



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS DE CURITIBANOS  
CURSO DE CIÊNCIAS RURAIS**

**SAILA LISBOA SCHIMIDT**

**DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Pinus taeda* E *Eucalyptus grandis*: BASE PARA RECOMENDAÇÃO E USO**

**CURITIBANOS**

**Novembro/2015**

Saila Lisboa Schimidt

**Determinação das propriedades físicas da madeira de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*: base para recomendação e uso**

Projeto apresentado como exigência da disciplina Projetos em Ciências Rurais, do Curso de Graduação em Ciências Rurais, ministrada pelos professores Lírio Luiz Dal Vesco e Júlia Carina Niemeyer, sob a orientação da professora Karina Soares Modes.

Curitibanos

Novembro/2015

## RESUMO

As variações de umidade e da densidade do lenho das árvores são as principais causas dos defeitos de secagem. A análise das propriedades da madeira é de extrema importância para garantir a qualidade do produto madeireiro. O presente projeto tem como objetivo avaliar as propriedades físicas da madeira das espécies de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis* para determinar a melhor finalidade de uso. O experimento será conduzido no laboratório Engenharia Florestal no Centro de Educação Profissionalizante (Cedup), da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos. Serão utilizadas doze amostras de madeira, sendo seis amostras de *Pinus taeda* e seis amostras de *Eucalyptus grandis*, cada uma com dimensões 2x3x5 cm, sendo então determinados o teor de umidade, densidade e variação dimensional da madeira. Os dados obtidos serão submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a um nível de probabilidade de 5% de significância com auxílio do Software *Assistat*. Espera-se com os resultados desse trabalho obter conhecimento das características do material pela determinação da qualidade da madeira das amostras de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*. Estes resultados podem contribuir para recomendar o melhor uso da madeira destas duas espécies. Além disto, obter o máximo aproveitamento e rendimento, visando melhoria contínua dos produtos madeireiros e processos de fabricações.

**Palavras-chave:** Qualidade da madeira; umidade, densidade, variação dimensional.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>2</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>2</b>
<b>3.1. Caracterização do setor de base florestal .....</b>	<b>2</b>
<b>3.2. Características e propriedades da madeira.....</b>	<b>3</b>
<b>3.3. Teor de umidade da madeira .....</b>	<b>3</b>
<b>3.4. Variação dimensional .....</b>	<b>4</b>
<b>3.5. Densidade da madeira .....</b>	<b>4</b>
<b>4. HIPÓTESE .....</b>	<b>5</b>
<b>5. OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
<b>6. METODOLOGIA .....</b>	<b>5</b>
<b>6.1 Localização do Experimento.....</b>	<b>5</b>
<b>6.2 Determinações do Teor de Umidade .....</b>	<b>6</b>
<b>6.3 Determinações da Densidade e Variação Dimensional .....</b>	<b>7</b>
<b>6.4 Análise Estatística .....</b>	<b>7</b>
<b>7. RESULTADOS ESPERADOS.....</b>	<b>8</b>
<b>8. CRONOGRAMA .....</b>	<b>9</b>
<b>9. ORÇAMENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>10. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>11</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente os investimentos em áreas de florestas plantadas são de grandes proporções em todo o mundo. Principalmente pela necessidade de maior fornecimento de energia para suprir crescente utilização pelas novas indústrias e entre outros fatores. Por isso, o uso da biomassa florestal se torna uma alternativa viável do ponto de vista econômico e ambiental (FERREIRA et al, 2007).

O ponto inicial para a obtenção dos produtos madeireiros e para seu beneficiamento consiste da produção de madeira roliça(toras). A cadeia produtiva da madeira divide-se segundo a destinação dos produtos em dois grupos: produção de madeira para fins energéticos e da indústria de base florestal. O setor industrial de base florestal é integrado por painéis, polpas e subsetores de serrados dos quais se tem atividades de vital importância para a economia brasileira, como celulose e papel, móveis entre outros componentes (PEREIRA, 2003).

Os eucaliptos constituem-se nas espécies florestais mais utilizadas nos reflorestamentos no Brasil. O reflorestamento com eucalipto vem sendo destinado basicamente ao abastecimento das indústrias de celulose e de chapas, apesar da grande diversidade de utilizações de sua madeira. Recentemente essa madeira passou a ter maior expressão pela necessidade de sua utilização também para energia, o que ampliou fortemente a demanda no mercado interno (IPEF, 2007).

A indústria de madeira serrada brasileira é a que mais se destaca na produção de produtos sólidos de madeira, juntamente com a indústria de painéis à base de madeira. Os produtos obtidos por essas indústrias de madeira serrada são produzidos com madeiras provenientes de coníferas, como araucária e o pínus; e madeiras originadas de não coníferas, como o mogno, o cedro e o eucalipto (GOUVÊA; GONÇALVES, 2008).

Mas para ser possível de tornar este material competitivo frente a outras fontes é necessário que suas propriedades sejam conhecidas, para a adequação de seu uso em determinadas finalidades. Estes aspectos podem ser conhecidos através da análise e acompanhamento de variáveis como teor de umidade (TU), densidade e variação dimensional (BRAND, 2007). Portanto, o objetivo deste projeto será de avaliar as propriedades físicas da madeira das espécies de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis* como base para determinar sua adequada e possíveis utilizações.

## **2. JUSTIFICATIVA**

As variações de umidade e da densidade do lenho das árvores são as principais causas dos defeitos de secagem, como o empenamento e fendilhamento das peças de madeira. Os tipos de madeira presentes em um tronco estão relacionados com as variações dessas duas importantes propriedades físicas.

Portanto, a análise das propriedades da madeira se faz necessário para que se possa determinar a sua finalidade e uso adequado, pois é de extrema importância para garantir a qualidade do produto madeireiro.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. Caracterização do setor de base florestal**

O setor florestal tem grande importância como fornecedor de energia ou matéria-prima para a indústria da construção civil e de transformação, no mundo inteiro (SAMPAIO; MAZZOCHIN, 2010).

No Brasil, o setor florestal apresenta características exclusivas em razão de o país ter os recursos florestais mais abundantes, sendo o único que possui extensa área de florestas tropicais. Em decorrência disso, o Brasil desenvolveu uma estrutura produtiva complexa no setor florestal, incluindo as florestas plantadas, especialmente com pinus e eucaliptos, e suas relações com produtores de equipamentos, insumos, projetos de engenharia e empresas de produtos florestais (SAMPAIO; MAZZOCHIN, 2010).

No Brasil há dois modelos de organização industrial se tratando do setor de base florestal: De um lado, os setores de celulose, papel, lâmina de madeira, chapa de fibra e madeira aglomerada, o setor é dominado por poucas empresas de grande porte, integradas verticalmente da floresta até produtos acabados, que atuam da produção até o comércio e; de outro, na produção de madeira serrada, compensados e móveis, existe um grande número de empresas de pequeno e médio porte, de menor capacidade empresarial. No caso da indústria de móveis, além da variedade no uso de materiais, o setor apresenta uma forte pulverização das preferências dos consumidores, levando a

uma redução da escala da demanda e a uma enorme fragmentação do mercado (Brasil, 2007).

### **3.2. Características e propriedades da madeira**

O aumento no uso da madeira como matéria-prima para fins industriais ou construtivos só é possível a partir do conhecimento adequado de suas propriedades, químicas, físicas ou mecânicas. A madeira, por ser elemento orgânico, heterogêneo e composto basicamente de celulose, hemicelulose, lignina e extrativos, apresenta enorme versatilidade de usos para obtenção de uma série de produtos (GONÇALVES et al., 2009).

Qualidade da madeira constitui-se em um conjunto de características físicas, mecânicas, químicas e anatômicas que contribuem para determinar seu uso final. Somente com o conhecimento das características e da variabilidade da madeira é possível a elaboração de classes de qualidade de utilizações confiáveis. Dentre os principais fatores que afetam as características da madeira pode-se citar o sítio (ambiente onde crescem as árvores), operações silviculturais (espaçamento, fertilização, desbaste, desrama), melhoramento genético, agentes biológicos, exploração, conversão, métodos adequados de processamento, dentre outros. A madeira só poderá ser usada de maneira eficiente e efetiva com o conhecimento de seus atributos e características (LIMA, 2005).

### **3.3. Teor de umidade da madeira**

Pensando em madeiras utilizadas na serraria ou setor moveleiro, em que é fundamental a secagem da mesma, precisamos compreender a importância da secagem. Este processo é extremamente relevante para garantir a qualidade do produto madeireiro. A secagem correta proporciona melhoria das características de trabalhabilidade, redução da movimentação dimensional, do ataque por fungos e insetos, e também, maior controle de defeitos. Deste modo, grande parte das propriedades físicas e mecânicas depende do teor de umidade da madeira (SILVEIRA et al, 2012).

O teor de umidade é dado em porcentagem e indica a quantidade de água presente na madeira. A sua determinação é importante, primeiramente porque apresenta

grande variação quando se relaciona às diferentes espécies, clima e armazenamento (FERREIRA et al, 2007). Ele normalmente é inversamente proporcional à densidade da madeira, ou seja, quanto maior a quantidade de água, menor a quantidade dos outros elementos químicos da madeira como celulose, hemicelulose e lignina (FOELKEL et al. 1971).

### **3.4. Variação dimensional**

Com a diminuição da umidade da madeira, temos perda de massa, e também uma perda em volume, que podemos chamar de variação dimensional. Esse termo se refere à perda total de água desde a amostra totalmente saturada até secagem completa em estufa, e sua relação com a variação de suas dimensões (REZENDE, 1988).

Sabe-se também que a variação em volume na madeira ocorre, mais pronunciadamente, para umidades inferiores a 30-28%, pois acima deste valor a madeira se torna praticamente estável, com pequenas variações volumétricas. Este valor crítico para a umidade é denominado ponto de saturação das fibras (PSF) (REZENDE, 1988).

### **3.5. Densidade da madeira**

As relações entre massa e volume são também muito importantes, ainda mais para determinadas finalidades. A madeira, por ser um material higroscópico, oferece grandes problemas nas determinações de sua densidade, pois esta varia de acordo com a umidade (REZENDE, 1988). Mas ela também é diretamente afetada por fatores como dimensão das fibras, espessura da parede celular, volume dos vasos e parênquimas, proporção entre madeira do cerne e alburno e arranjo dos elementos anatômicos (FOELKEL et al. 1971).

De acordo com Rezende (1988), existem três maneiras, mais usuais, que expressam a densidade da madeira. Uma delas é a densidade aparente, que é definida como relação entre a massa e o volume, determinada nas mesmas condições de umidade. Densidade a 0%, é a relação entre massa e volume obtidos para umidade igual zero, onde a massa e o volume são obtidos após secagem em estufa  $103 \pm 5^\circ\text{C}$ . E por fim, a densidade básica, definida como a relação entre a massa seca para umidade zero e volume saturado em água.

## **4. HIPÓTESE**

O teor de umidade, a densidade e a variação dimensional da madeira das espécies de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*, definem atributos e possibilidades de utilização.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Geral**

O presente projeto tem como objetivo avaliar as propriedades físicas da madeira das espécies de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis* para determinar a melhor finalidade de uso.

### **5.2. Específicos**

- a) Determinar o teor de umidade dos corpos de prova das espécies de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*.
- b) Determinar a densidade e variação dimensional das duas espécies.
- c) Divulgar o trabalho em eventos científicos.

## **6. METODOLOGIA**

### **6.1 Localização do Experimento**

O experimento será conduzido no laboratório Engenharia Florestal no Centro de Educação Profissionalizante (Cedup), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus de Curitibanos, (Latitude 27°17'05", longitude 50°32'04" e altitude 1096 m).

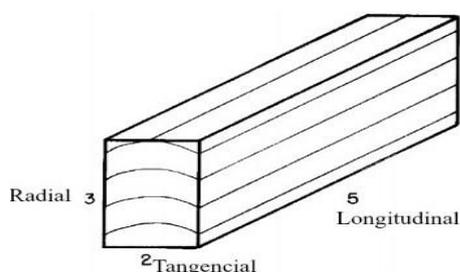
## 6.2 Determinações do Teor de Umidade

Para esta determinação plantas de *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis* serão abatidas de um reflorestamento, será extraído um disco de 3,0 cm de espessura do qual será extraída uma bagueta passando pela medula para a confecção de corpos de prova com dimensões padronizadas segundo a norma brasileira NBR 7190 (1997) ao longo de 3 posições no sentido medula-casca (0%, 50% e 100%). Serão utilizadas amostras de madeira sendo cada uma com 2 cm de largura, 3 cm de altura e 5 cm de comprimento como mostra na (Figura 1), que serão identificadas e armazenadas em embalagem hermeticamente fechadas, para posterior pesagem na condição de umidade no momento do abate e encaminhadas para secagem em estufa a 103°C até peso constante para cálculo do teor de umidade segundo o método gravimétrico.

Após escolhidas e devidamente identificadas às amostras para a realização do teor de umidade, serão levadas a balança analítica para a determinação da massa inicial, com a precisão de 0,01g. Em seguida, as amostras deverão ser colocadas em estufa comum, a uma temperatura máxima  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , sendo submetidas a pesagem periódica até obtenção de massa constante. Onde não ocorrerá uma variação entre duas medidas consecutivas, menor a 0,5% da última massa medida. Esta massa será considerada como a massa seca. Então, conhecendo a massa inicial e a massa seca, determina-se o teor de umidade das amostras a partir do cálculo:

$$U (\%) = \frac{m_u - m_s}{m_s} \times 100$$

ms



**Figura 1.** Desenho ilustrativo da amostra de madeira, padrão de acordo com a NBR 7190 (1997)

### **6.3 Determinações da Densidade e Variação Dimensional**

Para esta determinação será extraído um disco de 3,0 cm de espessura das espécies de *Pinus* e *Eucalyptus* do qual será extraída uma bagueta passando pela medula para a confecção de corpos de prova. Serão confeccionadas as amostras de dimensão 2cm de largura, 3 cm de altura e 5 cm de comprimento, segundo a norma NBR, para ambas as determinações. Os corpos de prova serão demarcados em três pontos ao longo dos sentidos radiais e tangenciais e em um ponto ao longo do sentido longitudinal para que a mensuração das dimensões em cada etapa da avaliação sejam executadas sempre nas mesmas posições.

Para as referidas determinações os corpos de prova serão imersos em um balde contendo água, em temperatura ambiente. Após as amostras atingirem a saturação será realizada a pesagem das peças em balança analítica, com uma precisão de 0,01g, e deverá ser realizada a medição das mesmas em nove pontos, anteriormente demarcados, com o paquímetro digital, sendo três pontos no sentido da longitudinal, três no sentido radial e três no sentido tangencial. Em seguida, as amostras serão direcionadas a estufa comum para secagem, com temperatura máxima  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , onde será acompanhada periodicamente. Após essa secagem, as peças serão novamente pesadas em balança analítica e novamente realizam-se as medidas pelo paquímetro digital, para obter-se assim a variação dimensional e a variação do teor de umidade e o peso das amostras.

### **6.4 Análise Estatística**

Os dados obtidos teor de umidade, densidade e variação dimensional serão submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a um nível de probabilidade de 5% de significância com auxílio do Software *Assistat*.

## **7. RESULTADOS ESPERADOS**

Espera-se que com os resultados desse trabalho obter melhor conhecimento das características do material, determinando a qualidade da madeira. Podendo contribuir para recomendar melhor uso da madeira, obtendo o máximo aproveitamento e rendimento, visando melhoria contínua dos produtos madeireiros e processos de fabricações.

## 8. CRONOGRAMA

<b>CRONOGRAMA DO PROJETO 2016</b>					
Atividades	<b>MÊS</b>				
	<b>Janeiro</b>	<b>Fevereiro</b>	<b>Março</b>	<b>Abril</b>	<b>Maior</b>
Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X
Obtenção do material e extração dos corpos de prova	X	X			
Avaliação das propriedades físicas	X	X	X		
Análise de dados	X	X	X	X	X
Elaboração de relatório técnico final e resumos e artigos científicos	X	X	X	X	X

## 9. ORÇAMENTO

Descrição	Qtde. (un.)	Valor Unitário (R\$)	Valor total (R\$)
<b>MATERIAL PERMANENTE</b>			
Estufa comum	1	4.650,00	4.650,00
Balança analítica	1	4.399,00	4.399,00
Paquímetro digital	1	269,00	269,00
<b>Subtotal</b>			9.318, 00
<b>MATERIAL DE CONSUMO</b>			
Lápis	1	3,00	3,00
Balde	1	9,50	9,50
Amostras de madeira com dimensões 3x2x5 cm.	12	2,50	30,00
<b>Subtotal</b>			42, 50
<b>Recursos Humanos</b>			
Bolsa de iniciação científica (1 bolsa x R\$ 450,00 x 12 meses)	1	450	5.400
<b>Subtotal</b>			5.400
<b>TOTAL GERAL</b>			<b>14.760,50</b>

## 10. REFERÊNCIAS

ABNT -Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR– 7190: Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT; 1997.

BRAND, M. A. **Qualidade da biomassa florestal para o uso na geração de energia em função da estocagem**. 168p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadeia produtiva de madeira**. Brasília, 2007. Disponível em: Acesso em: 31/10/2015.

FERREIRA, J. influência do teor de umidade no poder calorífico em diferentes idades e componentes de árvores de *Pinus taeda*. IN:C. CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE FLORESTAS ENERGÉTICAS, 2007, Minas Gerais. 2007. 4 p.

FOELKEI, C.E.B.; Brasil, M.A.M.; Barrichelo, L.E.G.**Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 67-74.1971.

GONÇALVES, F. G. et al. Estudo de algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. Viçosa: **Rev. Árvore**,v.33, n.3, 2009.

GOUVÊA, G. D. R.; GONÇALVES, L. R.. **Análise temporal para a produção de madeira no brasil**. Lavras: UFLA, 2008.

IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais.Disponível no site <http://www.ipef.br/> . Acessado em 28/ 10/2015.

LIMA, I. L. de. **Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden**.137 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MULLER, B. V. et al. Avaliação das principais propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Floresta Ambient.** 2014, vol.21, n.4, pp. 535-542, 2014.

PEREIRA, M. C. **Produção e consumo de produtos florestais:** perspectivas para a região sul com ênfase em Santa Catarina. Florianópolis: BRDE/AGFLO/GEPLA, 2003. 51 p.

REZENDE, M. A. de; ESCOBEDO, J. F.. Retratibilidade volumétrica e densidade aparente da madeira em função da umidade. **Ipef**, Botucatu, v. 39, n. 39, p.33-40, ago. 1988.

SAMPAIO, F. S.; MAZZOCHIN, M. S.. **Espacialidade da economia: inovação e estratégias espaciais no setor de base florestal Brasileiro.** Curitiba: UFPR, 2010.

SILVEIRA, L. H. C. et al. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. **Acta Amazônica**, Brasília, v. 43, n. 2, p.179-184, maio 2012.