



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**LETÍCIA MARIA ALVES RAMOS**

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DO LENHO JUVENIL E ADULTO DA  
MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden**

PROF.º DR. JOÃO VICENTE DE FIGUEIREDO LATORRACA  
Orientador

SEROPÉDICA-RJ  
JULHO, 2011



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

LETÍCIA MARIA ALVES RAMOS

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DO LENHO JUVENIL E ADULTO DA  
MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheira Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

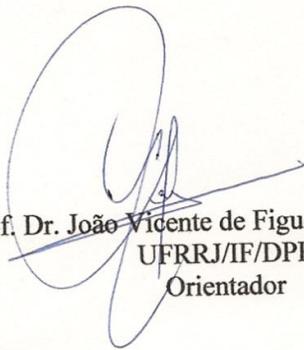
PROF.º DR. JOÃO VICENTE DE FIGUEIREDO LATORRACA  
Orientador

SEROPÉDICA-RJ  
JULHO, 2011

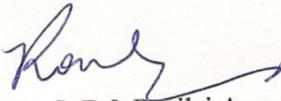
CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DO LENHO JUVENIL E ADULTO DA MADEIRA  
DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden

Comissão Examinadora:

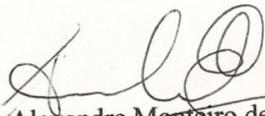
Monografia aprovada em 04 de julho de 2011.



Prof. Dr. João Vicente de Figueiredo Latorraca  
UFRRJ/IF/DPF  
Orientador



Prof. Dr. Rosilei Aparecida Garcia  
UFRRJ/IF/DPF  
Membro



Prof. Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho  
UFRRJ/IF/DPF  
Membro

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Maria e Paulinho,  
À minha irmã, Laís,  
dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, família e amigos; pela força para nunca desistir da caminhada.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por contribuir com o meu aprendizado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela bolsa de Iniciação Científica;

Ao Prof.º Dr. João Vicente de Figueiredo Latorraca, pela confiança e orientação.

Ao Prof.º Dr. Heber dos Santos Abreu, responsável pelo Laboratório de Química da Madeira, por permitir a realização de uma das análises deste trabalho.

À equipe do Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira da UFRRJ, pela ajuda nas etapas do trabalho e pelos momentos de descontração, em especial à Milene e Bruna;

À Dr.ª Gilmara Palermo, pela paciência, pelos conhecimentos passados e pela amizade;

À Prof.ª Dr.ª Rosilei Aparecida Garcia e ao Prof.º Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho por aceitarem o convite de participar da banca examinadora.

À minha querida família, em especial, meus pais, Paulinho Ramos e Maria das Neves A. N. Ramos, pelo amor, carinho, confiança e dedicação, imprescindíveis à minha formação enquanto pessoa e minha querida irmã, Laís Alves Ramos, pela amizade e pelas risadas gostosas que damos juntas;

Ao meu primo Eluã Ramos Coutinho, pelos 23 anos de amizade (!) e por ser como um irmão pra mim.

Aos meus amigos de sempre, em especial, Ilmara Ribeiro e Thaís Rocha, pelos muitos anos de amizade.

Aos meus queridos amigos, Carlos Henrique Rocha Gonçalves, Dallyene Poubel, Nicelle Mendes e Wanessa Santos pelos ótimos momentos que passamos juntos nestes 5 anos de amizade.

A minha querida amiga Pollyanna Rodrigues, pela amizade, cumplicidade, confiança, puxões de orelha e pelo apoio nos momentos em que mais precisei.

Aos meus amigos da UFRRJ, Taiana Scheiner, Rafael Ammon, e em especial à Daniela Paes.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para esta realização na minha vida.

## RESUMO

A madeira juvenil é a madeira que se forma durante os primeiros anos de crescimento da árvore e corresponde à sua porção central cilíndrica. Esse período varia conforme a espécie e a sua proporção pode ser afetada pelas condições ambientais (sítio, clima, etc.). Este presente estudo teve como objetivo determinar a idade de transição entre o lenho juvenil e adulto da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden através de suas características anatômicas correspondentes a cada anel de crescimento, bem como seus efeitos nestas características. O material de estudo constou de três árvores, com vinte e três anos de idade, provenientes de um plantio comercial localizado no distrito de Passa Três, Rio Claro - RJ. Foram estudadas as dimensões das fibras (comprimento, diâmetro total e do lume e espessura de parede), o ângulo microfibrilar, diâmetro tangencial de poros e a porcentagem de elementos anatômicos (poros, fibras e parênquima axial). A partir das análises anatômicas foi possível determinar o ponto de transição entre o lenho juvenil e adulto e sua respectiva idade para cada árvore, observando-se a variação radial do comprimento das fibras por meio de inspeção visual das curvas de crescimento das mesmas. Foi considerado o ponto onde houve mudança de tendência no crescimento, que correspondeu a 13 cm.

**Palavras-chave:** Ângulo microfibrilar, comprimento de fibra, variação radial, ponto de transição.

## ABSTRACT

Juvenile wood is the wood formed during the early years of the tree growth and it corresponds to the central cylindrical portion. This period varies according to species and their ratio can be affected by environmental conditions (site, climate, etc.). This present study aimed to determine the transition age between juvenile and adult wood of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden by their anatomical features corresponding to each growth ring, and the effects of these characteristics. The study material consisted of three trees, with twenty-three years old, from a commercial plantation located in the district of Passa Três, Rio Claro - RJ. We studied the fiber dimensions (length, lumen diameter, total diameter and wall thickness), the microfibril angle, tangential pore diameter and the percentage of anatomical elements (pores, fibers and axial parenchyma). From the anatomical analysis was possible to determine the transition point between the adult and juvenile wood and their respective age for each tree, observing the radial variation of fiber length by visual inspection of growth curves of the same. It was considered the point where there was a change in trend growth, that corresponded to 13 cm.

**Keywords:** Microfibril angle, fiber length, radial variation, transition point.

## SUMÁRIO

|   |             |
|---|-------------|
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>   | <b>viii</b> |
| <b>LISTA DE TABELAS.....</b>  | <b>ix</b>   |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>1</b>    |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>   | <b>2</b>    |
| 2.1. Objetivo Geral.....  | 2           |
| 2.2. Objetivos Específicos .....  | 2           |
| <b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                                       | <b>2</b>    |
| 3.1. Variação Radial de Características do Lenho .....                      | 2           |
| 3.2. Madeira Juvenil e Adulta.....  | 2           |
| 3.3. Qualidade da Madeira.....  | 3           |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>  | <b>4</b>    |
| 4.1. Coleta do Material .....   | 4           |
| 4.2. Análises Anatômicas .....  | 4           |
| 4.2.1. Obtenção das amostras.....   | 4           |
| 4.2.2. Lâminas histológicas .....   | 4           |
| 4.2.3. Lâminas do Macerado.....   | 5           |
| 4.2.4. Obtenção de imagens digitais.....                                    | 5           |
| 4.2.5. Determinação do Ângulo Microfibrilar .....                           | 6           |
| 4.3. Determinação do Ponto de Transição entre o Lenho Juvenil e Adulto..... | 6           |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                       | <b>6</b>    |
| 5.1. Características anatômicas .....                                       | 6           |
| 5.1.1. Dimensões das fibras .....   | 6           |
| 5.1.2. Diâmetro tangencial de poros.....                                    | 8           |
| 5.1.3. Porcentagem de elementos anatômicos.....                             | 9           |
| 5.1.4. Ângulos microfibrilares .....  | 9           |
| 5.2. Transição entre lenho juvenil e adulto.....                            | 10          |
| <b>6. CONCLUSÕES.....</b>   | <b>12</b>   |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                  | <b>13</b>   |
| <b>8. ANEXOS .....</b>  | <b>16</b>   |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> - Esquema da retirada das seções diametraais dos discos. ....  | 4  |
| <b>Figura 2</b> - Micrótomo de deslize utilizado para fazer os cortes histológicos. ....   | 5  |
| <b>Figura 3</b> - A) Microscópio óptico com câmera acoplada; B) Corte no plano transversal sob aumento de 4x; C) Fibras dissociadas sob aumento 4x e D) Fibra sob aumento de 40x. .... | 6  |
| <b>Figura 4</b> - Gráficos das médias das dimensões das fibras e resultados do teste de Tukey ( $p=0,05\%$ )...  | 7  |
| <b>Figura 5</b> - Diâmetro tangencial de poros na madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> . <b>Erro! Indicador não definido.</b>  |    |
| <b>Figura 6</b> - Gráficos das médias dos diâmetros tangenciais de poros e resultados do teste de Tukey ( $p=0,05\%$ ). ....   | 8  |
| <b>Figura 7</b> - Porcentagem de elementos anatômicos da madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> .....  | 9  |
| <b>Figura 8</b> - Gráficos das médias dos diâmetros tangenciais de poros e resultados do teste de Tukey ( $p=0,05\%$ ). ....   | 10 |
| <b>Figura 9</b> - Variação do comprimento das fibras da madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> no sentido medula-casca e demarcação.....   | 10 |
| <b>Figura 10</b> - Variação do ângulo microfibrilar da madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> no sentido medula-casca.....   | 11 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1</b> - Médias para o comprimento de fibra e ângulo microfibrilar dos lenhos juvenil e adulto de <i>Eucalyptus grandis</i> ..... | 11 |
|--|----|

## 1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus sp.*, originário da Austrália, que possui cerca de 700 espécies descritas, tem sido uma grande alternativa ao uso da madeira nativa na produção madeireira no Brasil. Alguns autores atribuem esse fato principalmente ao seu rápido crescimento e alta produtividade. SERPA et al. (2003) considera que as substituições de madeira nativa pela madeira de eucalipto que vêm ocorrendo estão relacionadas principalmente a preço e à dificuldade de obter outros tipos de madeira.

Na literatura há relatos de dificuldades no emprego da madeira de eucalipto, no que diz respeito à qualidade da madeira devido às proporções de madeira juvenil e adulta, resultando na perda de resistência e deformações durante e após o emprego da madeira serrada seca em estufa.

Segundo JANKOWSKI (1979), a madeira juvenil é definida como xilema secundário produzido durante a fase inicial da vida da árvore, caracterizada anatomicamente por um progressivo aumento nas dimensões e mudanças correspondentes na forma, estrutura e disposição das células nas sucessivas camadas de crescimento. Essa madeira também pode ser referida como aquela mais próxima da medula que, do ponto de vista tecnológico, é diferenciada da madeira adulta em diversas propriedades (CALONEGO et al., 2005), sejam elas propriedades físicas, químicas, mecânicas e anatômicas.

O período de formação do lenho juvenil varia conforme a espécie e a sua proporção pode ser afetada pelas condições ambientais (sítio, clima, etc.). O lenho juvenil caracteriza-se anatomicamente por um progressivo acréscimo nas dimensões das células e por correspondentes alterações na sua forma, estrutura e disposição em sucessivos anéis de crescimento (GATTO et al., 2007). Segundo PASSIALES & KIRIAZAKOS (2004), a madeira juvenil é caracterizada pela taxa de crescimento mais rápida, menor densidade e resistência, fibras curtas, maiores ângulos fibrilar e microfibrilar, quando comparado com a madeira adulta.

O ângulo microfibrilar da camada  $S_2$  da parede celular representa uma importante característica ultra-microscópica que influencia a performance dos produtos da madeira (LIMA et al., 2004). JOSZA & MIDDLETON (1994) definem o ângulo microfibrilar como sendo a média do ângulo helicoidal (espiral) que as fibrilas da camada  $S_2$  da parede celular faz com o eixo longitudinal da planta.

O conhecimento acerca do comportamento do ângulo microfibrilar se faz importante, pois as propriedades mecânicas, como a contração da madeira, são dependentes desta variável. O ângulo das fibrilas tem relação com a contração longitudinal. Há uma diminuição na contração longitudinal e um aumento na contração tangencial, da medula até o último dos anéis de crescimento, sendo que essa mudança é rápida através da porção de madeira juvenil e gradual na madeira adulta (JANKOWSKI, 1979).

Apesar da importância de se conhecer sobre o ângulo microfibrilar, LIMA et al. (2004) expõe que no gênero *Eucalyptus*, os efeitos do ângulo microfibrilar em outras propriedades da madeira além das propriedades mecânicas são raramente reportados na literatura, onde eles encontraram apenas um trabalho relacionando o ângulo das microfibrilas com a retração na madeira de tração de *Eucalyptus regnans*, *Eucalyptus siebiri* e *Pinus radiata*.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho teve como objetivo principal determinar a idade de transição entre o lenho juvenil e adulto através do estudo de caracteres anatômicos e do seu comportamento no sentido medula-casca.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar anatomicamente a madeira correspondente a cada anel de crescimento, avaliando o comportamento do comprimento das fibras, do ângulo microfibrilar, diâmetro tangencial dos poros e porcentagem de elementos anatômicos.
- Avaliar o efeito desses caracteres sobre as características dos anéis de crescimento.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1. Variação Radial de Características do Lenho

A madeira de eucalipto apresenta uma estrutura heterogênea, resultante das variações de seus elementos anatômicos, tornando-se importante determinar os padrões de variação existentes, visando, principalmente, definir sua utilização mais adequada (TOMAZELLO FILHO, 1985).

Dentro da madeira existem variações tanto no sentido radial quanto no sentido longitudinal. Podemos observar essas variações no comprimento das fibras, no diâmetro das células, na espessura da parede celular, na porcentagem de elementos anatômicos, na densidade básica, entre outras características. Essas variações das propriedades da madeira no sentido da medula para a casca se apresentam em maiores ou menores magnitudes, dependendo da espécie e da idade (SILVA, 2007).

BRASIL & FERREIRA (1972) estudaram a madeira de *Eucalyptus grandis* aos cinco anos de idade e encontraram variação radial significativa para comprimento de fibras e densidade básica, destacando que o aumento a densidade acompanha o aumento da espessura de parede e do comprimento das fibras.

ROCHA et al. (2004) avaliaram a madeira de *E. grandis*, aos sete anos, encontrando variação radial em todas as dimensões das fibras, com tendência crescente. Resultados semelhantes também podem ser observados em coníferas como no trabalho de BARRICHELO (1979) com *Pinus caribea*, onde foi encontrada variação acentuada praticamente linear nos comprimentos dos traqueídeos, tanto no lenho inicial quanto no tardio.

A variação anatômica tem influência em diversas propriedades da madeira, como propriedades físicas químicas e mecânicas. CRUZ et AL. (2003) trabalharam com sete clones de *Eucalyptus* e concluíram que a madeira apresentou maior variação no sentido medula-casca do que no sentido base-topo, ressaltando a importância de se conhecer as variações radiais para a classificação e homogeneização de lotes de madeira serrada.

### 3.2. Madeira Juvenil e Adulta

A madeira juvenil corresponde a uma região central na árvore de forma cilíndrica, com diâmetro mais ou menos uniforme e, estendendo-se desde a base até o topo da árvore, podendo formar parte do alburno ou do cerne no tronco, se este último já estiver presente na árvore (KRAHMER, 1986; ZOBEL & BUIJETNEN, 1989; COWN, 1992; EVANS et al., 2000 *apud* BALLARIN & PAULA, 2003). PALMA et al. (2010) porém, resalta que a

proporção de madeira juvenil existente em uma tora é uma característica que depende fundamentalmente da idade da árvore, do ambiente de plantio e do manejo.

A madeira juvenil, de forma geral, caracteriza-se por menor densidade, maior ângulo das microfibrilas na camada S<sub>2</sub> da parede celular, traqueídes mais curtos, contração transversal menor, maior contração longitudinal, maior proporção de lenho de reação, menor porcentagem de lenho tardio, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de celulose e menor resistência em relação à madeira mais adulta (BENDTSEN, 1978; ZOBEL, 1984; SENFT, BENDSEN & GALLIGAN, 1986 *apud.* LARA PALMA, 2010).

A madeira adulta por sua vez apresenta propriedades anatômicas preferíveis em relação à madeira juvenil, como por exemplo, maior comprimento das fibras e menor ângulo microfibrilar da camada S<sub>2</sub> da parede celular, apresentando assim melhor estabilidade e menor propensão a defeitos de secagem e no processamento mecânico. SILVA (2007), citando CRUZ (2000), explica que o aumento em algumas propriedades da madeira como o comprimento de fibra e a espessura de parede ocorrem devido ao alto incremento da madeira nas espécies do gênero *Eucalyptus*. Ele explica ainda que o crescimento inicial das células da madeira é acelerado e as células se multiplicam antes de atingirem o tamanho genético característico da espécie, em seguida ocorrendo diferenciações e formação das células.

A caracterização da madeira juvenil e adulta nos permite conhecer as propriedades físicas, químicas, biológicas e morfológicas da madeira. Isso nos possibilita programar a época de colheita de madeira que melhor atenda as necessidades do produtor, de acordo com sua finalidade (indústria moveleira, produção de carvão, papel e polpa celulósica, etc.), desde o processamento inicial até sua utilização final.

LEONELLO et al. (2008), citando ZOBEL (1980) e KRAHMER (1986), afirma que o comprimento das traqueídes ou fibras constitui a principal variável na definição do limite entre a madeira adulta e juvenil. Isso pode ser atribuído à diferença nítida nos comprimentos das fibras nas duas regiões, sendo fácil a visualização gráfica da transição. Esse fato também é afirmado por CECCANTINI (1996) *apud* SILVA et al. (2007) em seu trabalho com espécies nativas, onde ressalta que a zona de estabilização dos comprimentos das fibras é marcada pela transição da madeira juvenil para a adulta. Isso é observado através do crescimento das fibras quase que uniforme da região juvenil para a adulta, onde tende a se estabilizar.

### **2.3. Qualidade da Madeira**

A qualidade da madeira está intimamente associada às características anatômicas da madeira, como por exemplo, o comprimento de fibras, ângulo microfibrilar, porcentagem de elementos anatômicos, espessura de parede das fibras. Características estas que tem influência na densidade básica da madeira.

Segundo PAULA (2005), os estudos anatômicos de madeiras têm sido realizados na sua grande maioria, como respaldo e subsídio à taxonomia e, em pequena escala, relacionados com a fisiologia e ecologia; em alguns casos são puramente anatômicos, ou seja, sem correlacionar as características anatômicas com as funções biológicas e o uso adequado da madeira.

CRUZ (2000) *apud.* SILVA et al.(2007), afirmou que o comprimento e a espessura das paredes das fibras aumentam à medida que se afastam da medula para o gênero *Eucalyptus*. O que, segundo ele, se explica devido ao alto incremento da madeira das espécies desse gênero.

A maioria dos problemas que ocorrem com a qualidade da madeira é oriundo de algumas características do lenho juvenil, ou seja, baixa densidade, baixa resistência e a propensão de uma contração mais acentuada (LATORRACA & ALBUQUERQUE, 2000). TOMAZELLO FILHO (1985) *apud.* PAULA (2005), afirma, com base em estudos

anatômicos e da densidade, que a madeira de melhor qualidade deve ser obtida a partir de árvores com idade mais avançada.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Coleta do Material

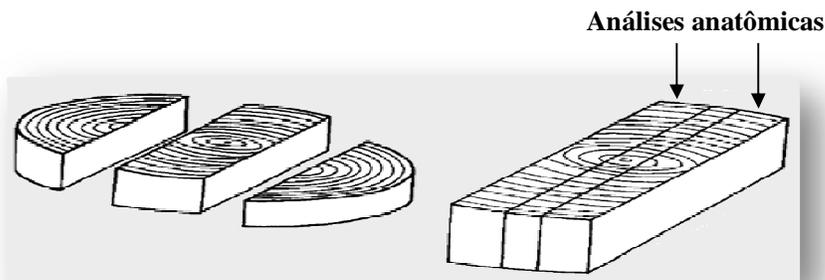
O material utilizado neste estudo foi proveniente de três árvores de *Eucalytus grandis* Hill Ex Maiden, com vinte e três anos de idade, cedido pela empresa Quimvale Florestal Ltda. A empresa está localizada no distrito de Passa Três, município de Rio Claro, Rio de Janeiro, cujas coordenadas geográficas são 22°43'23'' latitude (S) e 44°08'08'' longitude (W) e uma altitude média de 446 m.

A seleção das árvores baseou-se em alguns aspectos qualitativos, tais como, tronco cilíndrico, boa retidão de fuste, menor incidência de galhos, boa sanidade, sem tortuosidade e foram evitadas árvores que se encontravam na borda do povoamento. Posteriormente tomaram-se os diâmetros no DAP, sendo os diâmetros de 25, 18 e 19 cm para as árvores 1, 2 e 3, respectivamente. Foram retirados discos com 8,0 cm de espessura na altura do DAP, os quais foram transportados para o Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira (LAQM) da UFRRJ.

### 4.2. Análises Anatômicas

#### 4.2.1. Obtenção das amostras

Dos discos foram obtidas seções diametrais de 3 cm de largura, passando pela medula até atingir a casca (Figura 1). Em cada uma das baguetas executaram-se cortes tangenciais sistemáticos a cada 1 cm.



**Figura 1** - Esquema da retirada das seções diametrais dos discos.

O material foi separado em 2 grupos, sendo o primeiro grupo utilizado para obtenção dos cortes histológicos, apresentando amostras de 1,0 x 3,0 x 4,0 cm, as quais foram armazenadas em álcool etílico comercial (96,4%) para conservação. O segundo grupo com 0,5 x 0,5 x 4,0 cm foi transformado em finos palitos e armazenado em tubos de ensaio para preparo do macerado.

#### 4.2.2. Lâminas histológicas

Para o preparo das lâminas histológicas, as amostras foram cozidas por aproximadamente 2 horas e em seguida seccionadas no plano transversal e no plano

tangencial, utilizando-se um micrótomo de deslize MICRON HM 450 (Figura 2).



**Figura 2** - Micrótomo de deslize utilizado para fazer os cortes histológicos.

No plano transversal, executou-se um corte com 18  $\mu\text{m}$  de espessura para cada posição, onde foi feita dupla coloração com safranina e azul de astra à 1%, respectivamente. Os cortes foram colocados sobre a lâmina de vidro juntamente com glicerina e cobertos com lamínula. Nestas lâminas com cortes transversais foram mensurados o diâmetro tangencial de poros e a porcentagem de elementos anatômicos.

#### **4.2.3. Lâminas do Macerado**

As amostras palitadas foram armazenadas em frascos de vidro, contendo solução de Franklin (ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio 130 vol., numa proporção 1:1). Os frascos foram vedados e levados à estufa a 60°C por 24 horas visando a completa dissociação dos elementos celulares.

O material deslignificado foi lavado em água corrente até a completa retirada da solução e armazenados em tubos de ensaio para em seguida serem montadas as lâminas provisórias.

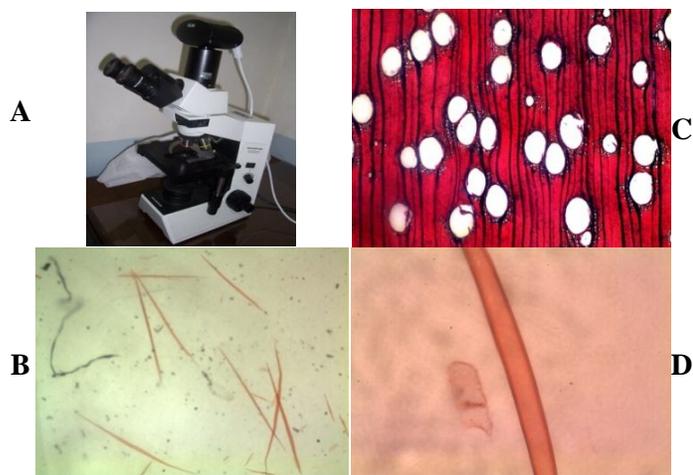
Sobre cada lâmina foi colocado o material dissociado com o auxílio de uma pipeta, juntamente com uma gota de safranina 1% e glicerina, sendo cobertas com lamínulas, conforme explicado no tópico anterior.

Foram confeccionadas cinco lâminas temporárias por posição em cada árvore, sendo efetuadas 5 medições por lâmina, totalizando 25 medições por posição.

Os seguintes caracteres foram determinados: fibras (comprimento total, diâmetro total e diâmetro do lume), elementos de vaso (diâmetro tangencial e comprimento) e porcentagem de elementos anatômicos.

#### **4.2.4. Obtenção de imagens digitais**

A partir das lâminas dissociadas e das lâminas do plano transversal, foram obtidas imagens digitais através de uma câmera Olympus® SC20 acoplada ao microscópio óptico Olympus® CX40 (Figura 3), e então os caracteres anatômicos foram mensurados com o auxílio do software CELL<sup>F</sup>.



**Figura 3** - A) Microscópio óptico com câmera acoplada; B) Corte no plano transversal sob aumento de 4x; C) Fibras dissociadas sob aumento 4x e D) Fibra sob aumento de 40x.

#### 4.2.5. Determinação do Ângulo Microfibrilar

No plano tangencial, foram obtidos dois cortes histológicos com espessura de 10  $\mu\text{m}$  de cada amostra das três árvores. Com esse material, foram montadas lâminas naturais, com glicerina e água destilada, assim como descrito anteriormente. O ângulo microfibrilar foi medido com o auxílio de um microscópio de luz polarizada Olympus BX51 (localizado no Laboratório de Química da Madeira- LQM- da UFRRJ), dotado de uma mesa giratória graduada de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ , onde as seções foram colocadas de maneira que o corte ficasse na posição vertical. Essa mesa foi girada até que a amostra ficasse na máxima posição de extinção de luz, anotando-se assim o ângulo apresentado.

#### 4.3. Determinação da Transição entre o Lenho Juvenil e Adulto

Para a determinação do ponto de transição entre o lenho juvenil e adulto, foi observada a variação radial do comprimento das fibras, observando-se a localização do ponto de estabilização do crescimento no gráfico.

Após a demarcação, foi feita a caracterização dos elementos anatômicos para o lenho juvenil e para o lenho adulto.

Para facilitar as análises estatísticas, os dados foram divididos de acordo com a posição na seção radial, sendo esta dividida em posição interna, intermediária e externa, com a posição interna nas proximidades da medula e a externa próxima à casca.

Foi feita a ANOVA e, em seguida, a aplicação do teste de Tukey a 5% de significância para os valores de F significativos, a fim de verificar a existência de diferenças estatísticas entre estas regiões e, conseqüentemente, entre lenho juvenil e adulto.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

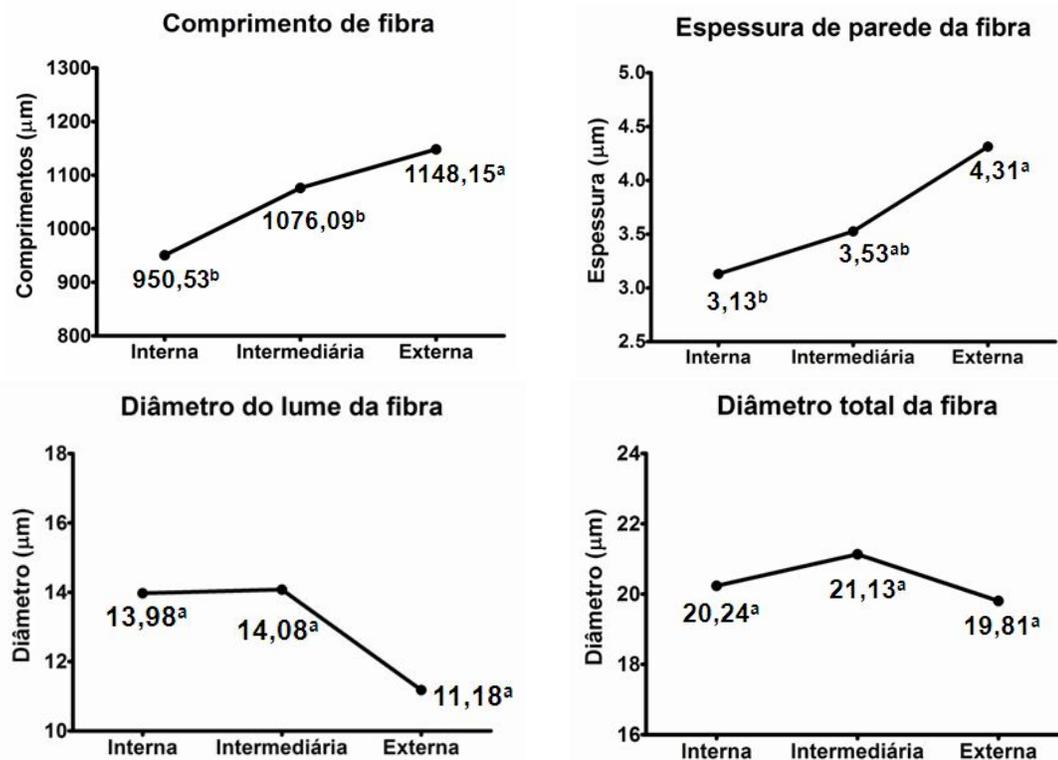
### 5.1. Características anatômicas

#### 5.1.1. Dimensões das fibras

Para as dimensões das fibras, os resultados não mostraram variação nítida no sentido medula-casca para o diâmetro total da fibra e diâmetro do lume. O diâmetro do lume apresentou decréscimo nos valores radiais apesar de não apresentar diferenças estatísticas

significantes. Esse decréscimo no diâmetro do lume pode ser explicado pelo aumento da espessura de parede.

O comprimento de fibras e a espessura de parede mostraram valores menores na região próxima a medula e aumentaram no sentido radial. As médias, para os dois casos, apresentaram diferenças significativas na análise de variâncias e a aplicação do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, indicando diferenças entre as posições estudadas (Figura 4).



**Figura 4** - Gráficos das médias das dimensões das fibras e resultados do teste de Tukey (p=0,05%).

Médias com a mesma letra não diferem entre si segundo o teste de Tukey (p = 0,05%). NS: Não significativo. \*Significativo à 95% de probabilidade. \*\* Significativo à 99% de probabilidade.

Essa tendência de crescimento, com os comprimentos de fibra apresentando crescimento linear nos primeiros anos de vida e depois estabilizado, também foi observada por BRASIL & FERREIRA (1972), ROCHA et al (2004), com *Eucalyptus grandis*, GATTO et al (2007 e 2008), com *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd e *Luehea divaricata* Mart., e CALONEGO et al. (2005) com *Eucalyptus citriodora* (atualmente *Corymbia citriodora*) e PALMA et al.(2010) com *Corymbia citriodora*. Os valores de comprimento de fibra apresentam-se crescentes até um determinado ponto, onde a tendência de crescimento muda, ou seja, já não ocorre mais crescimento linear, com leve decréscimo ou estabilizando-se.

Os valores de espessura de parede também apresentaram variação radial, com valores menores na região próxima da medula e maiores à medida que se aproxima da casca. Comportamento semelhante foi observado no trabalho de BRASIL & FERREIRA (1972), também com *Eucalyptus grandis*, onde os autores atribuem essa variação da espessura de

parede ao diâmetro do lume, que diminui, já que diâmetro total da fibra não mostrou variação significativa nessas regiões. A variação radial da espessura de parede pode influenciar na variação da densidade da madeira.

TOMAZELLO FILHO (1987) afirma que, sob o aspecto tecnológico, a variação das dimensões das fibras está relacionada com as propriedades físico-mecânicas da madeira e da celulose e papel. Dentre as propriedades influenciadas pela anatomia citam-se os diversos índices de resistência, o colapso das fibras, as ligações inter-fibras, entre outras (TOMAZELLO FILHO, 1987).

### 5.1.2. Diâmetro tangencial de poros

Na figura 5 temos as médias do diâmetro tangencial de poros. Não foram observadas diferenças significativas no teste de Tukey ( $p=0,05$ ), entretanto, verificou-se um aumento sutil no sentido medula-câmbio (Figura 6).

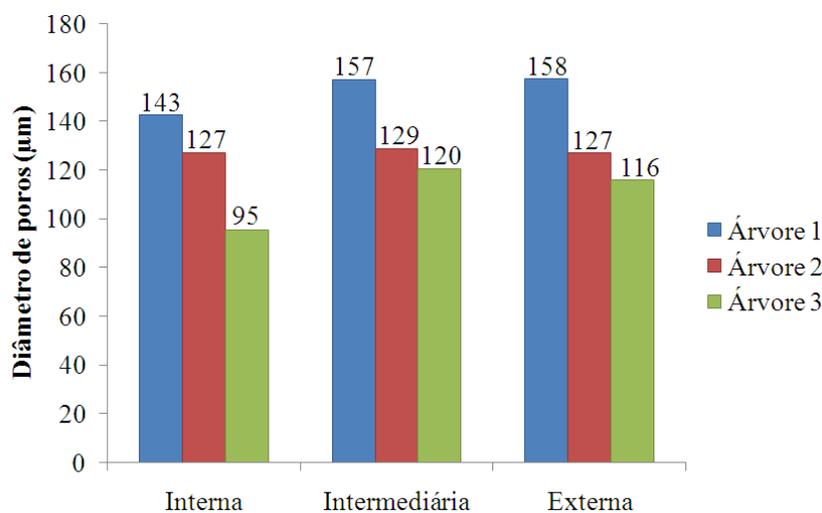


Figura 5 - Diâmetro tangencial de poros na madeira de *Eucalyptus grandis*.

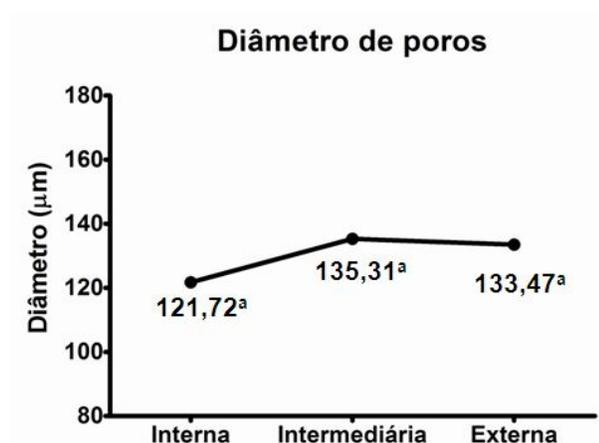


Figura 6 - Gráficos das médias dos diâmetros tangenciais de poros e resultados do teste de Tukey ( $p=0,05\%$ ).

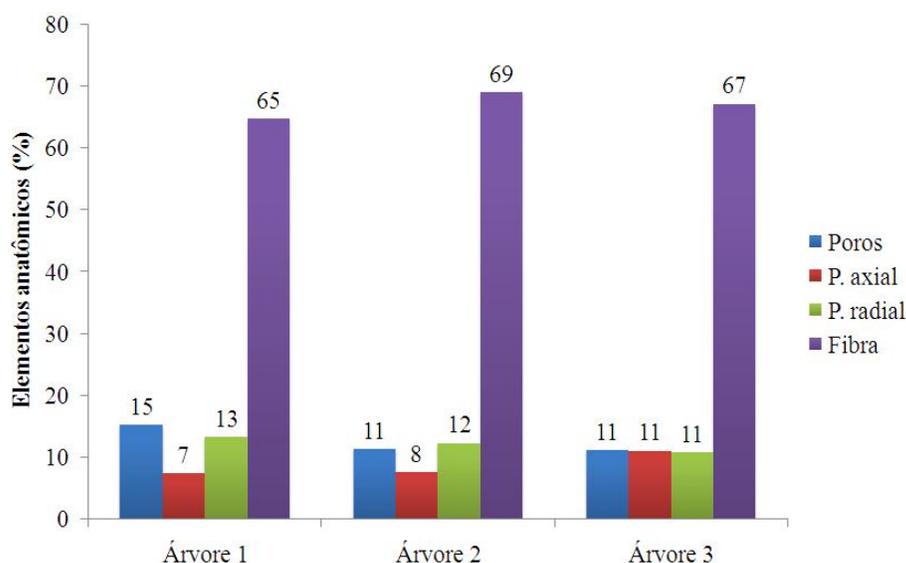
Médias com a mesma letra não diferem entre si segundo o teste de Tukey ( $p = 0,05\%$ ). NS: Não significativo. \*Significativo à 95% de probabilidade. \*\* Significativo à 99% de probabilidade.

Embora tenha apresentado esse pequeno aumento no sentido radial, o diâmetro tangencial de poros não demonstrou, para este caso, relação com a posição medula-casca. Esses resultados são similares aqueles encontrados por BELINI et al. (2008). Isso pode acontecer talvez por ser uma madeira de porosidade difusa, não demonstrando assim variação relevante nos diâmetros destes elementos, diferentemente do encontrado por ROCHA et al. (2004) em trabalho com a mesma espécie, no qual foi notada variação crescente no sentido medula-casca e estatisticamente significativa. Foram observadas médias totais de 153,48  $\mu\text{m}$  para a árvore 1; 127,66  $\mu\text{m}$  para a árvore 2 e 108,61  $\mu\text{m}$  para a árvore 3.

### 5.1.3. Porcentagem de elementos anatômicos

A análise da porcentagem dos elementos anatômicos do xilema nos mostra grande porcentagem de fibras, com médias entre 65 e 69%, dentro dos padrões esperados para o gênero *Eucalyptus*, enquanto que os outros tecidos tiveram em torno de 7 a 15%. (Figura 7) Essa alta porcentagem de fibras pode indicar que a espécie apresenta valores de densidade altos. O tecido que teve menor participação foi o parênquima axial.

TURGILHO et al. (2009), citando FOELKEL e BARRICHELO (1975); BARRICHELO e BRITO (1976), comentam que para o eucalipto, a porcentagem de fibras é cerca de 65%, a de vasos é de 17% e a de parênquima é de 18%. NISGOSKI et al. (1998) encontraram porcentagem de fibras em torno de 40 %, 20% de parênquima axial e radial, e 15% de poros.



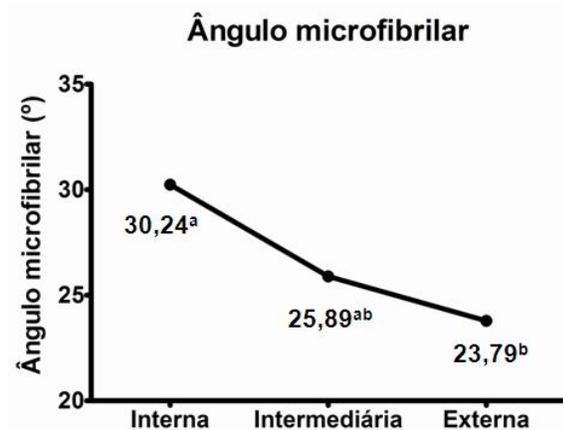
**Figura 7** - Porcentagem de elementos anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis*.

### 5.1.4. Ângulos microfibrilares

Quanto aos ângulos microfibrilares, observou-se que na região próxima da medula os ângulos foram maiores, decrescendo até chegarem a valores constantes à medida que foram se distanciando da medula e se aproximando da casca, ou seja, o ângulo diminui de acordo com o aumento do comprimento da fibra.

O teste de Tukey ( $p=0,05$ ) apontou diferenças significantes para as médias da região interna e externa, sendo que a região intermediária não diferiu das demais. As médias foram 30,24°, 25,89° e 23,79° respectivamente para as regiões interna, intermediária e externa. Esses

resultados mostram que os ângulos microfibrilares têm relação com a idade da árvore (Figura 8).



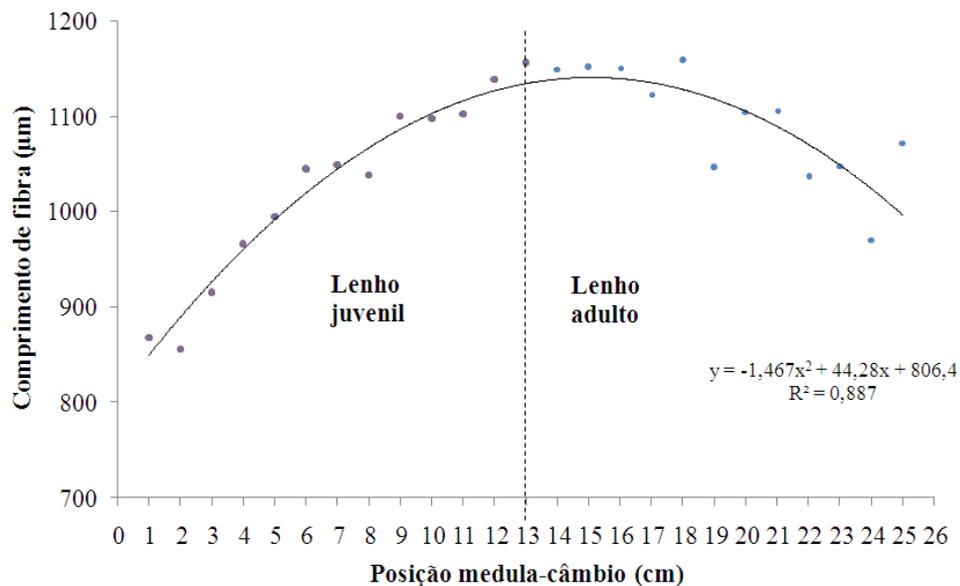
**Figura 8** - Gráficos das médias dos diâmetros tangenciais de poros e resultados do teste de Tukey (p=0,05%).

Médias com a mesma letra não diferem entre si segundo o teste de Tukey (p = 0,05%). NS: Não significativo. \*Significativo à 95% de probabilidade. \*\* Significativo à 99% de probabilidade.

### 5.2. Transição entre lenho juvenil e adulto

De todos os caracteres anatômicos observados, o que melhor definiu a transição entre os lenhos juvenil e adulto foi o comprimento das fibras, assim como GATTO et al. (2007 e 2008) verificou em seus trabalhos com *Platanus x acerifolia* e *Luehea divaricata*, respectivamente.

Os valores de comprimento de fibra apresentaram crescimento linear até 13 cm, em média, no sentido medula-câmbio. Após este ponto, os valores mudaram de tendência, apresentando decréscimo (Figura 9).

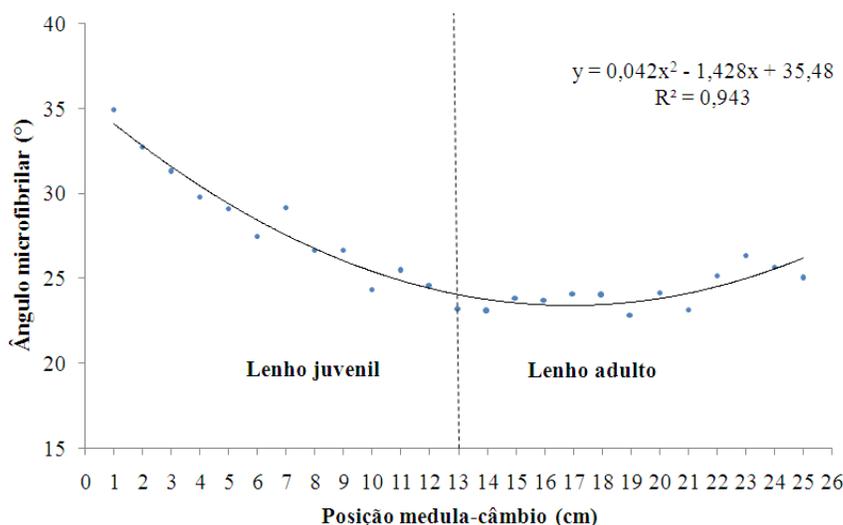


**Figura 9** - Variação do comprimento das fibras da madeira de *Eucalyptus grandis* no sentido medula-casca e demarcação.

No trabalho de CALONEGO et al. (2005) também foi verificada essa tendência de crescimento das fibras, ficando evidenciado o crescimento linear nos primeiros anos da árvore, característica de formação da madeira juvenil.

Apesar de considerarmos o ponto de transição, não podemos afirmar que este ponto corresponde exatamente onde começará a formação de madeira adulta. Segundo JANKOWSKI (1979), é difícil estimar a idade exata de formação da madeira adulta, porque existe uma transição gradual entre os lenhos formados na fase juvenil até atingir a maturidade. Essa faixa gradual é chamada de faixa de transição.

Os ângulos microfibrilares também mostraram que há diferenças entre o lenho juvenil e adulto (Figura 10). Na Tabela 1 temos a comparação entre os valores de lenho juvenil e adulto para comprimento de fibras e ângulos microfibrilares, em cada indivíduo estudado.



**Figura 10** - Variação do ângulo microfibrilar da madeira de *Eucalyptus grandis* no sentido medula-casca.

**Tabela 1** - Médias para o comprimento de fibra e ângulo microfibrilar dos lenhos juvenil e adulto de *Eucalyptus grandis*.

| Árvore               | Comprimento de fibra ( $\mu\text{m}$ ) | Ângulo microfibrilar ( $^\circ$ ) |
|----------------------|--|-----------------------------------|
| <i>Lenho juvenil</i> |  |                                   |
| 1                    | 959,72                                 | 30,56                             |
| 2                    | 996,87                                 | 32,42                             |
| 3                    | 1020,89                                | 27,02                             |
| <i>Lenho adulto</i>  |  |                                   |
| 1                    | 1058,11                                | 24,94                             |
| 2                    | 1130,24                                | 25,68                             |
| 3                    | 1183,35                                | 16,50                             |

## 6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo com a madeira de *Eucalyptus grandis*, pode-se concluir que:

- Existe variação radial dos caracteres anatômicos da madeira no sentido medula-câmbio;
- As características que apresentaram diferenças significativas entre as regiões da madeira no sentido medula-casca foram o comprimento de fibra, a espessura de parede das fibras e o ângulo microfibrilar;
- O comprimento das fibras tende a aumentar linearmente na direção medula-câmbio, apresentando essas regiões médias estatisticamente diferentes.
- O ângulo microfibrilar se mostrou alto na região próxima a medula, decrescendo à medida que se aproximavam do câmbio;
- Foi possível, através da variação radial do comprimento de fibra, identificar a região de transição entre o lenho juvenil e adulto;
- Foi encontrada proporção de 52% de lenho juvenil no raio, correspondendo a uma distância radial de 13 cm;
- A transição entre o lenho juvenil e adulto, para as árvores estudadas, foi encontrada a 13 cm de distância da medula.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLARIN, A. W.; LARA PALMA, H. A. Propriedades da resistência e rigidez da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 371-380, 2003.

BARRICHELO, J. E. G.; BRITO, J. O. Variabilidade radial da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **IPEF**, n.18, p.81-102, jun.1979.

BELINI, U. L.; TOMAZELLO FILHO, M.; CHAGAS, M. P.; DIAS, C. T. S. Caracterização da estrutura anatômica, densidade básica e morfologia de cavacos da madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de painéis MDF. **Revista Árvore**, Viçosa, vol. 32, n. 4, p. 707-713, 2008.

BENDTSEN, B. A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest Products Journal**, v. 28, n. 10, p. 69-72, 1978.

BRASIL, M. A. M.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica e das características das fibras em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden ao nível do DAP. **IPEF**, n. 5, p. 81-90, 1972.

COWN, D. J. Corewood (Juvenile wood) in *Pinus radiata*: should we be concerned? **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 22, n. 1, p. 87-95, 1992.

CRUZ, C. R. **Caracterização da madeira de clones de Eucalyptus para utilização na indústria madeireira**. 2000. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CRUZ, C. R.; LIMA, J. T.; MUÑIZ, G. I. B. Variações dentro das árvores e entre clones das propriedades físicas e mecânicas de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 33-47, dez. 2003.

EVANS II, J. W.; SENFT, J. F.; GREEN, D. W. Juvenile wood effect in red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones. **Forest Products Journal**, Madison, v. 50, n. 7/8, p. 75-87, 2000.

GATTO, D. A.; HASELEIN, C. R.; BULIGON, E. A.; CALEGARI, L.; STANGERLIN, D. M.; OLIVEIRA, L. S. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto para *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 393-398, outubro/dezembro, 2007.

GATTO, D. A.; HASELEIN, C. R.; BULIGON, E. A.; CALEGARI, L.; STANGERLIN, D. M.; OLIVEIRA, L. S.; SANTINI, E. J. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto por meio de parâmetros anatômicos para a madeira de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 535-540, outubro-dezembro, 2008.

IAWA. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**. Leiden: v. 10, n. 3, p. 219-312, 1989.

JANKOWSKY, I.P. Madeira juvenil: formação e aproveitamento industrial. **Circular**

**Técnica IPEF**, Piracicaba, v.81, p. 1-18, 1979.

JOZSA, L.A.; MIDDLETON, G.R. A discussion of wood quality attributes and their practical implications. Special publication No SP-34. Forintek Canada Corp. Vancouver. B.C., 1994, 42p.

KRAHMER, R. Fundamental anatomy of juvenile and mature wood. In: A technical workshop: juvenile wood-what does it mean to forest management and forest products, 1985, Washington. **Proceedings...** Madison: Forest Products Research Society, 1986. p.12-16

LATORRACA, J. V. F.; ALBUQUERQUE, C. E. C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da Madeira. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 7, n. 1, p. 279-291, janeiro/dezembro, 2000.

LEONELLO, E. C.; PALMA, H. A. L.; BALLARIN, A. W. Delimitação da madeira juvenil e adulta de *Eucalyptus grandis* em São Paulo, Brasil. **Revista Forestal Venezolana**, Ano XLII, Vol. 52(1) enero-junio, 2008, pp. 93-98

LIMA, J. T.; BREESE, M. C.; CAHALAN, C. M. Variation in microfibril angle in *Eucalyptus* clones. **Holzforschung**, vol. 58, pp. 160–166, 2004.

OLIVEIRA, B. R. **Correlações dendroclimatológicas do *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden da região de Rio Claro, RJ**. 2009. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

PÁDUA, F. A.; TURGILHO, P. F.; ROSADO, S. C. S.; LIMA, J. T.; CARDOSO JR, A. A.; OLIVEIRA, A. C. estimativa dos parâmetros genéticos das tensões de crescimento em clones de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, n. 66, p. 152-160, dezembro, 2004.

PALERMO, G. P.M. **Propriedades e comportamento tecnológico da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex-maiden visando a sua utilização em produtos de maior valor agregado**. 2010. 237p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

PALMA, H. A. L.; LEONELLO, E. C.; BALLARIN, A. W. Demarcação da madeira juvenil e adulta de *Corymbia citriodora*. **Cerne**, Lavras, v. 16, p. 114-148, julho, 2010.

PASSIALIS, C.; KIRIAZAKOS, A. Juvenile and mature wood properties of naturally-grown fir trees. **Holz Roh Werkst**, (2004) 62:476–478.

PAULA, J. E. Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do cerrado, visando sua utilização na produção de energia. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 90-100, janeiro/março, 2005.

ROCHA, F. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; COUTO, H. T. Z. vVariação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos sete anos. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 43-55, jun. 2004.

SERPA, P. N.; VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M.; PIMENTA, A.S. Avaliação de algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.5, p.723-733, 2003.

SILVA, J. R. M.; LIMA, J. T.; TURGILHO, P. F. Usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* em diferentes regiões da medula à casca. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 25-31, janeiro/março, 2007.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *E. Grandis*. **IPEF**, n.29, p.37-45, abril,1985.

TURGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v.2. n.1, 1996.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. van. Wood variation: its causes and control. **Berlin: Springer-Verlag**, 361 p,1989.

ZOBEL, B. J. The changing quality of the world wood supply. **Wood Science and Technology**, New York, v. 18, n. 1, p.1-17, Março 1984.

## ANEXOS

### ANEXO A - RESUMO DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS PARA AS CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis*

**Tabela 2** - Quadro da análise estatística básica para as características da madeira de *Eucalyptus grandis*.

| Característica                    | Est. descritiva          | Posição radial |               |         |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------|---------------|---------|
|                                   |                          | Interna        | Intermediária | Externa |
| Comprimento de fibra (µm)         | Média                    | 950,50         | 1076,09       | 1148,15 |
|                                   | Desvio padrão            | 36,55          | 28,20         | 66,93   |
|                                   | Variância                | 1336,10        | 795,19        | 4479,50 |
|                                   | Coefficiente de variação | 3,85           | 2,62          | 5,83    |
| Espessura de parede (µm)          | Média                    | 3,13           | 3,53          | 4,31    |
|                                   | Desvio padrão            | 0,53           | 0,23          | 0,24    |
|                                   | Variância                | 0,28           | 0,05          | 0,06    |
|                                   | Coefficiente de variação | 16,79          | 6,63          | 5,58    |
| Diâmetro total da fibra (µm)      | Média                    | 20,24          | 21,13         | 19,81   |
|                                   | Desvio padrão            | 2,63           | 1,42          | 0,55    |
|                                   | Variância                | 6,91           | 2,02          | 0,30    |
|                                   | Coefficiente de variação | 12,99          | 6,73          | 2,80    |
| Diâmetro do lume da fibra (µm)    | Média                    | 13,98          | 14,08         | 11,18   |
|                                   | Desvio padrão            | 2,27           | 1,28          | 0,85    |
|                                   | Variância                | 5,17           | 1,63          | 0,73    |
|                                   | Coefficiente de variação | 16,26          | 9,07          | 7,65    |
| Ângulo microfibrilar (°)          | Média                    | 30,24          | 25,89         | 23,79   |
|                                   | Desvio padrão            | 2,00           | 2,57          | 1,57    |
|                                   | Variância                | 4,02           | 6,61          | 2,47    |
|                                   | Coefficiente de variação | 6,63           | 9,93          | 6,61    |
| Diâmetro tangencial de poros (µm) | Média                    | 121,72         | 135,31        | 133,47  |
|                                   | Desvio padrão            | 24,10          | 19,22         | 21,58   |
|                                   | Variância                | 580,94         | 369,35        | 465,59  |
|                                   | Coefficiente de variação | 19,80          | 14,20         | 16,17   |

**ANEXO B - RESULTADOS DA ANOVA PARA AS CARACTERÍSTICAS DA  
MADEIRA DE *Eucalyptus grandis***

**Tabela 3** - Tabela análise de variância do comprimento de fibra da madeira de *Eucalyptus grandis*.

| <b>Causa da variação</b> | <b>G.L.</b> | <b>S.Q.</b> | <b>Q.M.</b> | <b>F</b> | <b>Valor P</b> |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------------|
| <b>Entre posições</b>    | 2           | 60010       | 30010       | 13,62    | 0,0059         |
| <b>Resíduo</b>           | 6           | 13220       | 2204        |          |                |
| <b>Total</b>             | 8           | 73240       |             |          |                |

**Tabela 4** - Tabela análise de variância da espessura de parede da madeira de *Eucalyptus grandis*.

| <b>Causa da variação</b> | <b>G.L.</b> | <b>S.Q.</b> | <b>Q.M.</b> | <b>F</b> | <b>Valor P</b> |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------------|
| <b>Entre posições</b>    | 2           | 2,176       | 1,088       | 8,38     | 0,0183         |
| <b>Resíduo</b>           | 6           | 0,77        | 0,1298      |          |                |
| <b>Total</b>             | 8           | 2,955       |             |          |                |

**Tabela 5** - Tabela análise de variância do diâmetro total da fibra da madeira de *Eucalyptus grandis*.

| <b>Causa da variação</b> | <b>G.L.</b> | <b>S.Q.</b> | <b>Q.M.</b> | <b>F</b> | <b>Valor P</b> |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------------|
| <b>Entre posições</b>    | 2           | 2,749       | 1,374       | 0,44     | 0,6591         |
| <b>Resíduo</b>           | 6           | 18,44       | 3,073       |          |                |
| <b>Total</b>             | 8           | 21,19       |             |          |                |

**Tabela 6** - Tabela análise de variância do diâmetro do lume da fibra da madeira de *Eucalyptus grandis*.

| <b>Causa da variação</b> | <b>G.L.</b> | <b>S.Q.</b> | <b>Q.M.</b> | <b>F</b> | <b>Valor P</b> |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------------|
| <b>Entre posições</b>    | 2           | 16,20       | 8,102       | 3,23     | 0,1118         |
| <b>Resíduo</b>           | 6           | 15,07       | 2,511       |          |                |
| <b>Total</b>             | 8           | 31,27       |             |          |                |

**Tabela 7** - Tabela análise de variância do ângulo microfibrilar da madeira de *Eucalyptus grandis*.

| <b>Causa da variação</b> | <b>G.L.</b> | <b>S.Q.</b> | <b>Q.M.</b> | <b>F</b> | <b>Valor P</b> |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------------|
| <b>Entre posições</b>    | 2           | 64,92       | 32,46       | 7,43     | 0,0238         |
| <b>Resíduo</b>           | 6           | 26,21       | 4,368       |          |                |
| <b>Total</b>             | 8           | 91,13       |             |          |                |

**Tabela 8** - Tabela análise de variância do diâmetro tangencial de poros da madeira de *Eucalyptus grandis*.

| <b>Causa da variação</b> | <b>G.L.</b> | <b>S.Q.</b> | <b>Q.M.</b> | <b>F</b> | <b>Valor P</b> |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------------|
| <b>Entre posições</b>    | 2           | 325,8       | 162,9       | 0,34     | 0,7213         |
| <b>Resíduo</b>           | 6           | 2832        | 472,0       |          |                |
| <b>Total</b>             | 8           | 3158        |             |          |                |