

## VARIAÇÃO DIMENCIONAL DA MADEIRA DE CEDRO AUSTRALIANO (TOONA CILIATA)

Cristiane Roberta Baldão<sup>1</sup>

Felipe Hideyoshi Icimoto<sup>2</sup>

Osmar Barros Junior<sup>3</sup>

Fabiana Florian<sup>4</sup>

**RESUMO:** A madeira, por ser considerado um material renovável, com elevada resistência mecânica, excelente trabalhabilidade, é utilizada para diversas finalidades como um simples palito de fósforo até mesmo em estruturas na construção civil. Para determinar-se uma aplicação ideal é indispensável analisar as características apresentadas em cada espécie, tais como: teor de umidade, densidade aparente, retratibilidade. A madeira só deve ser utilizada após a conclusão do processo de secagem, que deve seguir algumas etapas para cada espécie a fim de obter-se um bom resultado com baixos índices de defeitos decorrentes do processo. Este trabalho descreve o estudo experimental da retratibilidade da madeira da espécie nativa do Brasil *Toona ciliata* (conhecida como Cedro-australiano). De acordo com a pesquisa bibliográfica e estudos laboratoriais para determinação das propriedades físicas, pode-se concluir que a madeira de Cedro-australiano pode ser utilizada para acabamentos em construção civil, compensados, em portas e janelas, na fabricação de portas grandes de garagens, na construção naval e aeronáutica, para confecção de lápis, produção de caixas de charutos, obras de entalhe e esculturas e muitas outras aplicações artísticas, confecção de instrumentos musicais e marcenaria em geral.

**Palavras-chave:** Cedro australiano, Retratividade da Madeira, Características físicas da Madeira, Secagem da Madeira.

## DIMENSIONAL VARIATION OF AUSTRALIAN CEDAR MADEIRA (TOONA CILIATA)

**Abstract:** *Because wood is considered a renewable material with high mechanical strength and excellent workability, it is used for a variety of purposes, such as a simple phosphor stick, even in civil construction structures. To determine an ideal application it is essential to analyze the characteristics presented in each species, such as: moisture content, apparent density, shrinkability. The wood should only be used after the completion of the drying process, which should follow some steps for each species in order to obtain a good result with low defect rates due to the process. This work describes the experimental study of wood retractibility of the Brazilian native species *Toona ciliata* (known as Cedro-Australian). According to the bibliographical research and laboratory studies to determine the physical properties, it can be concluded that Cedro-Australian wood can be used for finishing in civil construction, compensated in doors and windows, the manufacture of large garage doors, in naval and aeronautical construction, for making pencils, producing cigar boxes, carving and sculptures and many other artistic applications, making musical instruments and joinery in general.*

**Keywords:** *Australian cedar; Wood Retractivity, Physical Characteristics of Wood, Wood Drying.*

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil - Universidade de Araraquara – UNIARA. Araraquara – SP. E-mail:cristianerobertta@gmail.com

<sup>2</sup> Orientador. Docente do Curso de Engenharia Civil - Universidade de Araraquara – UNIARA. Araraquara – SP. Doutor em Engenharia de Materiais – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo – EESC USP – São Carlos – SP. E-mail: fe.unesp@gmail.com

<sup>3</sup> Coorientador. Docente do Curso de Engenharia Civil - Universidade de Araraquara – UNIARA. Araraquara – SP. Mestre em Tecnologia da Construção – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo - EESC USP – São Carlos – SP. E-mail: osmar.barros.jr@gmail.com

<sup>4</sup> Coorientadora. Docente do Curso de Engenharia Civil - Universidade de Araraquara – UNIARA. Araraquara – SP. Doutora em Alimentos e Nutrição – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCFar/UNESP – Araraquara -SP. E-mail: eco\_fab@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

A madeira é um material que há tempos é utilizado pelo ser humano, é proveniente do lenho de árvores, que por sua vez é formado pela reação básica da fisiologia das plantas: a fotossíntese. Por isso é tido como um material renovável (CHRISTOFORO et al., 2014; CORADIN & CAMARGOS, 2002).

De origem biológica, uma vez que a fotossíntese ocorre nas folhas ela apresenta uma alta vascularização. Os mecanismos de transporte de seiva na árvore elevam o teor de umidade antes do abate, podendo chegar á proporção em massa de água e material. Em resumo a água é um componente indispensável na formação do material (ALMEIDA *et al.*, 2015).

Para ter um bom desempenho do material nas diversas fases do seu beneficiamento, processamento e utilização, é importantíssima a relação entre água e propriedades físicas do material. Beneficiamento refere-se à extração, transporte e desdobro primário; processamento refere-se à secagem, usinagem (inclusive para produção de painéis de madeira reconstituída), além de outros processos como o de colagem; e utilização refere-se à qualidade e desempenho do produto final (KOLLMANN & CÔTÉ, 1968; GALVÃO & JANKOWSKY, 1985; PRATT, 1974). Além de boa resistência ao ataque biológico, é um material com grande resistência mecânica quando utilizado de forma correta, com excelente trabalhabilidade, demonstrando-se assim que se trata de excelente material para aplicação na construção civil.

São através de análises e estudos que são identificadas as caracterizações anatômicas, físicas, mecânicas e químicas de cada espécie de madeira (FREDERICO, 2009; MOTTA et al., 2014), podendo assim determinar sua correta utilização, obtendo-se um produto final de qualidade, e até mesmo auxiliar a indústria madeireira a evitar fraudes (COSTA, 2001; MOTTA et al., 2014). Através de análises químicas, físicas e mecânicas podem determinar a melhor espécie de madeira para cada fim específico (FREDERICO, 2009; MOTTA et al., 2014).

Algumas características que determinam a aptidão da madeira para o uso comercial é a composição química e a organização dos elementos celulares. O ponto de saturação das fibras é determinado se baseando no teor mínimo de água livre e máximo de água de impregnação nas madeiras celulares (CHIMELO, 2007; MOTTA et al., 2014).

A secagem abaixo do ponto de saturação automaticamente vem acompanhada da retração da madeira, que pode identificar diminuição das dimensões e o aumento da sua resistência, devendo ser executada com cuidado para assim evitar problemas na madeira. Nas espécies brasileiras o ponto de saturação encontra-se com umidade em torno de 25%.

Conforme recomendações da ABNT NBR 7190:1997 – Projetos de Estrutura de Madeira: Requisitos e Métodos de Ensaio. Especifica-se que para a aplicação estrutural, deve-se ter a umidade de 12%, como referência de ensaio e valores de resistências nos cálculos.

É importante destacar ainda que a umidade apresenta grande influência na densidade da madeira.

O objetivo deste trabalho foi estudar a retratibilidade da madeira (espécie nativa Cedro-australiano - *Toona ciliata*).

Foram realizados estudos laboratoriais (retratibilidade) no Departamento de Engenharia de Estruturas (SET), da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), da Universidade de São Paulo (USP).

Os ensaios para determinação das propriedades foram conduzidos de acordo com as recomendações do anexo B da ABNT NBR 7190:1997 – Projetos de Estrutura de Madeira: Requisitos e Métodos de Ensaio.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### Teor de Umidade da Madeira

A árvore quando em pé está o tempo todo contendo uma quantidade considerável de água em sua estrutura, tendo como atividade biológica básica o transporte de seiva, sendo elas bruta e elaborada, a elaborada é uma solução de carboidrato e água produtos da reação que ocorrem na fotossíntese, enquanto a bruta é constituída de água e sais minerais (LOGSDON, 2002).

A determinação do teor de umidade da madeira é determinada através da relação entre a massa de água presente na amostra e a massa de material da mesma amostra (KOLLMANN & CÔTÉ, 1968). A equação 1 elucida como deve ser calculado o teor de umidade de acordo com a ABNT NBR 7190:1997 – Projetos de Estrutura de Madeira: Requisitos e Métodos de Ensaio.

Equação (1): Determinação do teor de umidade da madeira.

$$U = \frac{m_u - m_s}{m_s} * 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

$m_u$ : massa da amostra contendo umidade em sua estrutura (g);

$m_s$ : massa da amostra isenta de umidade (g);

U: teor de umidade da amostra (%).

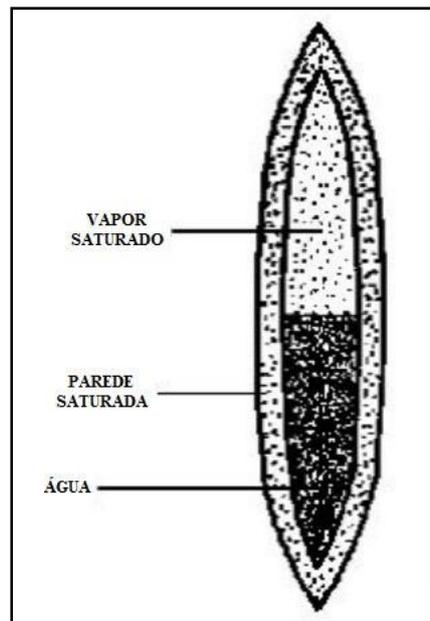
Desta maneira encontra-se o conceito de teor de umidade correspondente ao ponto de saturação das fibras (PSF). O PSF é o teor de umidade a partir do qual, mesmo que a madeira ganhe massa devido ao ganho de umidade, o seu volume (volume saturado) permanece constante (GALVÃO & JANKOWSKY, 1985).

Estudos classificam, de acordo com a localização da água no material no processo de secagem convencional, duas condições: água livre e água de impregnação. (COUTO & BARCELLOS, 2011). Adiante, cada um destes conceitos será elucidado.

## Água Livre

Água livre é determinada em teores de umidade acima do ponto de saturação das fibras e se localiza no lume das células, após a extração da madeira a água livre é a primeira a ser extraída da estrutura do material onde é liberada aos poucos pela extremidade onde ocorreu o corte (HELLMEISTER, 1973).

Figura 1: Representação de uma célula contendo água livre no lume.

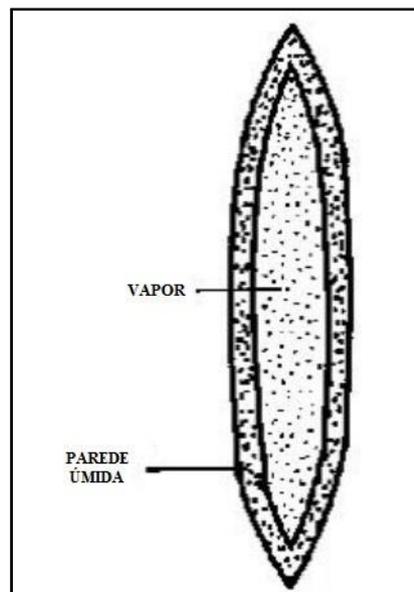


Fonte: Adaptado de REZENDE (2009)

## Água de Impregnação

Encontra-se nas paredes dos elementos anatômicos, retirada exige mais energia, dada a retração decorrente. A umidade de equilíbrio do ar (equilíbrio Higroscópico) depende da umidade relativa do ar e da temperatura do ambiente. Ligações de hidrogênio são responsáveis por esta umidade impregnada no material. Qualquer retirada de água posterior á água de impregnação, causa degradação da estrutura química do material (LOGSDON, 1999).

Figura 2: Representação da água de impregnação na estrutura do material



Fonte: Adaptado de REZENDE (2009)

### Densidade Aparente

Define-se pela relação entre a massa de um corpo e o volume que ocupa no espaço. Porém a madeira por se tratar de um material higroscópico, sua densidade aparente deve ser sempre acompanhada do valor de teor de umidade em que aquele resultado foi obtido (REZENDE *et al.*, 1988).

Segundo a ABNT NBR7190:1997 – Projetos de Estruturas de Madeira, a densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ) é uma massa específica convencional, definida pela razão entre a massa e o volume de corpos-de-prova com teor de umidade de 12%, sendo dada por

Equação (2): Densidade Aparente.

$$\rho_{ap} = \frac{M_{12}}{V_{12}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

$M_{12}$  é a massa da madeira a 12% de umidade, em quilogramas;

$V_{12}$  é o volume da madeira a 12% de umidade, em metros cúbicos.

## Densidade Básica

Define-se a densidade básica ( $\rho_{bas}$ ) através da relação entre a massa anidra e o volume saturado.

Massa anidra ( $M_s$ ): é a menor massa possível (massa seca) para uma amostra de madeira sem sofrer degradação (KOLLMANN & CÔTÉ, 1968).

Volume saturado ( $V_{sat}$ ): é o maior volume que a mesma amostra de madeira pode ocupar, visto que para valores de unidade maiores que o ponto de saturação das fibras variação de volumes é considerado nulo (KOLLMANN & CÔTÉ, 1968).

Equação (3): Densidade básica da madeira ( $\rho_{bas}$ )

$$\rho_{bas} = \frac{M_s}{V_{sat}} \quad (\text{Equação 3})$$

A densidade básica é o menor valor possível de densidade para uma determinada amostra, pois é o valor correspondente ao quociente entre a menor massa e o maior volume (CHRISTOFORO et al., 2013).

## Retratibilidade e Inchamento

A saída de água de impregnação e a redução das dimensões da madeira são fatores que definem a retratibilidade (REZENDE, 2009).

A madeira apresenta comportamentos distintos de acordo com a direção em relação às fibras e anéis de crescimento. Percentuais diferentes ocorrem nas direções tangenciais, radial e longitudinal (REZENDE, 2009).

Dentre os três tipos de retração, a tangencial é a que apresenta maior variação dimensional chegando a até 10%, podendo causar problema de torção nas peças de madeira (REZENDE, 2009).

A retração radial pode atingir até 6% de variação dimensional e causar problemas de rachaduras nas peças de madeira.

Finalmente, a retração longitudinal com valores desde 0,5% de variação dimensional (REZENDE, 2009).

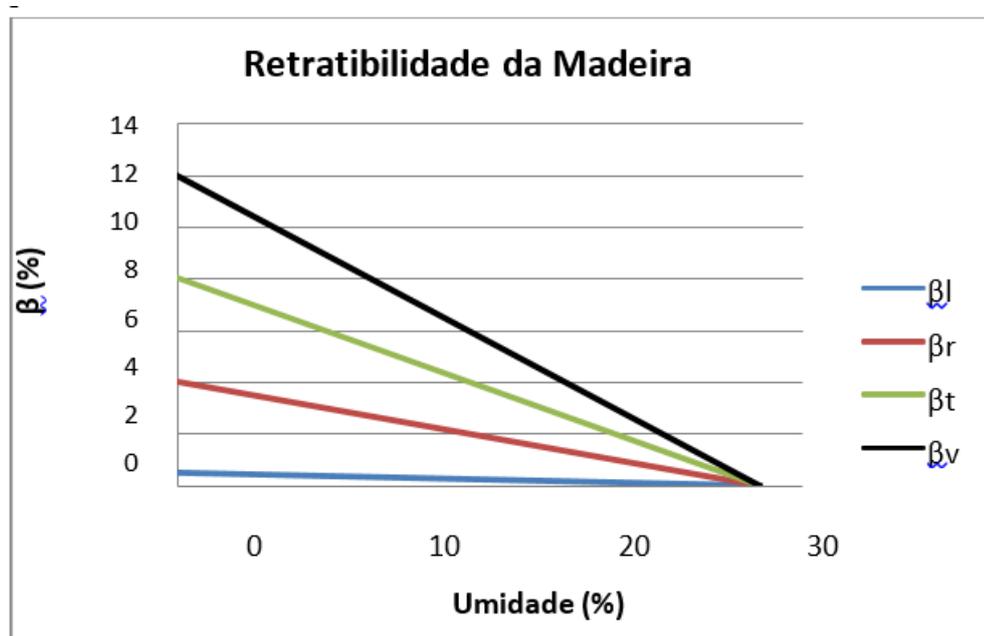
Um processo inverso também pode ocorrer, o inchamento, que se dá quando a madeira fica exposta a condições de alta umidade ao invés de perder água ela absorve, provocando um aumento nas dimensões das peças (ALMEIDA *et al.*, 2015).

Nas figuras 3 e 4 estão representados os fenômenos da retratibilidade e inchamento, respectivamente.

Na continuidade do texto, são utilizadas as seguintes notações:

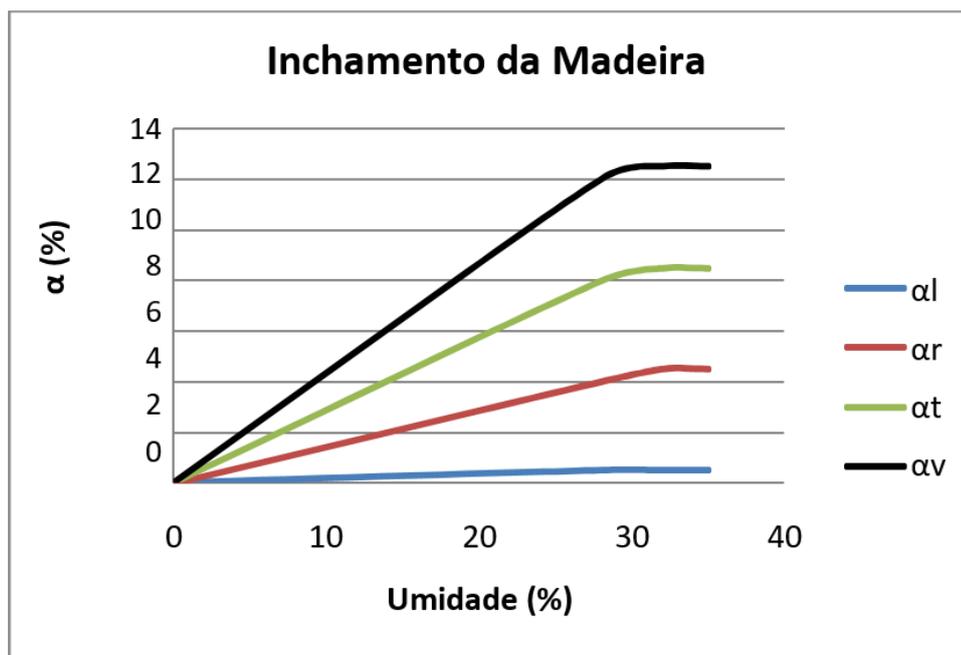
- $\beta_r$  - retração radial;
- $\beta_t$  - retração tangencial;
- $\beta_l$  - retração longitudinal;
- $\beta_v$  - retração volumétrica;
- CA ( $\beta_t/\beta_r$ ) - coeficiente de anisotropia;
- $\alpha_r$  - inchamento radial;
- $\alpha_t$  - inchamento tangencial;
- $\alpha_l$  - inchamento longitudinal;
- $\alpha_v$  - inchamento volumétrico;
- $\rho_{bas}$  - densidade básica;
- $\rho_{ap}$  - densidade aparente a 12% de umidade.

Figura 3: Retrabilidade da Madeira nas três direções convencionadas e volumétrica.



Fonte: Adaptado de GALVÃO & JANKOWSKY (1985)

Figura 4: Inchamento da madeira nas três direções convencionadas e volumétrico.



Fonte: Adaptado de KOLLMANN & CÔTÉ (1968)

### Secagem da Madeira

Em função da constituição anatômica das árvores, que retém grande quantidade de líquidos, a madeira extraída deve passar por processo de secagem antes de ser utilizada (ALMEIDA, 1998).

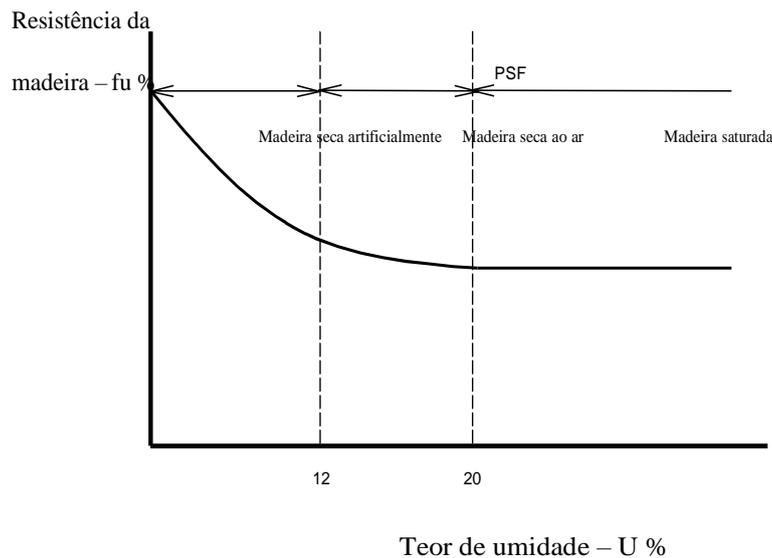
A evaporação da água localizada no lúmen das células (vasos, traqueídeos, fibras, etc.), é denominada de água de capilaridade, da qual se dá início a secagem da madeira (ALMEIDA, 1998).

Nessa primeira etapa a madeira perde de forma rápida a água de capilaridade sem sofrer contrações volumétricas ou alterações das propriedades resistentes (ALMEIDA, 1998).

Após a perda da água de capilaridade, permanece na madeira a água de adesão (água contida nas paredes celulares). Os teores de umidade relativos a esse estágio é denominado de ponto de saturação das fibras (PSF) (ALMEIDA, 1998).

Alterações de umidade abaixo do PSF (em torno de 20% do peso seco) proporcionam contrações volumétricas e o aumento das propriedades resistentes (ALMEIDA, 1998).

Figura 5: Gráfico resistência da madeira x teor de umidade



Fonte: ALMEIDA, 1998.

A umidade relativa do ar e a temperatura ambiente determinam a umidade de equilíbrio (EU), podendo variar de acordo com a região onde será empregada.

Dois maneiras podem ser usadas no processo de secagem.

- Secagem Natural;
- Secagem Artificial.

### **Secagem Natural**

Após ser serrada a madeira é empilhada de maneira que fique longe do solo no mínimo 30cm caso estiver no relento ou 15cm se estiver em galpões (GONZAGA, 2006).

Sarrafos com alturas padronizados (em média 2,5cm) devem ser aplicados verticalmente em determinadas distâncias (que variam para cada espécie) (GONZAGA, 2006).

Recomenda-se proteger as extremidades das peças (com cera, resina, óleo ou até graxa) onde a secagem é mais rápida e para evitar tensões indesejáveis, e ao

termino da pilha colocar pesos para evitar torções nas ultimas peças (GONZAGA, 2006).

O método de secagem natural seria perfeito, porém por se tratar de um processo muito demorado, acaba tornando-se inviável sua pratica (ex.: Ipê em média dois anos) (GONZAGA, 2006).

### **Secagem Artificial**

Processo aplicado por meio de estufas ou secadores.

- **Secadores**

São galpões ou até mesmo tendas vinícolas que através de uma ventilação forçada, aquecida por meio de energia elétrica ou solar. Executam o processo de secagem (GONZAGA, 2006).

- **Estufas**

São instalações onde é possível controlar a temperatura e a umidade do ambiente permitindo assim um controle ideal para cada espécie conseguindo assim um melhor resultado no tempo e qualidade ao termino do processo de secagem, obtendo um produto com resultados uniformes (GONZAGA, 2006).

### **Inúmeras razões impõem a secagem da madeira. Dentre elas destacamos:**

- Menor peso: facilita o transporte e o manuseio.
- Maior resistência: a quase todos os esforços a que será submetida.
- Maior estabilidade: a madeira seca “trabalha” menos, muito menos.
- Maior durabilidade: pois a umidade é fator de desenvolvimento dos fungos apodrecedores (GONZAGA, 2006).

### **Defeitos Devido à Secagem**

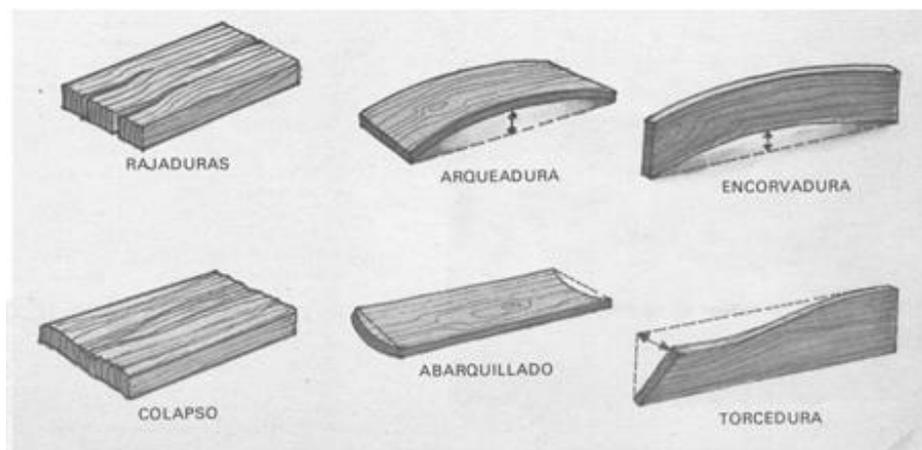
Rachaduras, fendas, colapso e abaulamento são os mais comuns defeitos que ocorrem durante o processo de secagem (RITTER, 1990).

As fendas e rachaduras ocorrem geralmente devido a uma secagem rápida nas primeiras horas (RITTER, 1990).

O colapso muitas vezes acompanhado de fissuras interna origina-se nas primeiras etapas da secagem (RITTER, 1990).

O abaulamento ocorre devido às tensões internas da árvore, combinada a uma secagem irregular. A deformação é causada pela contração diferenciada nas três direções do corte da madeira dando origem a defeitos do tipo arqueamento, encurvamento, encurvamento e torcedura (RITTER, 1990), como ilustra a figura 6.

Figura 6: Deformação da madeira



Fonte: Szucs et al, 2006.

### **Madeira de Cedro-australiano:**

Espécie exótica proveniente de quase toda a Australásia, a *toona ciliata* var. *australis*, conhecida popularmente no Brasil como cedro australiano, cresce em áreas com precipitação anual entre 800 e 1800mm com 2 a 6 meses de seca, apresentando bom crescimento em regiões de 100 a 1500m de altitude, não suportando solos argilosos compactados ou solos arenosos pobres, necessitando de solos profundos, eutróficos e com boa drenagem. (PINHEIRO et al., 2006).

Pertencente à família meliaceae o cedro australiano pode alcançar 50m de altura e 2 metros de diâmetro, possui cor marrom avermelhada, boa durabilidade, textura grossa e boa desenvoltura no processo de secagem. (PINHEIRO et al., 2006).

Por tratar – se de uma espécie leve, macia, de fácil trabalhabilidade e bom acabamento final o cedro australiano é muito utilizado na serraria (utilização mais nobre), acabamentos em construção civil, compensados, obras de entalhe e esculturas,

em portas e janelas, na fabricação de portas grandes de garagens e porteiros, na construção naval e aeronáutica, para confecção de lápis, produção de caixas de charutos e muitas outras aplicações artísticas, confecção de instrumentos musicais e fundos de fórmica. (PINHEIRO et al., 2006).

No Brasil o cedro australiano encontra condições favoráveis para o seu desenvolvimento na região sudeste e sul da Bahia (PINHEIRO et al., 2006).

O estudo das características da variação dimensional da madeira auxilia a construção de produtos de maior estabilidade como o compensado (SOUZA et al., 1997).

É possível selecionar madeiras mais estáveis, baseando-se em dados obtidos em laboratório (GALVÃO & JANKOWSKY, 1985).

De uma maneira geral, as madeiras com baixa relação (T/R) e baixos valores absolutos de T e R são mais estáveis (GALVÃO & JANKOWSKY, 1985). A Tabela 1 dados relativos à variação dimensional de algumas madeiras nativas do Brasil.

Tabela 1 Valores médios da variação dimensional de algumas madeiras utilizadas no Brasil

Madeira	Variação dimensional (%)		Relação (T/R)
	Tangencial (T)	Radial (R)	
Peroba-rosa	7,7	4,0	1,9
Pinho-do-paraná	7,8	4,0	1,9
Pau-marfim	9,9	5,2	1,9

Fonte: GALVÃO & JANKOWSKY (1985).

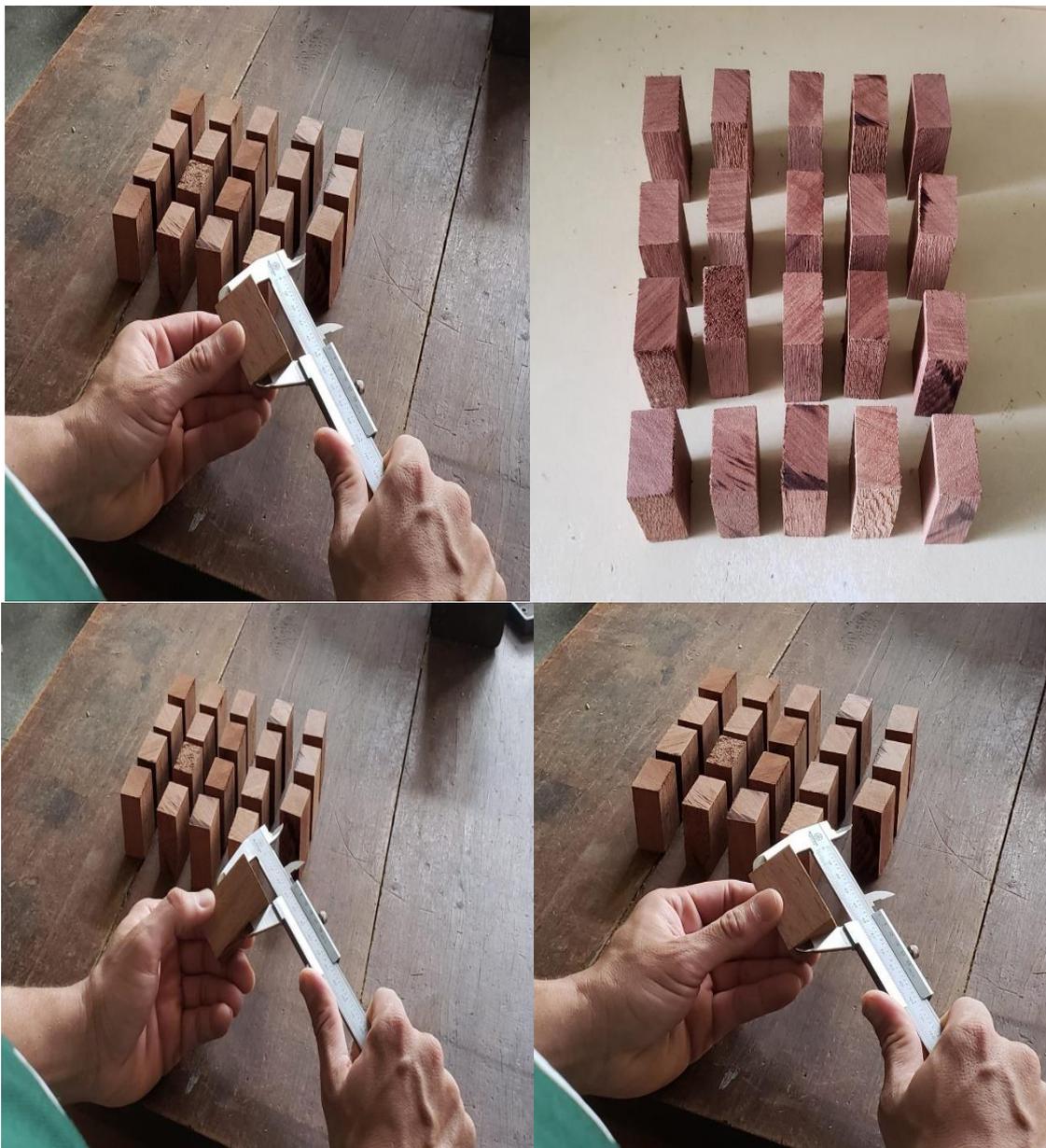
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Nesta pesquisa foi utilizada a madeira da espécie *Toona ciliata*, conhecida popularmente como Cedro-australiano, 15 corpos de provas isentos de defeitos, foram analisados no Laboratório de Madeira e Estruturas de Madeira (LaMEM), do Departamento de Engenharia de Estruturas (SET), da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), da Universidade de São Paulo (USP).

Os ensaios para determinação das propriedades foram conduzidos de acordo com as recomendações do anexo B da ABNT NBR 7190:1997 – Projetos de Estrutura de Madeira: Requisitos e Métodos de Ensaio. Para essa espécie foram realizadas 15 determinações, a partir dos corpos de prova. As propriedades determinadas foram: densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ) à 12% de umidade, retração longitudinal, radial e tangencial.

As dimensões dos corpos de prova foram determinadas utilizando paquímetro (como ilustrado na figura 7), bem como as massas foram determinadas utilizando balança analítica (ALMEIDA *et al.*, 2015).

Figura 7: Determinação das dimensões dos corpos de prova.



## 4 RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os resultados dos ensaios das propriedades físicas. Da espécie de Madeira *Toona ciliata* (Cedro-australiano).

Tabela 2 Relação da espécie de Madeira *Toona ciliata* (Cedro-australiano)

Id.	U (%)	$\rho_{ap}$ (kg/m <sup>3</sup> )	Retratibilidade (%)				CA ( $\beta_t/\beta_r$ )
			$\beta_r$	$\beta_t$	$\beta_l$	$\beta_v$	
<b>CP1</b>	12,3	433	3,0	6,0	0,2	9,4	2,0
<b>CP2</b>	9,5	486	2,9	6,0	0,1	9,1	2,1
<b>CP3</b>	9,8	469	2,8	5,9	0,1	9,0	2,1
<b>CP4</b>	10,3	420	3,7	4,6	0,1	8,6	1,3
<b>CP5</b>	10,8	426	3,6	4,5	0,1	8,3	1,3
<b>CP6</b>	12,1	439	2,9	5,4	0,1	8,6	1,9
<b>CP7</b>	12,0	443	2,9	5,4	0,1	8,7	1,9
<b>CP8</b>	11,5	468	3,3	7,2	0,2	11,0	2,2
<b>CP9</b>	9,9	475	2,4	7,4	0,4	10,4	3,1
<b>CP10</b>	11,9	392	4,0	4,2	0,0	8,5	1,1
<b>CP11</b>	12,7	396	4,1	4,3	0,0	8,6	1,1
<b>CP12</b>	11,0	448	2,6	5,5	0,1	8,3	2,1
<b>CP13</b>	11,1	446	2,7	5,4	0,1	8,3	2,0
<b>CP14</b>	11,8	454	3,8	4,4	0,1	8,5	1,2
<b>CP15</b>	11,7	453	3,8	4,3	0,1	8,3	1,1
<b>Média</b>	11,2	443,1	3,2	5,4	0,1	8,9	1,8
<b>Desvio padrão</b>	1,0	25,9	0,5	1,0	0,1	0,8	0,6
<b>CV (%)</b>	8,5	5,9	16,6	18,3	68,0	8,6	32,5

Legenda:

$\beta_r$  - retração radial;  $\beta_t$  - retração tangencial;  $\beta_l$  - retração longitudinal;  $\beta_v$  - retração volumétrica;

CA ( $\beta_t/\beta_r$ ) - coeficiente de anisotropia; CV – coeficiente de variação;

A madeira de cedro-australiano apresenta valores densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ) em torno de 443kg/m<sup>3</sup> densidade considerada inferior a madeira de pinus elliottii 560kg/m<sup>3</sup>, Pinus oocarpa 538kg/m<sup>3</sup> Pinus Taeda 645kg/m<sup>3</sup> apresentadas pela norma ABNT NBR 7190:1997 – Projetos de Estrutura de Madeira: Requisitos e Métodos de Ensaio. O teor de umidade médio de 11,2% está em conformidade com o valor sugerido pela ABNT

NBR 7190:1997 – Projetos de Estrutura de Madeira: Requisitos e Métodos de Ensaio, no qual estabelece o valor em 12% de umidade.

O coeficiente de anisotropia (CA) do Cedro-australiano apresentou valor médio de 1,8. Este valor se assemelha aos valores encontrados por Jankowsky & Galvão (1985) para as madeiras, Pinho do Paraná e Pau-Marfim que apresentam o valor de 1,9.

De acordo com (IPT, 1989a), a madeira de pinho do Paraná apresenta densidade de 550 kg/m<sup>3</sup>. Segundo Jankowsky (1990), esta madeira pode ser usada na construção civil para guarnições, rodapés, forros, lambris e formas para concreto e para outras finalidades tais como: instrumentos musicais ou parte deles, cabos de vassoura, lápis, palitos e chapas compensadas.

O Pau-Marfim é usado para fabricação de móveis de luxo, molduras, guarnições internas, portas, artefatos domésticos, peças torneadas, laminados decorativos, carpintaria e marcenaria em geral (LORENZI, 1992). E apresenta a densidade de 840 kg/m<sup>3</sup> de acordo com (IPT, 1989a).

A madeira de Cedro-australiano (443 kg/m<sup>3</sup>) apresenta uma densidade inferior ao Pau-Marfim (840 kg/m<sup>3</sup>) e do Pinho do Paraná (550 kg/m<sup>3</sup>).

Baseado no coeficiente de anisotropia (CA) de 1,9 para o Pau-Marfim e para o Pinho do Paraná e nos usos apresentados destas, pode-se considerar que o valor encontrado do CA para a madeira de Cedro-australiano (1,8) proporciona o uso desta espécie nas mesmas aplicações do Pau-Marfim e do Pinho do Paraná.

## 5 CONCLUSÃO

O coeficiente de anisotropia proporciona para a madeira de Cedro-australiano a indicação de usos como o de algumas madeiras com densidade superior a mesma.

Pode-se concluir que a madeira de Cedro-australiano pode ser utilizada na serraria, acabamentos em construção civil, compensados, em portas e janelas, na fabricação de portas grandes de garagens, na construção naval e aeronáutica, para confecção de lápis, produção de caixas de charutos, obras de entalhe e esculturas e muitas outras aplicações artísticas, confecção de instrumentos musicais e marcenaria em geral.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T. H.; ALMEIDA, D. H.; MARCOLIN, L. A.; GONÇALVES, D.; CHRISTOFORO, A. L.; ROCCO, F. A. L... *Correlation between dry density and volumetric shrinkage coefficient of three brazilian tropical wood species*. **International Journal of Materials Engineering**, v. 5, p. 1-4, 2015.

ALMEIDA, T. H. **Estudo da Estabilidade Dimensional de Madeiras Tropicais Brasileiras**. 2015. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Engenharia de Materiais) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

ALMEIDA, P. A. O. **Estruturas em madeira**. São Paulo: USP – Departamento de Fundações e Estruturas, 1998.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997). NBR 7190 – Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro.

CHIMELO, J. Anatomia e propriedades gerais da madeira. In: Oliveira, J.T.S; FIEDLER, N.C.; NOGUEIRA, M. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Jerônimo Monteiro: Suprema Gráfica e Editora. P.107-124.2007.

CHRISTOFORO, A. L.; BLECHA, K. A.; CARVALHO, A. L. C.; RESENDE, L. F. S.; ROCCO, F. A. L. Characterization of Tropical Wood Species for Use in Civil Constructions. **Journal of Civil Engineering Research**, v. 3, p. 98-103, 2013.

CORADIN, V.T.R.; CAMARGOS, J. A. A.. **A estrutura anatômica da madeira e princípios para a sua identificação**. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA; Laboratório de Produtos Florestais LPF, 2002.

COSTA, A. **Coletânea de anatomia da madeira**. Anatomia da madeira. 42p.2001. Disponível em:  
<http://www.joinville.udesc.br/sbs/professores/arlindo/materiais/APOSTILANATOMIA1.pdf>.  
Acesso em: 10 ago 2012.

COUTO, L. C.; BARCELLOS, D. C.. As relações água-madeira e sua influência nas suas propriedades físicas. **Renabio: Biomassa & Energia, Bom-despacho**, v. 4, n. 2, p.173-190, dez. 2011.

CHRISTOFORO, A. L.; PANZERA, T. H.; MOLINA, J. C.; ALMEIDA, D. H.; ROCCO, F. A. L.. Determinação do módulo de elasticidade na compressão paralela às fibras da madeira: proposta de metodologia alternativa. **Construindo**, v. 6, p. 20-25, 2014.

FREDERICO, P.G.U. **Efeito da região e da madeira de eucalipto nas propriedades do carvão vegetal**. 2009.85f Dissertação (Mestrado em ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2009.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P.. **Secagem racional da madeira**. São Paulo, Nobel, 1985, 112p.

GONZAGA, A. L. **Madeira: Uso e Conservação**. Brasília: Iphan/monumenta, 2006. 246 p. (Cadernos Técnicos; 6).

HELLMEISTER, J. C.. **Sobre a determinação de características físicas da madeira**. São Carlos, 1973, 161p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1973.

- IPT. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Pinho do Paraná**, São Paulo, p.18-18, 1989.
- JANKOWSKY. Programa de secagem p.70-70, 1990. **IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP. 2018** São Paulo.
- KOLLMANN, F.; CÔTÉ, W. A.. *Principles of wood science and technology*. Germany, Springer Verlag, 1968, 592p.
- LOGSDON, N. B.. Sobre os ensaios de retração e inchamento. **Madeira: Arquitetura e Engenharia**, São Carlos, v. 1, n. 2, p.19-24, maio 1999. Quadrimestral.
- LOGSDON, N. B.; CALIL JR, C.. Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, n.18, p.77-107, 2002.
- LORENZI. Pau-marfim. **IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas**, São Paulo, p.70-70, 1992.
- MOTTA, J. P.; CHIMELO, J. Anatomia e propriedades gerais da madeira. FREDERICO, P.G.U. **Efeito da região e da madeira de eucalipto nas propriedades do carvão vegetal**. 2009; Caracterização da madeira de quatro espécies florestais. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 44, n.12, p.2186-2192, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO).  
<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130479>.
- PINHEIRO; PAIVA, H.N. Cedro australiano. **CI Florestas**, São Paulo, p.42-42, 2006.
- PRATT, G. H.. *Timber drying manual*. London: Department of Environment, 1974.152p.
- REZENDE, M. A.; ESCOBEDO, J. F.; FERRAZ, E. S. B.. **Retratibilidade volumétrica e densidade aparente da madeira em função da umidade**. IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba, n. 39, p.33-40, ago. 1988.
- REZENDE, R. N.. **Secagem de toras de clones de *Eucalyptus* empregados na produção de carvão**. 178f. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2009.
- RITTER, M. *Timber bridges: design, construction, inspection and maintenance*. Washington: Forest Service, United States Department of Agriculture, 1990. 944 p
- SOUZA, M. H. et al (Ed.). Madeiras Tropicais Brasileiras. **Madeiras Tropicais Brasileiras**: Ibama, São Paulo, p.86-88, 1997.
- SZCUS et al. Defeitos de secagem. **Defeitos de Secagem**, São Paulo, p.3-3, 2006.