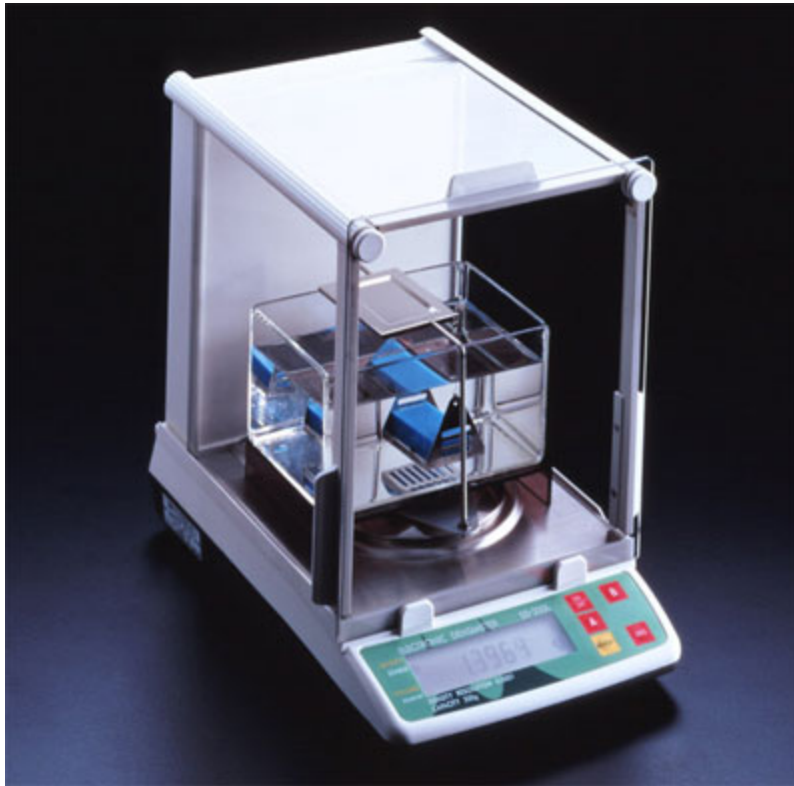
Densidade da Madeira - determinação

- A determinação da densidade de uma amostra de madeira pode ser realizada determinando-se seu peso e seu volume.
- PESO = pode ser obtido diretamente em balança analítica ou de precisão.

Densidade da Madeira

- **VOLUME ?**
- pode ser obtido por diversos métodos, os principais são:
- **Método estereométrico**
- **Métodos por deslocamento :**
- **Imersão da peça em água**
- **Método de pesagem**

Densidade da Madeira : densitometros

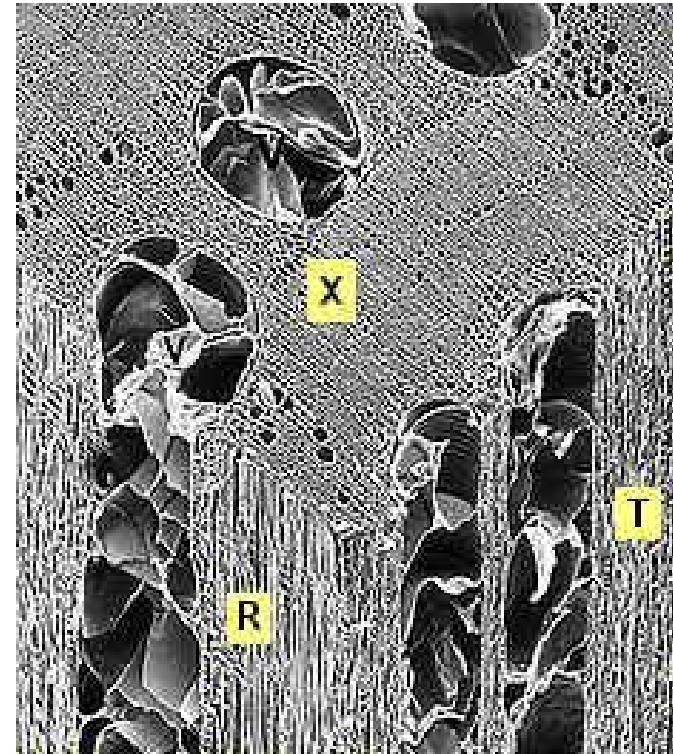
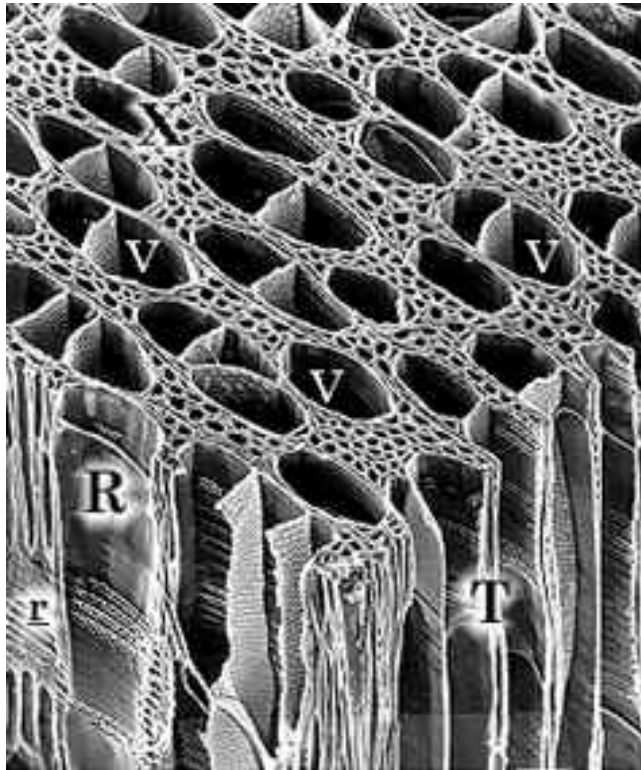


Densidade da Madeira

- **Fatores que afetam a densidade:**
 - **1. Espécie**
 - **2. Teor de Umidade**
 - **3. Lenho Inicial e Lenho Tardio**
 - **4. Posição no Tronco**
 - **5. Influências Externas**

Densidade da Madeira - tipos

- Espécie:



Balsa – menor densidade 150 kg/m^3



Photo: Arnhemse Fijnhouthandel



Maiores densidades



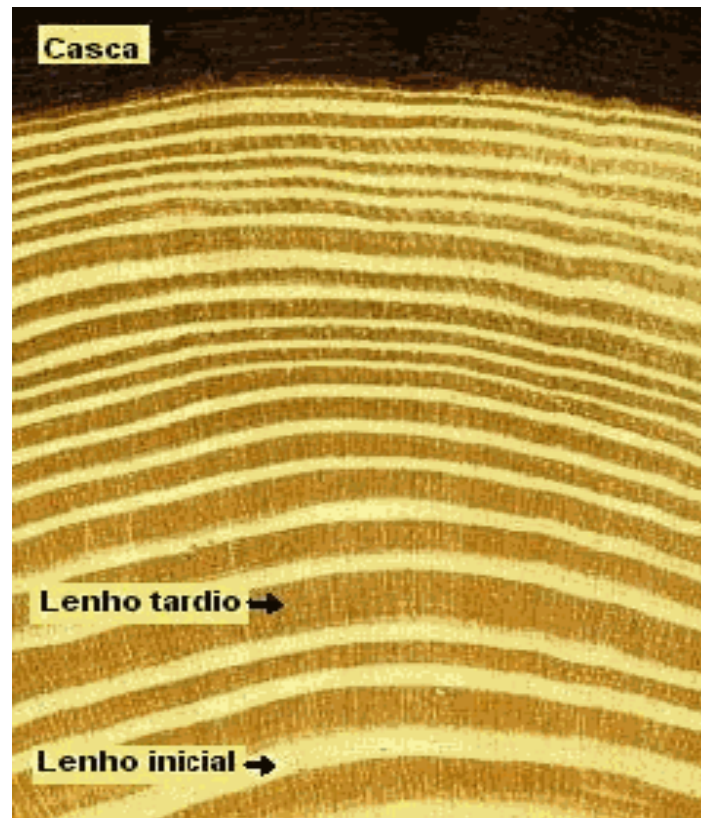
- **Acacia peuce – densidade básica 1.372 Kg.m-3**



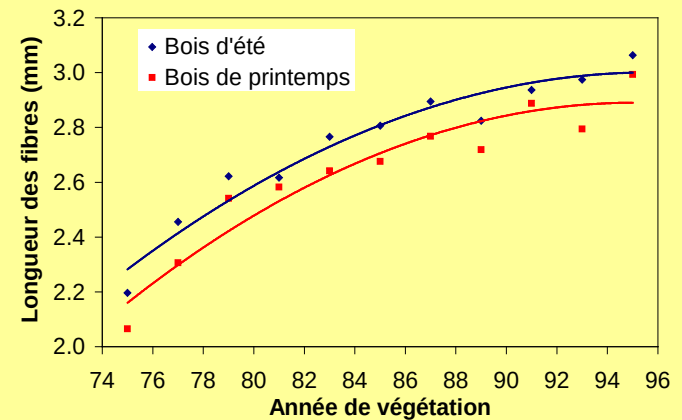
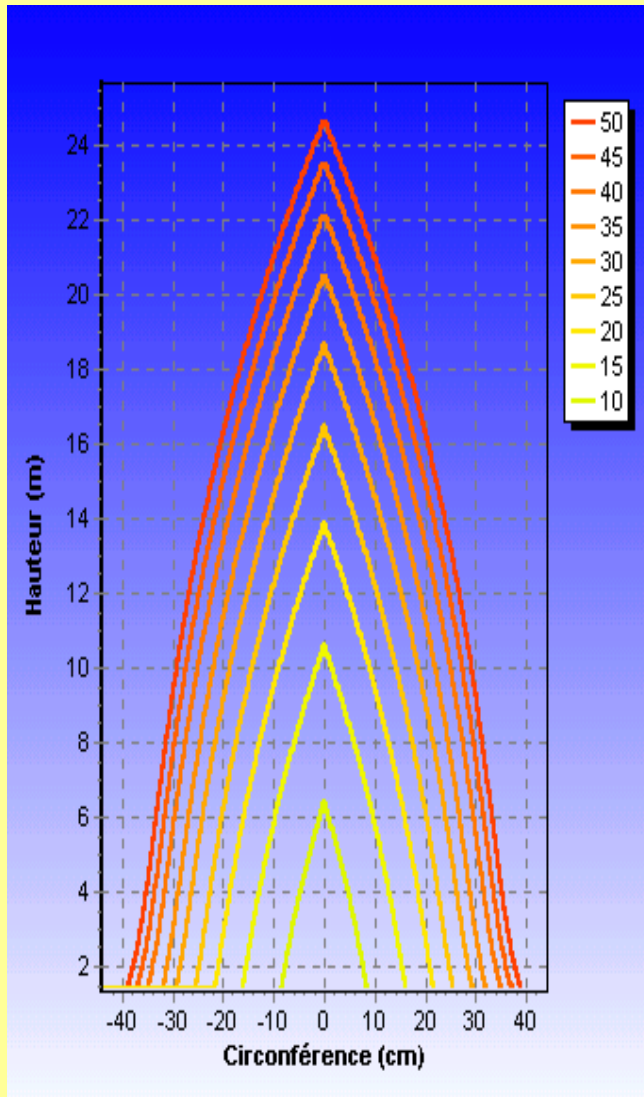
- **Lysiphyllum carronii**
- **densidade básica 1.390 Kg.m-3**

Densidade da Madeira

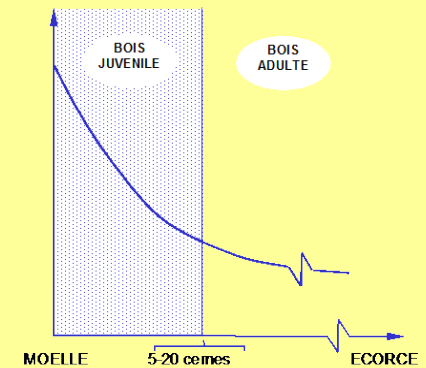
- Lenho Inicial e Lenho Tardio



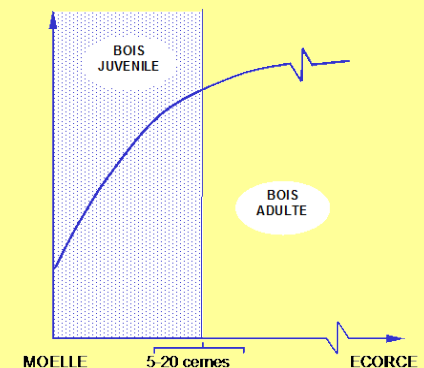
✓ Madeira Juvenil x Madeira Adulta



Angle des microfibrilles
Retrait longitudinal
Taux d'humidité
Angle du fil



Densité du bois
Longueur des fibres
Résistance
Épaisseur des parois
Retrait tangentiel
Pourcentage de bois d'été



Densidade da Madeira

- Fatores que afetam a densidade:
- Influências Externas
- Fatores de crescimento como o clima, tipo de solo, altitude, umidade do solo, espaçamento e associação de espécies.
- Podem ainda ser motivados por aplicação de técnicas silviculturais como: adubação, poda, desbaste, densidade do povoamento, entre outros.

Densidade da Madeira

- Classificação das madeiras em relação a **Densidade Básica** Kg.m^{-3}
Ou g.cm^{-3} :

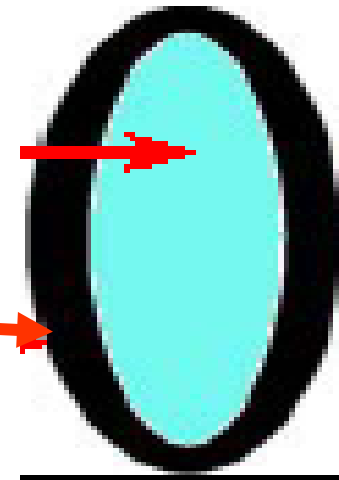
- Leves - abaixo de 500 Kg.m^{-3}
- Médias – de 500 a 720 Kg.m^{-3}
- Altas – acima de 720 Kg.m^{-3}

Água na madeira

- A umidade exerce influência em grande parte das propriedades de resistência da madeira, afeta:
 - Trabalhabilidade,
 - Poder calorífico,
 - Susceptibilidade ao ataque de fungos,
 - Dimensões,
 - Resistência

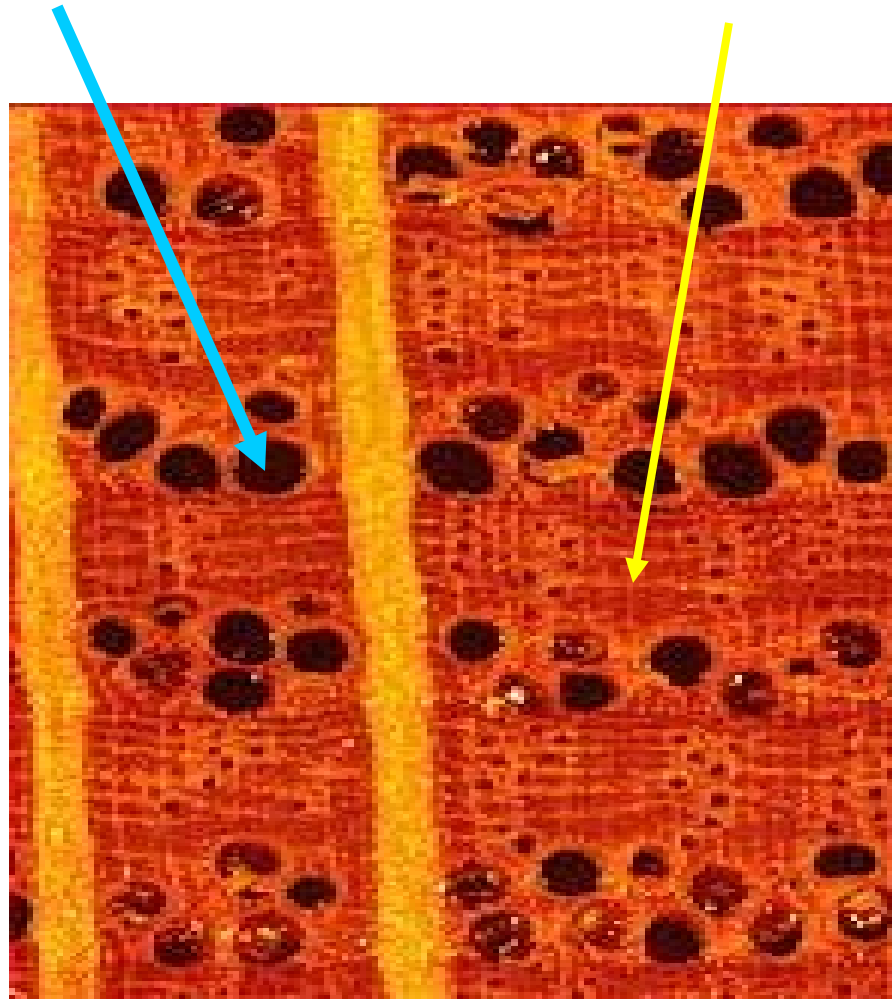
Umidade

- A água contida na madeira pode ser classificada em dois tipos:
- **ÁGUA LIVRE OU CAPILAR**
- **ÁGUA DE IMPREGNAÇÃO**



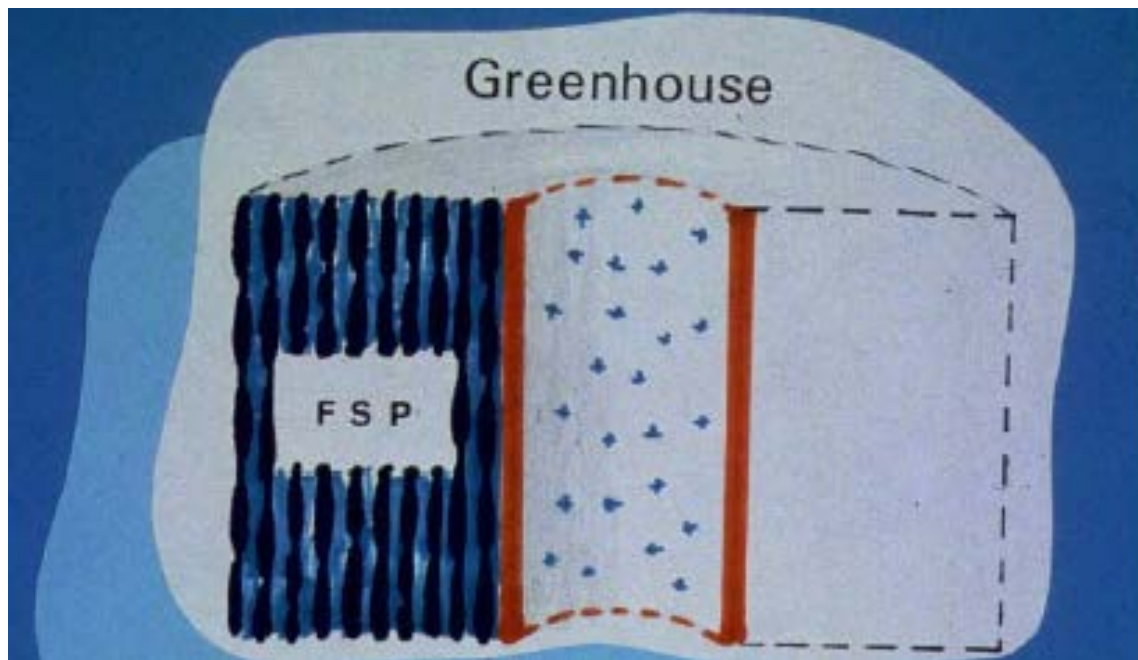
Umidade

- ÁGUA LIVRE OU CAPILAR ÁGUA DE IMPREGNAÇÃO



Umidade

- **ÁGUA DE IMPREGNAÇÃO**
- *Ponto de Saturação das Fibras (PSF)*
- Tem grande importância prática, é atingido em média, quando a quantidade de água na madeira **é de 30%.**



Teor de Umidade

- O teor de umidade de uma madeira é a relação entre o peso de água contido em seu interior e o seu peso em estado completamente seco, expresso em porcentagem;

$$U = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100\%$$

- Onde:
- U = teor de umidade da madeira (%)
- P_u = peso da madeira úmida (%)
- P_o = peso da madeira seca (0% de umidade - g)

Determinação do Teor de Umidade

- Método de pesagem antes e depois de secagem em estufa à temperatura de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, até que fique completamente seca.



- Método do uso de aparelhos elétricos
- Outros métodos



Método do uso de aparelhos elétricos



- Até 28% máximo

UMIDADE DE EQUILÍBRIO DA MADEIRA

- A madeira é um material *higroscópico*.
- Higroscopicidade é a capacidade de absorver água e mante-la na sua estrutura, dentro da parede celular.
-
- Se uma madeira verde é colocada em uma estufa a alta temperatura, após um certo tempo, toda água é evaporada (*água capilar e de impregnação*).
- A madeira perde peso e volume (contraí) e o teor de umidade chega a zero.

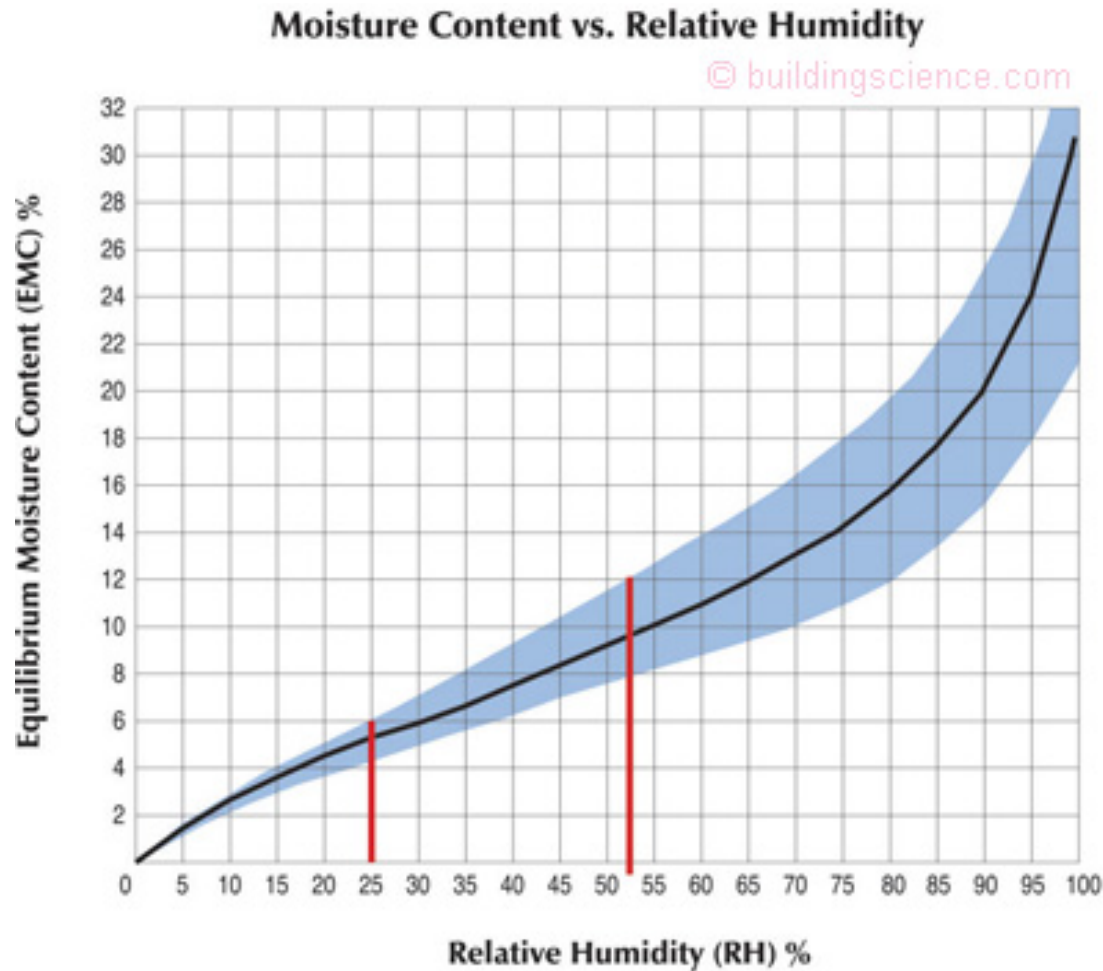
UMIDADE DE EQUILÍBRIO DA MADEIRA

- Retirando-se a madeira da estufa e colocando-a em contato com o ambiente, ela volta a adquirir água.
- A água é retirada do ambiente, ou seja, do vapor de água que existe no ar.
- A madeira é portanto **higroscópica**, adquire água do ambiente e, com a aquisição de água aumenta seu peso e seu volume (**incha**).

UMIDADE DE EQUILÍBRIO DA MADEIRA

- A madeira adquire ou perde água dependendo da umidade relativa do ar.
- O teor de umidade em que a madeira se encontra em equilíbrio com a umidade relativa e a temperatura do ar é chamada de *Umidade de Equilíbrio da Madeira*.

UMIDADE DE EQUILÍBRIO DA MADEIRA



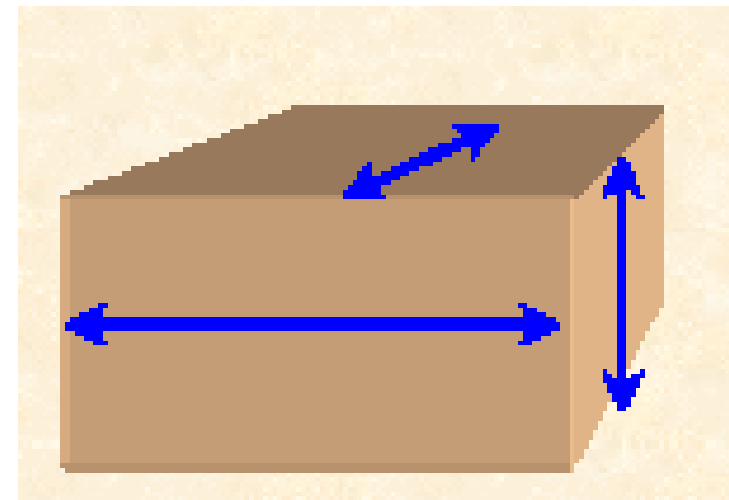
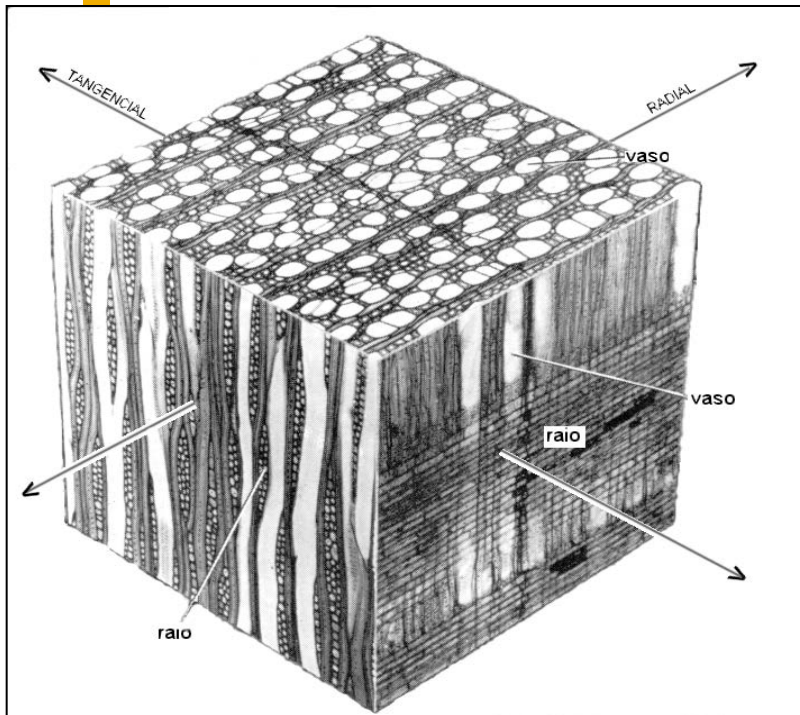
- Aproximadamente para cada 4% de Umidade Relativa a madeira aumenta 1% seu teor de umidade.

CONTRAÇÃO E INCHAMENTO

- A estas características chamamos de **RETRATIBILIDADE DA MADEIRA**.
- Quando a madeira é seca abaixo do Ponto de Saturação das Fibras (**PSF**), aparece a contração,
- A contração é o resultado da retirada da água de impregnação, existente na parede das células.

CONTRAÇÃO E INCHAMENTO

- A madeira é um material *anisotrópico*, as contrações são diferentes dependendo do eixo anatômico considerado:



CONTRAÇÃO E INCHAMENTO

- **Contração**

- A contração volumétrica máxima pode ser obtida pela fórmula:

- $\beta_{\max} = \frac{V_u - V_o}{V_u} \times 100(\%)$

- Onde:

- $\beta_{\max}$ = máxima contração volumétrica (%)
- V_u = volume da madeira em estado úmido.
- V_o = volume da madeira em estado seco.

CONTRAÇÃO E INCHAMENTO

- Para determinação das contrações nas dimensões lineares (**tangencial, radial e longitudinal**) os valores da equação são substituídos pelos valores lineares correspondentes, na equação geral:
- $$\beta_{\max} = \frac{L_u - L_o}{L_u} \times 100(\%)$$
-

CONTRAÇÃO E INCHAMENTO

- A diferença de contração nos diferentes eixos é chamada de **Anisotropia de Contração** e tem grande importância prática:

- $A_c = \frac{\beta_t}{\beta_r}$

CONTRAÇÃO E INCHAMENTO

ESPECIE	CONTRAÇÃO				
	β_l	β_r	β_t	β_v	Ac
Balsa	0,3	3,0	3,5	7,1	1,2
Populus	0,7	3,0	7,1	11,8	2,4
Cedro	0,1	4,0	6,0	12,0	1,5
Pinho	0,1	4,0	6,0	13,0	2,0
Pinus	0,4	4,4	7,7	12,0	1,7
Imbuia	0,1	2,7	6,3	9,6	2,3
Peroba	0,1	4,0	7,0	11,0	1,8
Sucupira	0,1	5,3	8,4	15,5	1,6

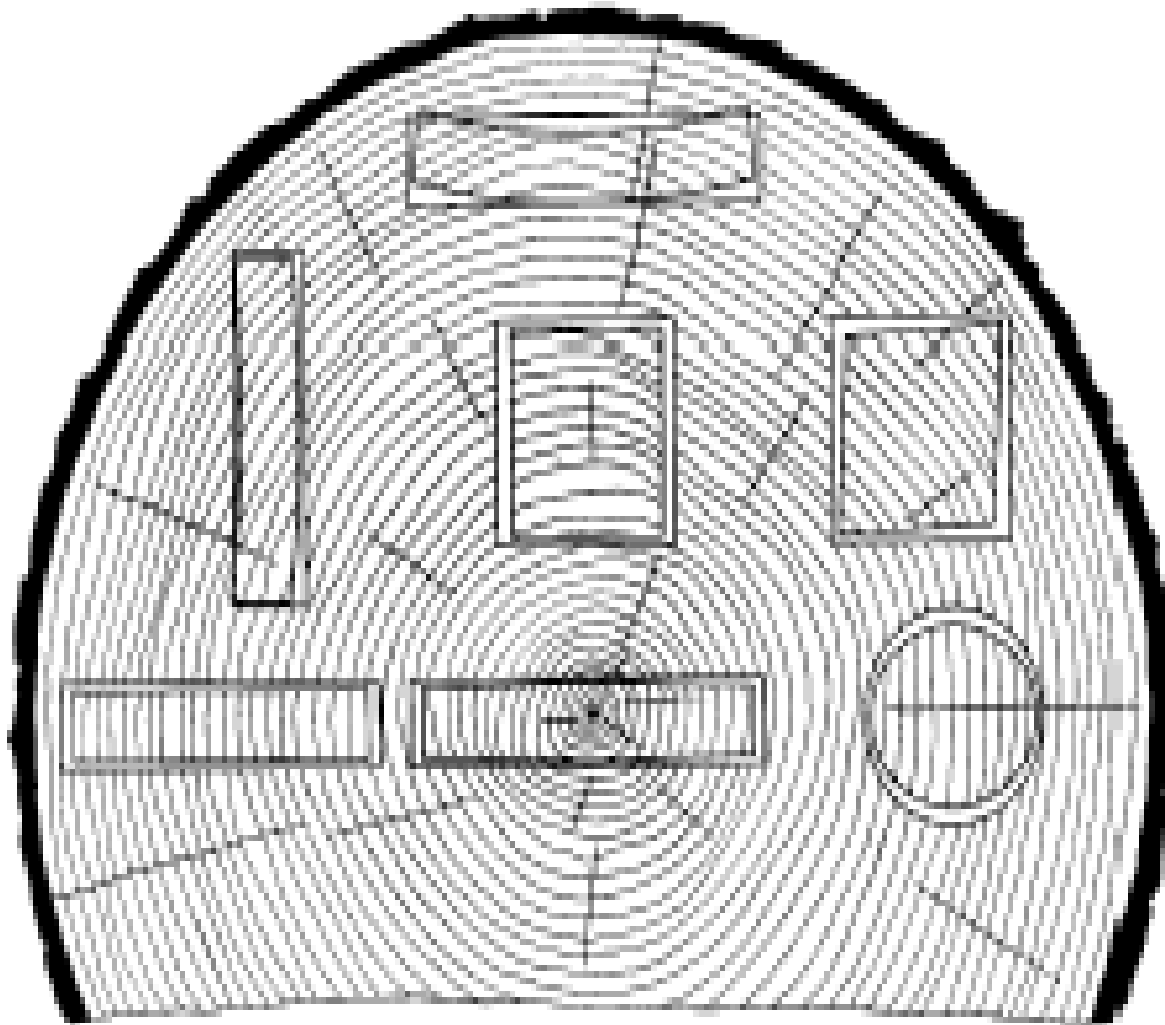
CONTRAÇÃO E INCHAMENTO

- O máximo inchamento de uma madeira é dado pela diferença entre suas dimensões em estado saturado (PSF> e suas dimensões em estado absolutamente seco.
-
- $\alpha_{max} = \frac{V_u - V_o}{V_o} \times 100 (\%)$
-

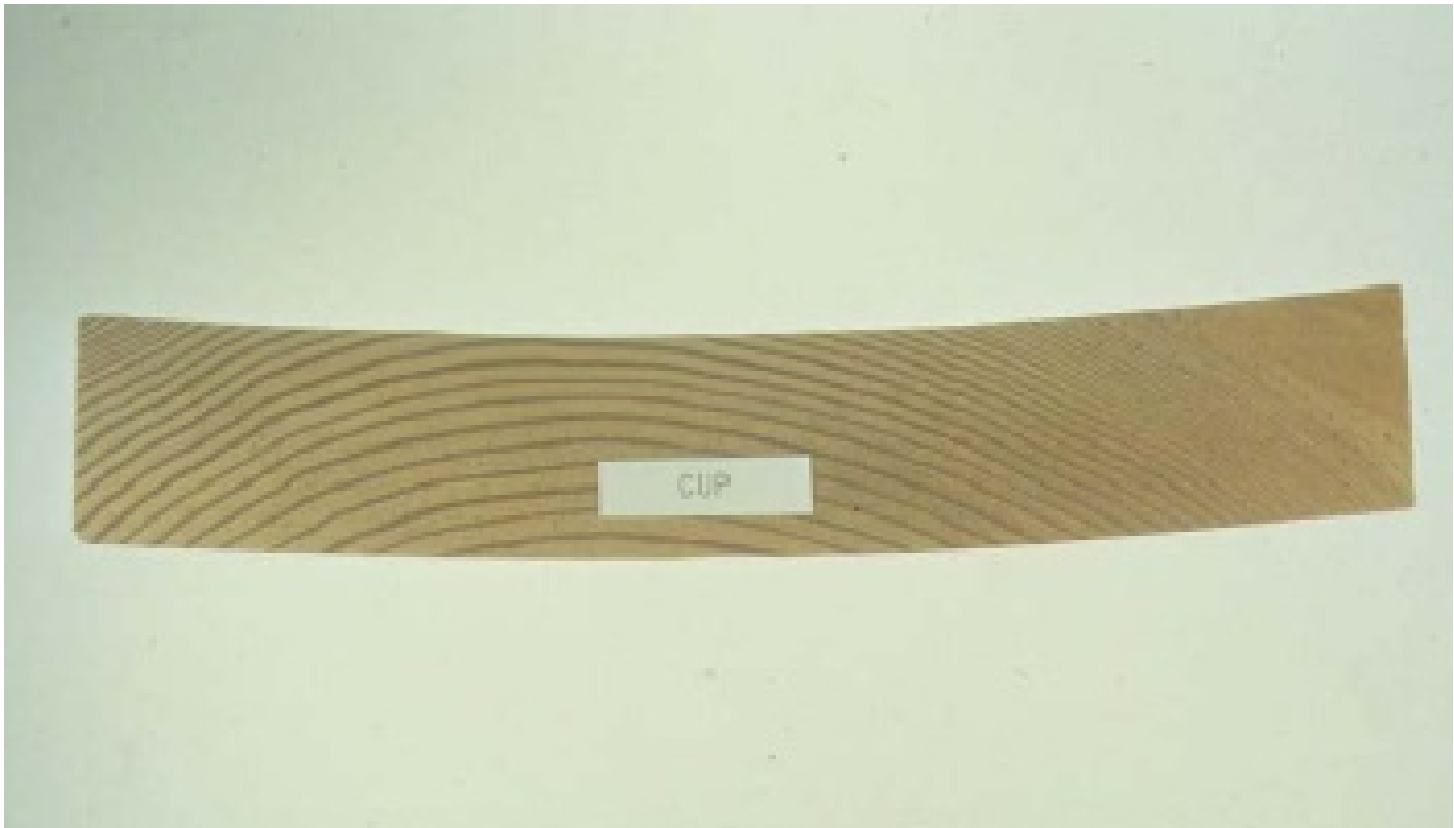
CONTRAÇÃO E INCHAMENTO

- $\beta_t > \beta_r \gg \beta_l$
- $\alpha_t > \alpha_r \gg \alpha_l$

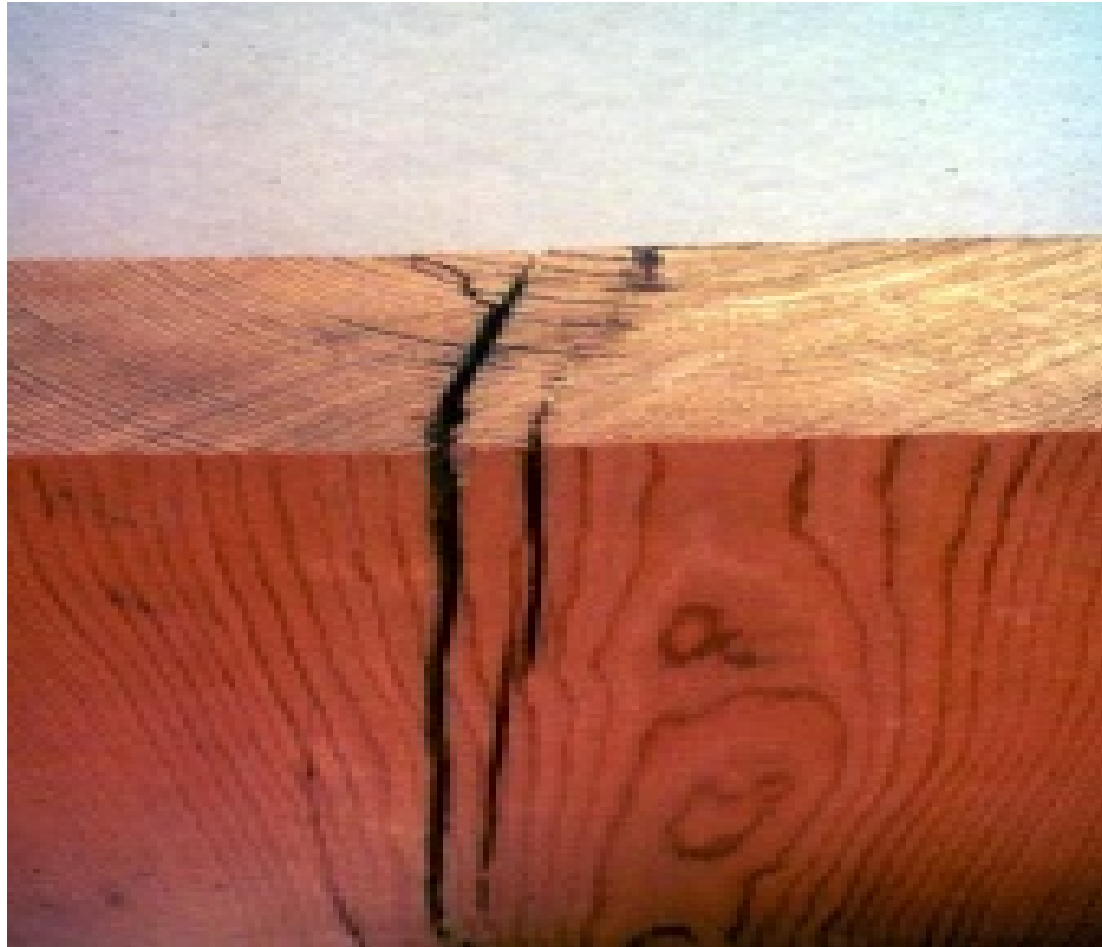
Contração na tora de madeira



Encanoamento



Rachadura de topo



Fissuras na superfície



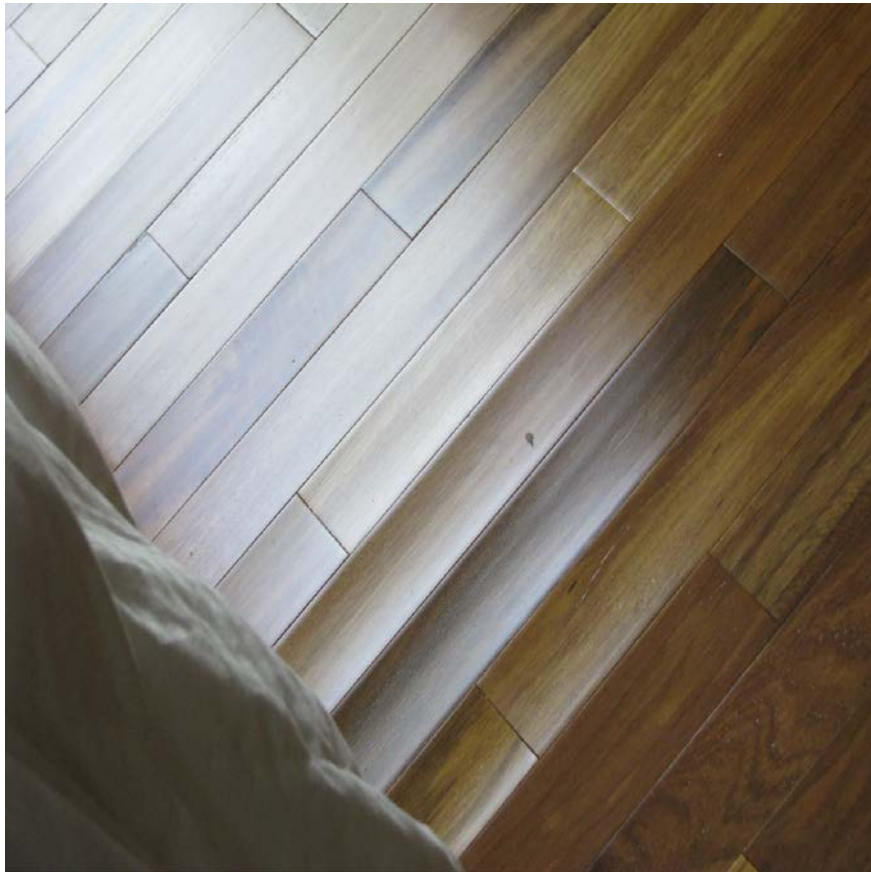
Favo de mel



Colapso



Defeitos



Manchas e apodrecimento devido a fungos



Combinação de madeiras...



Secagem da Madeira



Utilização adequada!



Trabalho

- Pesquisar a densidade de 12 diferentes espécies de madeiras
- Classificar em alta, média e baixa densidade.
- Fonte de consulta:
<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira>
- Data de entrega: 09/05/2014