

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
ENGENHARIA FLORESTAL

DAIANA SOUZA DE JESUS

DIMENSÕES DE FIBRAS EM ÁRVORE DE *Eucalyptus* sp. COM  
MADEIRA DE REAÇÃO

Cruz das Almas - BA

Janeiro de 2017

DAIANA SOUZA DE JESUS

DIMENSÕES DE FIBRAS EM ÁRVORE DE *Eucalyptus* sp. COM  
MADEIRA DE REAÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal, sob a orientação do professor Clair Rogério da Cruz.

Cruz das Almas - BA

Janeiro de 2017

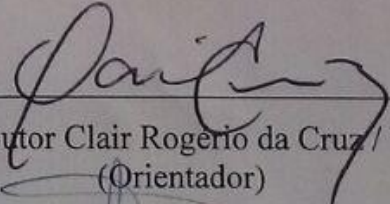
**DAIANA SOUZA DE JESUS**

**DIMENSÕES DE FIBRAS EM ÁRVORE DE *Eucalyptus sp.* COM MADEIRA DE REAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB pela estudante Daiana Souza de Jesus como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal, sob a orientação do Prof. Clair Rogério da Cruz.

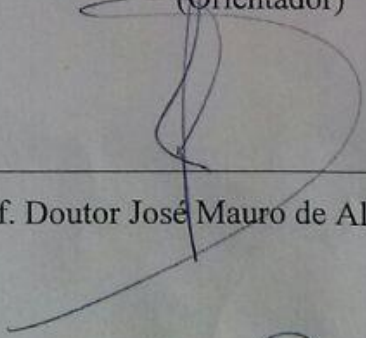
Aprovado em: 30/01/2017

Comissão examinadora:



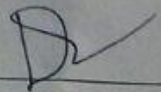
---

Prof. Doutor Clair Rogério da Cruz / UFRB  
(Orientador)



---

Prof. Doutor José Mauro de Almeida / UFRB



---

Prof. Doutor Deoclides Ricardo de Souza / UFRB

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus que me privilegiou com o dom da vida, me deu sabedoria para aproveitar as oportunidades e força de vontade para superar as dificuldades.

Aos meus pais, Erisvaldo e Nelma, que sempre acreditaram em mim incondicionalmente e se esforçaram imensamente para me proporcionar uma vida e educação as quais não lhes foi possível ter.

Ao meu irmão e minhas avós pelo companheirismo e grande apoio.

Aos colegas da turma 2011.1 que me acompanharam durante essa jornada universitária, em especial aos amigos Jonas, Rafael, Nayara, Jiovana, Journey, Lucas, Sandoval, Adriana, Janaine e Geise, que com a amizade e companheirismo ajudaram a torna-la mais fácil.

Ao professor Dr. Clair Rogério da Cruz pela orientação, pela gentileza e por me ajudar a despertar o interesse e paixão pela área.

A Carla por ser uma amiga tão especial e por ter fornecido uma contribuição muito importante para minha formação acadêmica.

A todos os amigos, conhecidos e familiares que contribuíram de alguma forma, mesmo que na torcida, nessa minha trajetória.

## RESUMO

Árvores que, por estímulos genótipos ou mecânicos, desenvolvem lenho de reação possuem em sua madeira fibras diferenciadas. As dimensões das fibras da madeira estão diretamente relacionadas com suas características físicas e mecânicas, podendo ser determinante para seu uso final. Esse trabalho teve como objetivo determinar a variação das dimensões das fibras em diferentes alturas e em diferentes posições radiais no tronco de *Eucalyptus* sp. Para isso, foram retirados 8 discos a cada 1,5 metros ao longo do tronco da árvore selecionada, desses discos foram retiradas amostras no sentido radial dos quatro lados da medula, respeitando as seguintes direções: lenho de reação, lenho posto, lado direito e lado esquerdo à medula. Em cada uma dessas posições retirou-se amostras distanciadas a cada 2,5 cm. Fez-se a maceração e as fibras foram observadas em microscópio, medindo-se o comprimento, o diâmetro, o diâmetro do lúmen e a espessura da parede das fibras. Para a madeira da árvore estudada, pôde-se concluir que: *i)* O comprimento médio geral das fibras foi de 1.1 mm, espessura da parede média geral 6.9  $\mu\text{m}$ , diâmetro médio geral foi de 18.01  $\mu\text{m}$  e o diâmetro médio geral do lúmen foi de 4.65  $\mu\text{m}$ . *ii)* O lenho de reação apresenta fibras com maiores comprimentos, menores espessuras de parede, largura da fibra e diâmetro do lúmen quando comparado ao lenho oposto. *iii)* As características do lenho de reação foram mais evidenciadas nas alturas intermediárias da árvore (4,5; 6,0 e 7,5 metros).

Palavras-chave: Lenho de reação, fibras, *Eucalyptus*.

## ABSTRACT

Trees that, by genotype or mechanical stimuli, develop wood of reaction have in their wood differentiated fibers. The dimensions of wood fibers are directly related to their physical and mechanical characteristics, and can be determinant for their final use. This work had as objective to determine the variation of the fiber dimensions in different heights and different radial positions in the trunk of *Eucalyptus* sp. For this, 8 discs were removed every 1.5 meters from the selected tree, from which samples were drawn in the radial direction of the four sides of the marrow, respecting the following directions: reaction wood, wood post, right side to the medulla, left side To the marrow. In each of these positions samples were spaced apart every 2.5 cm. The maceration was done and the fibers were observed under a microscope, measuring its length, width, lumen diameter and wall thickness. For the wood of the studied tree, it was possible to conclude that: i) The average overall length of the fibers was 1.12 mm, the mean general wall thickness was 6.69  $\mu\text{m}$ , the mean overall diameter was 18.01  $\mu\text{m}$  and the mean overall diameter of the lumen was 4.65  $\mu\text{m}$ . Ii) The reaction wood presented fibers with greater lengths, smaller wall thicknesses, fiber width and lumen diameter when compared to the opposite wood. Iii) The characteristics of the reaction wood were more evident in the intermediate heights of the tree (4,5; 6,0 and 7,5).

Keywords: Reaction wood, Fibers, *Eucalyptus*.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 Objetivo .....	11
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1 Gênero Eucalyptus.....	11
2.2 Características da madeira de Eucalipto.....	13
2.3 Madeira de reação.....	13
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>18</b>
4.1 Análise das posições radiais .....	20
4.2 Análise das posições longitudinais.....	21
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>24</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>27</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Figura 1.** Imagem da árvore de *Eucalyptus* sp. utilizada para retirada de corpos-de-prova visando determinação das dimensões de fibras.....16

**Figura 2.** Representação do disco retirado da árvore de *Eucalyptus* sp. demonstrando as faixas e posições radiais de onde foram retiradas as amostras para análise.....16



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Média geral e coeficiente de variação para comprimento de fibra (CF), espessura da parede (EP), diâmetro da fibra (DF) e diâmetro do lume (DL) para *Eucalyptus* sp. ....17
- Tabela 2.** Média geral de comprimento de fibra (CF), espessura de parede (EP), diâmetro de fibra (DF) e diâmetro de lume (DL) para cada posição radial para *Eucalyptus* sp.....18
- Tabela 3.** Média geral de comprimento de fibra (CF), espessura de parede (EP), diâmetro de fibra (DF) e diâmetro de lume (DL) para cada posição radial para *Eucalyptus* sp.....18
- Tabela 4.** Variação dos componentes anatômicos das diferentes posição radiais (madeira oposta (MO), madeira de reação (MR), direita da madeira de reação (DI) e esquerda da madeira de reação (ES)) dentro de cada altura no tronco de *Eucalyptus* sp. ....19
- Tabela 5.** Variação dos componentes anatômicos em diferentes alturas da árvore considerando-se quatro diferentes posições radiais de *Eucalyptus* sp.----- ..21

## 1. INTRODUÇÃO

A madeira de eucalipto apresenta importante valor comercial, sendo utilizada mundialmente em diversas áreas. Conhecer as propriedades e características da madeira é de fundamental importância para aprimorar as técnicas de utilização e compreender suas propriedades visando o melhor uso.

A grande diversidade de espécies do gênero, com diferentes características possibilita uma variedade de usos e aproveitamento de diversas partes da planta. Das folhas, são extraídos os óleos essenciais empregados na fabricação de diversos produtos como de limpeza e alimentícios, em perfumes e até em remédios. O tronco fornece madeira para tábuas, vigas, ripas, painéis, sarrafos, lambris, postes, varas, esteios para minas, mastros para barco, tábuas para embalagens, móveis, etc. Sua fibra é utilizada como matéria-prima para a fabricação de celulose e papel. Há uma forte tendência em utilizá-la, também, para usos mais nobres, como fabricação de casas, móveis e estruturas, especialmente nas regiões Sudeste e Sul, carentes de florestas naturais (SHIMIZU, 2006).

Madeira de reação é um tecido que pode ser formado tanto por estímulos genótipos, como por estímulos mecânicos. Geralmente ocorre quando a árvore sofre algum estresse mecânico como ação dos ventos, excesso de luminosidade ou peso na copa.

Quando ocorre em folhosas a madeira de reação é também chamada de lenho de tração, sendo caracterizado em diversos estudos pelo baixo teor de lignina e alto conteúdo de celulose, se comparado ao lenho normal. Em suas fibras observa-se, na maioria das vezes, uma camada gelatinosa na parte interna da parede celular secundária. A ocorrência de tecidos de reação na madeira é considerada um defeito, por menor que seja sua quantidade, por causar alterações significativas nas propriedades da madeira (VIDAURRE et al., 2013).

A presença da madeira de reação pode, então, ser encarada como um problema, principalmente para a serraria, pelo fato dessa madeira apresentar dificuldades de trabalhabilidade, sendo mais propensa a rachaduras e apresentar dificuldades de secagem. Por outro lado, a presença de fibras mais longas e o menor teor de lignina pode indicar uma vantagem para o seu uso em fabricação de papel pelo sistema kraft (AGUAYO et al., 2012).

Conhecer a variação das dimensões das fibras de eucalipto com madeira de reação é de fundamental importância para se conhecer as alterações nas propriedades da madeira para essas espécies e, conseqüentemente, acarretar possíveis perdas na qualidade da madeira para utilização em serrarias.

## 1.1 Objetivo

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de determinar a variação das dimensões das fibras em diferentes alturas e em diferentes posições radiais no tronco de um exemplar *Eucalyptus* sp. com lenho de reação.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Gênero *Eucalyptus*

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae sendo nativo da Austrália, onde ocorre de maneira natural em praticamente todo o país, formando densos maciços florestais nativos. Existem mais de seiscentas espécies identificadas, além de uma elevada variedade de híbridos (PIGATO & LOPES, 2001).

A descoberta do eucalipto foi feita pelos ingleses na Austrália, em 1788. A disseminação de suas sementes no mundo começou no início do século XIX. O primeiro país a introduzir o eucalipto na América do Sul foi o Chile em 1823, seguido de Argentina e o Uruguai. As primeiras mudas chegaram ao Brasil em 1868, porém a introdução do gênero tomou impulso apenas no início do século XX (KAZMIERCZAK, 2012).

O eucalipto possui uma grande capacidade de adaptação, apresentando rápido crescimento, elevada produtividade, e uma grande diversidade de espécies. Tem grande importância na economia do país, pois pode ser utilizado em diversos processos e aplicado em diferentes finalidades, como para a produção de carvão vegetal, celulose e papel, serraria e movelaria, postes, lâminas, compensados, aglomerados, além da produção de mel (apicultura) e óleos essenciais. Devido ao seu rápido crescimento e excelente capacidade de adaptação, as espécies do gênero *Eucalyptus* são as mais utilizadas para o estabelecimento de plantações em regiões tropicais e subtropicais (GRATTAPAGLIA & SEDEROFF, 1994).

O gênero compreende uma grande diversidade de espécies, com madeiras de características físico-mecânicas e estéticas diferenciadas, o que permite a substituição de várias espécies latifoliadas nativas. No entanto, poucas espécies têm sido plantadas em escala comercial (FREITAS, 2007).

No Brasil as espécies do gênero apresentam uma alta produtividade volumétrica e idade reduzida de corte, possibilitando um custo competitivo da madeira, além da obtenção de multiprodutos da madeira. No entanto, para Silva, Castro & Evangelista (2015), quando se

trata de usos não convencionais, como a indústria moveleira e alguns setores da construção civil, como esquadrias, molduras, assoalhos e revestimentos a utilização da madeira de eucalipto ainda é um desafio, em virtude da pouca quantidade de estudos nessas áreas de aplicação.

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2013) as áreas de cultivo das espécies do gênero *Eucalyptus* tiveram grande crescimento nos últimos anos e a sua produção tem atendido a diferentes setores (indústria de celulose e papel, madeira processada e energia). Isso se deve, principalmente, a grande versatilidade em suas possibilidades de uso. A utilização do eucalipto para serraria ainda é pequena no Brasil, devido à exploração (muitas vezes ilegal) de madeira de espécies nativas da Amazônia. No entanto, com o aumento das exigências do mercado consumidor, visando à produção sustentável e à manutenção de florestas nativas, o consumo dos produtos florestais procedentes de florestas plantadas aumenta.

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2015) em 2014 a área de plantios de *Eucalyptus* sp. totalizou 5,56 milhões de hectares e o estabelecimento de novos plantios vêm aumentando em comparação aos anos anteriores, tendo como principal fator o aumento da demanda de madeira em diversos setores. O segmento de Papel e Celulose é o que concentra a maior quantidade de área plantada, seguido pelos segmentos de Siderurgia a Carvão Vegetal, Painéis de Madeira Industrializada e Produtores Independentes (ABRAF, 2013).

As principais espécies cultivadas atualmente no Brasil incluem o *Eucalyptus grandis*, o *Eucalyptus camaldulensis*, o *Eucalyptus saligna* e o *Eucalyptus urophylla*, entre outras. Além dessas espécies é bastante disseminado o cultivo de híbridos, resultado do cruzamento de espécies, como é o caso do Eucalipto urograndis (*E. grandis* x *E. urophylla*) (ABRAF, 2013).

Devido a sua relevância econômica, o conhecimento das espécies de *Eucalyptus* se torna cada vez mais importante, tanto no sentido de melhorar sua produção, assim como também para diminuir as pressões sobre as florestas nativas. Estudos sobre a anatomia da madeira têm papel fundamental para distinguir espécies aparentemente idênticas, compreender e prever seu comportamento, além de possibilitar a determinação do uso tecnológico mais adequado para cada espécie.

## **2.2 Características da madeira de Eucalipto**

Segundo Lima et al. (2007), as características anatômicas e químicas influenciam diretamente na utilização final da madeira. Em geral, pode-se afirmar, por exemplo, que características anatômicas, tais como comprimento de fibra, espessura da parede, diâmetro do lúmen, proporção dos vasos e parênquimas estão relacionados com a densidade da madeira (RUY, FREITAS & FILHO, 2001).

A madeira de eucalipto apresenta características que limitam o seu uso na fabricação de diversos produtos, principalmente no que se refere à produção de lâminas. Entre estas, destacam-se as tensões de crescimento, fibras reversas, elevada retratibilidade e presença de colapso durante a secagem (FAO, 1981).

O comprimento das fibras na madeira aumenta significativamente da medula para a casca, independente da altura em que se encontra. (JORGE, QUILHO & PEREIRA, 2000). De acordo com Gomide et al. (2005), a variação nas dimensões das fibras tende a influenciar na resistência mecânica da madeira e na qualidade final do papel produzido. Fibras de menores comprimentos proporcionam uma melhor formação da folha de papel, enquanto que as de maiores comprimentos propiciam maior resistência ao rasgo.

Existe uma dificuldade muito grande na identificação das espécies de eucalipto quando se analisa morfologia externa. No caso da identificação pela anatomia da madeira as dificuldades se assemelham, já que as espécies do gênero não apresentam diferenças anatômicas marcantes (KAZMIERCZAK, 2012). Por essa razão é de grande importância a realização de pesquisa que objetivem a caracterização tecnológica das diversas espécies do gênero.

Para Botrel et al. (2007), com a realização de estudos de análise da qualidade da madeira, a partir de suas características físicas, químicas e anatômicas é possível otimizar a produção e ainda aliviar a pressão das florestas nativas. São muito importantes ainda, estudos que consideram o desempenho do produto, já que o aprimoramento da matéria-prima, em conjunto com o produto obtido, proporciona respostas mais efetivas.

## **2.3 Madeira de reação**

A heterogeneidade da madeira causa uma série de transtornos para a indústria de transformação e processamento. A descontinuidade física desse material se dá devido a vários fatores: espécie, tratos silviculturais e principalmente estrutura anatômica da madeira (CALONEGO et al., 2005).

A madeira de reação se desenvolve em resposta à percepção de gravidade e/ou a estímulos mecânicos induzidos por perturbações da posição natural do tronco (ou ramos). Os principais fatores que podem causar a ocorrência desse tipo de madeira são: subsidência do solo, cargas pesadas, ventos, fatores fototrópicos e qualquer outro estímulo gravitacional que afete a tendência natural de crescimento vertical de uma árvore (PILATE et al., 2004).

Coníferas e folhosas evoluíram estratégias diferentes para corrigir a inclinação do tronco. Ambas as estratégias envolvem a formação de lenho de reação de forma assimétrica de um lado do tronco. Coníferas produzem lenho de compressão no lado do tronco que necessita ser mais alongado em comparação com o lado oposto, ou seja, lado inferior da inclinação. Contém mais lignina e tem um ângulo de microfibrilas mais plano, menos celulose cristalina e menor teor de celulose, em comparação a um tronco com lenho normal (NISHIKUBO et al., 2007). O lenho de reação quando ocorre em folhosas é chamado de lenho de tração, forma-se ao longo do lado superior da inclinação de caules. É caracterizado pelo alto conteúdo de celulose e baixo de lignina, quando comparado ao lenho normal (SOUSA, 2004).

Espécies onde ocorre madeira de tração apresentam diversas características anatômicas, químicas e mecânicas diferentes das madeiras normais. Mecanicamente, as tensões de crescimento são maiores nesse tipo de lenho. A porosidade é significativamente mais baixa em madeira de tração, enquanto que comprimentos de fibra e dos vasos são significativamente mais longos (JOUREZ, 1997).

A madeira de tração é mais clara e brilhante, porém essa é uma característica visível apenas em madeira recém-cortada, em madeira seca só é possível detectá-la por meio de microscopia. A madeira com lenho de tração recém-derrubada apresenta uma textura mais áspera que o normal e oferece certa dificuldade no desdobro e na secagem. Defeitos como rachaduras e empenamentos são bastante comuns (VIDAURRE, et al., 2013).

As diferenças anatômicas mais marcantes associadas à madeira de tração estão relacionadas com as fibras. Na maioria dos estudos, os resultados apontam que as fibras da madeira de tração apresentam maior comprimento que as fibras de madeira normal. Logo, a madeira de tração contém uma quantidade de vasos em menor quantidade e com menor diâmetro que a madeira normal, porém não apresentam mudanças morfológicas em relação aos encontrados na madeira normal (SOUSA, 2004). Aumento na densidade básica, colapso severo e elevada contração longitudinal são as principais características físicas encontradas na madeira de tração. Quanto a anatomia, pode ser observado uma proporção maior de fibras,

uma proporção menor de vasos e um encolhimento longitudinal maior do que a madeira normal (JOUREZ, 1997).

A presença da camada gelatinosa em suas fibras é outra característica marcante do lenho de reação. Essa camada é composta por alto teor de celulose cristalina e baixo ângulo microfibrilar podendo estar aderida às três camadas da parede celular secundária lignificada normalmente. Em outros casos, a camada G pode substituir a camada S3 em fibras de madeira de tração, com as regiões S1 e S2 da parede secundária normal permanecendo inalteradas. Por fim, as camadas de parede podem ser reduzidas a uma espessa camada gelatinosa, formada na fase final de diferenciação das fibras, e à zona que corresponde à camada S1 de fibras normais (Jin & Kwon, 2009). Porém, para Clair et al. (2006), apesar da presença da camada gelatinosa ser uma característica importante para identificar a ocorrência da madeira de tração, alguns estudos têm mostrado que essa camada está ausente em várias espécies de madeira dura.

Aguayo et al. (2010), em suas análises com árvores de *E. globulus* de 8 anos, observaram que as características mais evidentes para o lenho de tração, quando comparado ao lenho oposto, foram: paredes celulares mais espessas, alto teor de xilose, baixo teor de lignina, grande quantidade de unidades de siringil. Acredita-se que as diferenças estruturais entre a madeira reação e a do lado oposto (chamado de lenho oposto), pode induzir a diferentes tensões de crescimento residuais de ambos os lados do tronco, o que resulta em um momento de flexão na madeira (ALMERAS, THIBAUT & GRILL, 2005).

Apesar das características de madeira de reação mencionadas acima, para DOĞU & Grabner (2010), nem sempre é fácil de determinar a presença da mesma macroscopicamente em madeira maciça. Até um marceneiro altamente experiente pode ter problemas em identificar a madeira de reação. Hoje, a análise por métodos macroscópicos (olho nu, métodos de coloração, índice de estresse de crescimento, encolhimento longitudinal e tangencial, avaliação de densidade, ultrassom, raios-X); e métodos microscópicos (investigação de cortes microscópicos, longitudinal e retração tangencial, e comprimento e rendimento de fibra) são amplamente utilizados para a determinação da madeira de reação.

A presença de tecidos de reação, por menor que seja sua quantidade, causam mudanças significativas nas propriedades da madeira, o que de fato fundamenta a classificação da madeira de reação como um defeito. Esse fato é comprovado pela aplicação de normas para classificar madeira para produtos sólidos na Europa, América do Norte, Ásia e na Oceania, tanto a sua forma roliça como a serrada. A tentativa de eliminar toras ou madeira serrada com madeira de reação demonstra que os problemas causados pela mesma são bem conhecidos pela indústria. A eliminação de toras com madeira de reação embasa-se na excentricidade da

medula, tanto para folhosas quanto em coníferas, mas não é infalível. Para madeira serrada, existem normas somente para coníferas, que possuem uma coloração mais escura (VIDAURRE et al., 2013).

Troncos de árvores com madeira de tração são considerados inadequados para uso como madeira serrada devido a dificuldades de desdobro e secagem, causando perdas de rendimento. Porém, Aguayo et al. (2012) concluíram em seus estudos com *Eucalyptus globulus*, que a madeira de tração poderia ser uma excelente matéria-prima para utilização em processos químicos, tais como celulose para papel ou biocombustível. Em seus resultados os autores observaram que a madeira de tração apresentou diferenças químicas no conteúdo de xilano e teor de lignina, que provocou uma diminuição no consumo de álcali no processo Kraft, aumentou as propriedades de resistência da polpa e causou desempenho de branqueamento semelhante em comparação com as polpas de madeira oposto. No entanto, se a quantidade de madeira de tração não é abundante em uma plantação de eucalipto, os benefícios observados podem ser insignificantes quando o processamento de grandes volumes de madeira.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi desenvolvido no campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizado no município de Cruz das Almas, Ba.

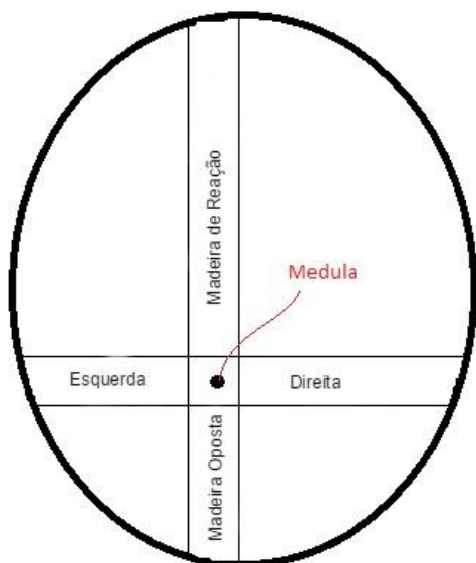
A madeira utilizada na realização desse estudo foi obtida de uma árvore do gênero *Eucalyptus*, não sendo possível realizar identificação de espécie. A árvore abatida foi proveniente de um plantio de aproximadamente 48 anos de idade, localizado na cidade de Cruz das Almas. A árvore apresentava um elevado grau de inclinação em seu tronco, indicando a presença de madeira de reação (Figura 1).





**Figura 1.** Imagem da árvore de *Eucalyptus* sp. utilizada para retirada de corpos-de-prova visando determinação das dimensões de fibras.

Depois da derrubada foram retirados discos ao longo da altura da árvore a cada 1,5 metros, obtendo-se um total de 8 discos. De cada disco foram retiradas amostras no sentido radial, dos quatro lados da medula. As amostras foram retiradas entre a medula e a casca, respeitando-se as seguintes direções: madeira de reação (MR), madeira oposta (MO), à direita da medula (DM) e à esquerda da medula (EM) (Figura 2). Em cada uma dessas posições retirou-se amostras distanciadas a cada 2,5 cm.



**Figura 2.** Representação do disco retirado da árvore de *Eucalyptus* sp. demonstrando as faixas e posições radiais de onde foram retiradas as amostras para análise.

Para realizar a análise das dimensões das fibras foram obtidos pequenos fragmentos de madeira para a maceração. Foram utilizados frascos de vidro de 20 mL, onde as amostras foram colocadas em solução macerante contendo ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio 30%, na proporção de 1:1 (v/v). Os frascos foram em seguida tampados e colocados em estufa a uma temperatura de 60 °C até ocorrer a maceração completa, aproximadamente 24 horas. Ao final desse processo, o material dissociado foi lavado em água corrente e mantido no frasco até serem confeccionadas as lâminas provisórias para a realização das análises.

As medições das fibras foram realizadas através de um microscópio óptico adaptado com ocular micrométrica e as leituras aferidas através de uma lâmina micrométrica. Para cada amostra foram medidos 25 comprimentos de fibra, 25 diâmetros de fibras e 25 espessuras de parede, sendo que diâmetro e espessura foram medidos em uma mesma fibra. As medições de comprimento das fibras, em milímetros, foram realizadas em aumento de 4x. A espessura da parede e o diâmetro das fibras foram medidos em aumento de 40x. O diâmetro do lúmen foi obtido pela diferença entre o diâmetro da fibra e duas vezes a espessura da parede.

A análise dos dados foi feita através de análise descritiva e os limites de confiança ( $\alpha=0,05$ ).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se, na tabela 1, os valores médios e coeficiente de variação das dimensões das fibras para todas as alturas e posições radiais da árvore de *Eucalyptus* sp. com madeira de reação.

**Tabela 1.** Média geral e coeficiente de variação para comprimento de fibra (CF), espessura da parede (EP), diâmetro da fibra (DF) e diâmetro do lume (DL) para *Eucalyptus* sp.

	Média Geral	CV
CF (mm)	1,1	12,30
EP ( $\mu\text{m}$ )	6,7	21,97
DF ( $\mu\text{m}$ )	18,0	19,49
DL ( $\mu\text{m}$ )	4,6	49,68

O comprimento médio geral das fibras da madeira de eucalipto foi igual a 1,1 mm. Esse valor foi superior aos encontrados por Ferreira (2007) ao avaliar lenho de tração em

*Eucalyptus* sp. cultivados em diferentes topografias, tendo seus resultados variando entre 0,99 a 1,02 mm.

Segundo Jourez (1997), na madeira de reação pode ser observado fibras com maior comprimento e em maior proporção do que a madeira normal.

O valor médio encontrado para espessura da parede foi de 6,7  $\mu\text{m}$ . Alves (2011) ao analisar a estrutura anatômica de árvores de *Eucalyptus benthamii* com 6 anos de idade, encontrou valor médio para espessura da parede de 9,84  $\mu\text{m}$ .

Oliveira et al. (2012) ao analisar a anatomia de clones de *Eucalyptus grandis* cultivados em diferentes locais encontrou diâmetro médio da fibra de 18,46  $\mu\text{m}$ . Esse resultado foi semelhante ao encontrado no presente estudo que foi de 18,0  $\mu\text{m}$ . Para diâmetro do lume o valor médio encontrado pelo autor foi de 3,58  $\mu\text{m}$ .

**Tabela 2.** Média geral de comprimento de fibra (CF), espessura de parede (EP), diâmetro de fibra (DF) e diâmetro de lume (DL) para cada posição radial para *Eucalyptus* sp.

Posição Radial	CF (mm)	EP ( $\mu\text{m}$ )	DF ( $\mu\text{m}$ )	DL ( $\mu\text{m}$ )
Lenho oposto	1,06	6,62	18,19	4,79
Lenho de reação	1,10	6,69	17,89	4,55
Direita	1,10	6,68	17,95	4,49
Esquerda	1,12	6,67	17,81	4,47
Média Geral	1,09	6,67	17,96	4,57

Observa-se na Tabela 2 os valores médios para comprimento de fibra, espessura de paredes, diâmetro de fibra e diâmetro do lúmen para as quatro posições radiais.

Com os resultados de média geral para posição longitudinal (Tabela 3), observou-se que as posições longitudinais 4, 5 e 6 foram as que apresentaram fibras de maior comprimento e com larguras menores, paredes menos espessas e menores diâmetros do lúmen.

**Tabela 3.** Média geral de comprimento de fibra (CF), espessura de parede (EP), diâmetro de fibra (DF) e diâmetro de lume (DL) para cada posição longitudinal para *Eucalyptus* sp.

Posição Longitudinal	CF (mm)	EP ( $\mu\text{m}$ )	DF ( $\mu\text{m}$ )	DL ( $\mu\text{m}$ )
Base	1,06	7,47	19,67	4,73
1,5	1,08	6,25	17,82	5,32
3,0	1,08	7,39	20,52	5,73
4,5	1,14	6,27	16,45	3,92
6,0	1,17	6,35	16,62	3,92
7,5	1,16	6,17	16,34	4,00
9	1,04	7,08	18,95	4,79
10,5	1,05	6,42	16,96	4,13
Média Geral	1,10	6,67	17,92	4,57

#### 4.1 Análise das posições radiais

A Tabela 4 apresenta a variação das dimensões de fibras das diferentes posições radiais em cada uma das alturas analisadas no tronco.

**Tabela 4.** Variação dos componentes anatômicos das diferentes posição radiais (madeira oposta (MO), madeira de reação (MR), direita da madeira de reação (DI) e esquerda da madeira de reação (ES)) dentro de cada altura no tronco de *Eucalyptus* sp.

Posição longitudinal	Comprimento de fibras (CF)	Espessura da parede (EP)	Diâmetro da fibra (DF)	Diâmetro do lúmen (DL)
10,5	MR 1,07	MO 6,42	MO 18,57	DI 4,40
10,5	ES 1,07	DI 6,18	DI 17,33	MO 4,30
10,5	DI 1,07	MR 6,18	MR 16,20	ES 3,93
10,5	MO 0,99	ES 5,90	ES 15,73	MR 3,87
9	ES 1,08	DI 7,20	MO 21,38	MO 7,18
9	DI 1,06	ES 7,10	DI 18,95	DI 4,55
9	MR 1,05	MO 7,03	ES 18,57	ES 4,37
9	MO 0,96	MR 6,99	MR 17,73	MR 3,74
7,5	MO 1,19	DI 6,27	DI 16,90	DI 4,18
7,5	ES 1,19	ES 6,22	ES 16,29	MR 4,13
7,5	MR 1,14	MR 6,20	MR 16,28	MO 3,88
7,5	DI 1,11	MO 6,17	MO 15,98	ES 3,85
6	MR 1,22	ES 6,43	MO 16,77	MO 4,03
6	DI 1,20	MO 6,37	ES 16,68	MR 3,99
6	ES 1,17	MR 6,31	MR 16,62	ES 3,83
6	MO 1,07	DI 6,30	DI 16,36	DI 3,76
4,5	DI 1,16	MO 6,47	MO 16,98	MO 4,04
4,5	ES 1,15	DI 6,35	MR 16,29	MR 4,02
4,5	MR 1,14	MR 6,14	DI 16,24	ES 3,93
4,5	MO 1,12	ES 6,08	ES 16,10	DI 3,54
3	DI 1,11	MO 7,52	MO 21,12	MR 6,11
3	ES 1,08	DI 7,46	MR 20,95	MO 6,08
3	MO 1,07	MR 7,42	DI 20,00	ES 5,43
3	MR 1,06	ES 7,06	ES 19,55	DI 5,08
1,5	ES 1,14	DI 6,47	DI 18,75	DI 5,82
1,5	MR 1,10	ES 6,40	ES 18,25	MR 5,48
1,5	MO 1,03	MO 6,16	MR 17,66	ES 5,45
1,5	DI 1,03	MR 6,09	MO 16,66	MO 4,34
Base	DI 1,08	MR 8,16	MR 21,40	MR 5,08
Base	ES 1,06	ES 8,16	ES 21,30	ES 4,98
Base	MO 1,05	DI 7,21	DI 19,04	DI 4,61
Base	MR 1,04	MO 6,83	MO 18,11	MO 4,45

Analisando-se a variação do comprimento de fibras entre as quatro posições radiais amostradas observa-se que na altura da base assim como 3,0 e 4,0 metros as médias de comprimento de fibras foram praticamente iguais entre madeira de reação e madeira oposta. Na altura de 7,5 metros a média do comprimento de fibras foi maior na madeira oposta em relação à madeira de reação. Nas alturas 1,5; 6,0; 9,0 e 10,5 metros o comprimento de fibras foi maior na madeira de reação em relação à madeira oposta. Na altura da base, 3,0; 4,5; 6,0;

9,0 e 10,5 metros o CF apresentou médias parecidas em relação ao lado esquerdo da medula e na altura de 7,5 metros o CF foi maior do lado esquerdo. Nos discos da base, 3,0 e 4,5 metros não se verificaram diferenças entre as quatro posições radiais. Na altura de 1,5 metros a média de CF da madeira oposta foi semelhante à posição direita enquanto à esquerda se assemelhou com o lado de madeira de reação. Em 6,0 metros o CF da madeira de reação se assemelhou tanto com a esquerda quanto com a direita e foram maiores que a madeira oposta. Aos 7,5 metros a madeira esquerda e madeira oposta apresentaram médias semelhantes e superiores aos outros lados. Nas posições 9,0 e 10,5 metros o lado de madeira de reação e esquerda se assemelharam.

As médias da espessura da parede das fibras foram semelhantes em todas as alturas, com exceção da base onde os lados da madeira de reação e esquerda apresentaram maiores EP e a madeira oposta a menor.

A madeira de reação apresentou maiores médias de DF em relação à madeira oposta nas alturas da base, 1,5 e 7,5 metros. Nas alturas 3,0; 4,5 e 6,0 não houve diferenças entre as médias das posições radiais. Nas alturas 9,0 e 10,5 a madeira oposta apresentou maiores DF em relação às demais posições. A posição à esquerda da medula se foi semelhante à madeira de reação em todas as alturas. A posição direita da medula apresentou similaridade com a madeira oposta nas alturas 3,0; 4,5; 6,0 e 10,5 metros.

As médias de diâmetro do lúmen não apresentaram diferenças entre as posições radiais nas alturas da base, 4,5; 6,0; 7,5 e 10,5 metros. Na altura de 1,5 metros a madeira oposta apresentou menor média de DL em relação às demais posições radiais e na altura de 10,5 metros, a maior. A madeira de reação apresentou a maior média de DL na altura de 3 metros.

Na maioria das posições longitudinais analisadas a madeira de reação apresentou fibras maiores e esse fato pode estar relacionado às tensões de tração a que esses locais estão sujeitos.

A semelhança entre a posição radial da madeira de reação e a posição radial do lado esquerdo assim como, a posição radial de madeira oposta e posição radial da direita se deve ao fato de a árvore de *Eucalyptus* sp. analisada apresentar um galho no lado 3 que gerava um peso para esse lado do tronco, o que resultou na formação de madeira de reação no lado esquerdo e, conseqüentemente, causou alterações também na formação da madeira no lado direito.

#### 4.2 Análise das posições longitudinais

No Anexo 1, pode-se observar todas as médias e os respectivos limites (inferior e superior) utilizado para comparar as médias. Na Tabela 2 cada uma dos diferentes tipos de lenho (posições radiais) pode ser analisado considerando-se a sua variação em diferentes alturas da árvore.

**Tabela 5.** Variação dos componentes anatômicos em diferentes alturas da árvore considerando-se quatro diferentes posições radiais de *Eucalyptus* sp.

Posição radial	Comprimento de fibras		Espessura da parede		Diâmetro da fibra		Diâmetro do lúmen	
MO	7,5	1,19	3	7,52	9	21,38	9	7,18
MO	4,5	1,12	9	7,03	3	21,12	3	6,08
MO	6	1,07	0	6,83	10,5	18,57	0	4,45
MO	3	1,07	4,5	6,47	0	18,11	1,5	4,34
MO	0	1,05	10,5	6,42	4,5	16,98	10,5	4,30
MO	1,5	1,03	6	6,37	6	16,77	4,5	4,04
MO	10,5	0,99	7,5	6,17	1,5	16,66	6	4,03
MO	9	0,96	1,5	6,16	7,5	15,98	7,5	3,88
MR	6	1,22	0	8,16	0	21,40	3	6,11
MR	7,5	1,14	3	7,42	3	20,95	1,5	5,48
MR	4,5	1,14	9	6,99	9	17,73	0	5,08
MR	1,5	1,10	6	6,31	1,5	17,66	7,5	4,13
MR	10,5	1,07	7,5	6,20	6	16,62	4,5	4,02
MR	3	1,06	10,5	6,18	4,5	16,29	6	3,99
MR	9	1,05	4,5	6,14	7,5	16,28	10,5	3,87
MR	0	1,04	1,5	6,09	10,5	16,20	9	3,74
DI	6	1,20	3	7,46	3	20,00	1,5	5,82
DI	4,5	1,16	0	7,21	0	19,04	3	5,08
DI	3	1,11	9	7,20	9	18,95	0	4,61
DI	7,5	1,11	1,5	6,47	1,5	18,75	9	4,55
DI	0	1,08	4,5	6,35	10,5	17,33	10,5	4,40
DI	10,5	1,07	6	6,30	7,5	16,90	7,5	4,18
DI	9	1,06	7,5	6,27	6	16,36	6	3,76
DI	1,5	1,03	10,5	6,18	4,5	16,24	4,5	3,54
ES	7,5	1,19	0	8,16	0	21,30	1,5	5,45
ES	6	1,17	9	7,10	3	19,55	3	5,43
ES	4,5	1,15	3	7,06	9	18,57	0	4,98
ES	1,5	1,14	6	6,43	1,5	18,25	9	4,37
ES	3	1,08	1,5	6,40	6	16,68	4,5	3,93
ES	9	1,08	7,5	6,22	7,5	16,29	10,5	3,93
ES	10,5	1,07	4,5	6,08	4,5	16,10	7,5	3,85
ES	0	1,06	10,5	5,90	10,5	15,73	6	3,83

Analisando a variação de cada uma das diferentes posições radiais nas diferentes alturas podemos observar que a madeira oposta apresentou maiores médias de CF na altura de 7,5 metros seguida da altura de 4,5 metros. A madeira de reação apresentou maiores CF na altura de 6,0 metros. Nas alturas de 4,5 e 6,0 metros notam-se maiores CF à direita da medula e nas alturas 7,5; 6,0; 4,5 e 1,5, à esquerda.

Na madeira oposta, as maiores médias de EP são observadas nas alturas 3,0; 9,0 e base. A madeira de reação apresenta maior média na altura da base, seguido pelas alturas 3,0 e 9,0 metros. À direita da medula as maiores EP são nas alturas 3,0; base e 9,0 metros e a esquerda na altura da base, seguido das alturas 9,0 e 3,0 metros.

Para a madeira oposta foram observados maiores DF nas alturas 9,0 e 3,0 metros e para a madeira de reação na base, seguidos pelas alturas de 3 e 9,0 metros. À direita da medula os maiores DF foram nas alturas 3,0; base, 9,0 e 1,5 metros e na esquerda foi na base, seguido pelas alturas 3,0; 9,0 e 1,5 metros.

Nas alturas de 9,0 e 3,0 metros se verifica os maiores diâmetros do lúmen para a madeira oposta e para a madeira de reação foram nas alturas 3,0; 1,5 e base. À direita da medula os maiores DL foram nas alturas 1,5 e 3,0 metros à esquerda, 1,5; 3,0 e base.

De modo geral pode-se observar que as fibras apresentaram maiores comprimentos, menores espessuras da parede, menores diâmetros de fibras e menores diâmetros do lúmen. Esses fatos levam a acreditar que maiores esforços ocorrem nesses locais e que essas variações nas fibras se devem à adaptação da árvore na contenção de esforços.

## 5. CONCLUSÃO

Ao analisar cada uma das posições radiais observa-se que comprimento médio geral das fibras do tronco de *Eucalyptus* sp. foi de 1,06 mm para o lenho oposto, 1,10 mm para o lenho de reação e para o lenho da direita e 1,12 mm para o lenho da esquerda. A espessura da parede média geral para o lenho oposto foi de 6,62  $\mu\text{m}$ , para o lenho de reação foi de 6,69  $\mu\text{m}$  para o lenho da direita foi 6,68  $\mu\text{m}$  e para o lenho da esquerda, 6,67  $\mu\text{m}$ . O diâmetro médio geral das fibras para a madeira oposta foi de 18,19  $\mu\text{m}$ , para o lenho de reação foi de 17,89  $\mu\text{m}$ , para o lenho da direita foi de 17,95  $\mu\text{m}$  e 17,81  $\mu\text{m}$  para o lenho da esquerda. O diâmetro médio geral do lúmen das fibras do lenho oposto foi de 4,79  $\mu\text{m}$ , para o lenho de reação foi de 4,55  $\mu\text{m}$ , para o lenho da direita foi de 4,49  $\mu\text{m}$  e 4,47  $\mu\text{m}$  para o lenho da esquerda.

O lenho de reação apresentou fibras com maiores comprimentos, menores espessuras de parede, largura da fibra e diâmetro do lúmen quando comparado ao lenho oposto.

As características do lenho de reação foram mais evidenciadas nas alturas intermediárias da árvore (4,5; 6,0 e 7,5 metros).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012. Brasília: ABRAF, 2013.146 p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-ABRAF13-BR.pdf>>. Acesso em 22 Jan. 2017.
- ALMERAS, T., THIBAUT, A. GRIL, J. Effect of circumferential heterogeneity of wood maturation strain, modulus of elasticity and radial growth on the regulation of stem orientation in trees. **Trees Struct. Funct.** 19: 457–467, 2005.
- AGUAYO, M.G.; QUINTUPILL, L.; CASTILLO, R.; BAEZA, J.; FREER, J.; MENDONÇA, R.T. Determination of differences in anatomical and chemical characteristics of tension and opposite wood of 8-year old *Eucalyptus globulus*. **Maderas. Ciencia y Tecnologia**, v.12, p.241-251, 2010.
- AGUAYO, M.G.; MENDONÇA, R.T.; MARTÍNEZ, P.; RODRÍGUEZ, J.; PEREIRA, M. Chemical characteristics and Kraft pulping of tension wood from *Eucalyptus globulus* labill. **Revista Árvore**, v.36, p.1163-1172, 2012.
- ALVES, I. C. N.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; SILVA, H. D. Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* para produção de celulose Kraft. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 167-174, 2011.
- BOTREL, M. C. G.; TRUGILHO, P. F.; ROSADO, S. C.; SILVA, J. R. M. Melhoramento genético das propriedades do carvão vegetal de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.3, p.391-398, 2007.
- CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T. D.; ASSI, P. P. Mensuração do comprimento das fibras para a determinação da madeira juvenil em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 68, p.113-121, ago. 2005.
- CLAIR, B.; RUELLE, J.; BEAUCHÊNE, J.; PRÉVOST, M. F.; FOURNIER, M. Tension wood and opposite wood in 21 tropical rain forest species: occurrence and efficiency of the G-layer. **International Association of Wood Anatomists Journal** ; 27(3): 329-338. 2006.
- DOĞU, A.D.; GRABNER, M. A staining method for determining severity of tension wood. **Turkish Journal of Agriculture & Forestry**, Vienna – Austria, v.34, p.381-392, 2010.
- FAO - **FAO YEARBOOK**, 1981. EL EUCALIPTO EN LA REPOBLACION FORESTAL. Roma, 1981.
- FERREIRA, S. **Lenho de tração em *Eucalyptus spp.* cultivado em diferentes topografias**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2007. Disponível em:<



<http://www.prpg.ufla.br/ct-madeira/wp-content/uploads/2012/07/SergioTese1.pdf>>. Acesso: 18 jan. 2017.

FREITAS, A. S. **Frequências de irrigação para *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* em viveiro**. 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rs, 2007. Disponível em < <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp067119.pdf>>. Acesso em 23 Jan. 2017.

GOMIDE, J. L.; COLODETE, J. L.; OLIVEIRA, R. C.; SILVA, C. M. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de *Eucalyptus* do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 129-137, 2005.

GRATTAPAGLIA, D.; SEDEROFF, R. Genetic Linkage Maps of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus urophylla* Using a Pseudo-Testcross: Mapping Strategy and RAPD Markers. **Revista Genetics** 137: 1121-1137. Ago. 1994.

IBÁ. **Anuário estatístico do IBÁ 2015 ano base 2014**. Brasília: IBÁ, 2015. 77 p. Disponível em < [http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-iba\\_2015.pdf](http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-iba_2015.pdf)>. Acesso em 22 Jan. 2017.

JIN, H.; KWON, M. Mechanical bending induces tension wood formation with reduced lignin biosynthesis in *Liriodendron tulipifera*. **Journal of Wood Science** 2009; 55. (6): 401-408.

JORGE, F.; QUILHO, T.; PEREIRA, H. Variability of fibre length in wood and bark in *Eucalyptus glóbulos*. **IAWA Journal**, v. 21, n. 1, p. 41-48, 2000.

JOUREZ, B. Le bois de tension – Définition et distribution dans l'arbre. **Biotechnology, Agronomy, Society and Environment**. Gembloux (Belgique). 100–112, 1997.

KAZMIERCZAK, S. **Qualidade de painéis de madeira compensada fabricados com lâminas de madeira de *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus urograndis***. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Estadual do Centro-Oeste – Unicentro, Irati-PR. 2012. Disponível em < [http://www.unicentro.br/ppgcf/dissertacoes/sandra\\_kazmierczak.pdf](http://www.unicentro.br/ppgcf/dissertacoes/sandra_kazmierczak.pdf) > . Acesso: 18 jan. 2017.

LIMA, C. K. P; MORI, F. A; MENDES, L. M.; CÁSSIA, A. O. C. Características anatômicas e químicas da madeira de clones de *Eucalyptus* e sua influência na colagem. **Revista Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 123-129, abr./jun. 2007.

NISHIKUBO, N.; AWANO, T.; BANASIAK, A.; BOURQUIN, V.; IBATULLIN, F.; FUNADA, R.; BRUMER, H.; TEERI, T. T.; HAYASHI, T.; SUNDBERG, B.; MELLEROWICZ, E. J. Xyloglucan Endo-transglycosylase (XET) Functions in Gelatinous Layers of Tension Wood Fibers in Poplar—A Glimpse into the Mechanism of the Balancing Act of Trees. **Plant Cell Physiol**. 48(6): 843–855. 2007.

- OLIVEIRA, J. G. L.; OLIVEIRA, J. T. S.; ABAD, J. I. M.; SILVA, A. G.; F, N. C.; VIDAURRE, G. B. Parâmetros quantitativos da anatomia da madeira de eucalipto que cresceu em diferentes locais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.3, p.559-567. 2012.
- PEDRAZZI, C.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C.; WILLE, V. K. D. Avaliação morfológica das fibras de polpas Kraft de Eucalipto com diferentes conteúdos de Xilanas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 100, p. 515-522, dez. 2013.
- PIGATO, S. M. C.; LOPES, C. R. Caracterização silvicultural, botânica e avaliação da variabilidade genética por meio do marcador molecular RAPD em um teste de progênies de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Scientia Forestalis** n. 60, p. 135-148, dez. 2001.
- PILATE, G.; DÉJARDIN, A.; LAURANS, F.; LEPLÉ, J. C. Tension wood as a model for functional genomics of wood formation. **New Phytologist**. Vol. 164, Pages 63–72. October 2004.
- RUY, O. F.; FERREIRA, M.; FILHO, M. T. Variação da qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake da Ilha das Flores, Indonésia. **Scientia Forestalis** n. 60, p. 21-27, dez. 2001.
- SHIMIZU, J. Y. *Eucalyptus* na Silvicultura Brasileira, Colombo: Embrapa Florestas. 2006. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/>>. Acesso em: 28 set. 2016.
- SILVA, J. C.; CASTRO, V. R.; EVANGELISTA, W. V. Influência da idade na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, visando uso na indústria moveleira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 117-125, mar. 2015.
- SOUSA, L.C. **Caracterização da madeira de tração em *Eucalyptus grandis* e sua influência na produção de polpa celulósica** [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 77 p. 2004.
- VIDAURRE, G. B.; LOMBARDI, L. R.; NUTTO, L.; FRANÇA, F. J. N.; OLIVEIRA, J. T. S.; ARANTES, M. D. Propriedades da Madeira de Reação. **Floresta e Ambiente**. v. 20. n. 1, p. 26-37. 2013.

## 7. ANEXOS

**ANEXO 1** – Limites inferiores e superiores para cada uma das médias de comprimento de fibras, espessura da parede, diâmetro da fibra e diâmetro do lúmen para madeira de *Eucalyptus* sp.

Posição longitudinal	Posição radial	Variáveis	Média	S2	S	EPM	t	erro	LI	LS
0	MO	CF	1,05	0,0129	0,1136	0,0114	2	0,0227	1,02	1,07
0	MO	EP	6,83	2,3563	1,5350	0,1535	2	0,3070	6,52	7,14
0	MO	DF	18,11	13,7380	3,7065	0,3706	2	0,7413	17,37	18,85
0	MO	DL	4,45	4,9270	2,2197	0,2220	2	0,4439	4,01	4,90
0	MR	CF	1,04	0,0269	0,1639	0,0164	2	0,0328	1,01	1,07
0	MR	EP	8,16	2,5712	1,6035	0,1603	2	0,3207	7,84	8,48
0	MR	DF	21,40	18,3485	4,2835	0,4284	2	0,8567	20,54	22,26
0	MR	DL	5,08	6,2443	2,4989	0,2499	2	0,4998	4,58	5,57
0	DI	CF	1,08	0,0110	0,1047	0,0105	2	0,0209	1,06	1,10
0	DI	EP	7,21	2,7730	1,6652	0,1665	2	0,3330	6,88	7,55
0	DI	DF	19,04	19,0275	4,3621	0,4362	2	0,8724	18,16	19,91
0	DI	DL	4,61	5,0604	2,2495	0,2250	2	0,4499	4,16	5,06
0	ES	CF	1,06	0,0086	0,0927	0,0093	2	0,0185	1,04	1,08
0	ES	EP	8,16	1,9714	1,4041	0,1404	2	0,2808	7,88	8,44
0	ES	DF	21,30	9,0253	3,0042	0,3004	2	0,6008	20,70	21,90
0	ES	DL	4,98	4,1029	2,0256	0,2026	2	0,4051	4,57	5,38
1,5	MO	CF	1,03	0,0270	0,1645	0,0164	2	0,0329	1,00	1,06
1,5	MO	EP	6,16	1,8694	1,3672	0,1367	2	0,2734	5,89	6,43
1,5	MO	DF	16,66	11,2847	3,3593	0,3359	2	0,6719	15,99	17,33
1,5	MO	DL	4,34	3,9460	1,9864	0,1986	2	0,3973	3,94	4,74
1,5	MR	CF	1,10	0,0258	0,1608	0,0161	2	0,0322	1,07	1,13
1,5	MR	EP	6,09	1,9898	1,4106	0,1411	2	0,2821	5,81	6,37
1,5	MR	DF	17,66	10,5784	3,2524	0,3252	2	0,6505	17,01	18,31
1,5	MR	DL	5,48	3,9281	1,9819	0,1982	2	0,3964	5,08	5,87
1,5	DI	CF	1,03	0,0181	0,1347	0,0135	2	0,0269	1,00	1,06
1,5	DI	EP	6,47	1,7774	1,3332	0,1333	2	0,2666	6,20	6,73
1,5	DI	DF	18,75	11,8079	3,4363	0,3436	2	0,6873	18,06	19,44
1,5	DI	DL	5,82	8,1793	2,8599	0,2860	2	0,5720	5,24	6,39
1,5	ES	CF	1,14	0,0317	0,1782	0,0178	2	0,0356	1,11	1,18
1,5	ES	EP	6,40	2,1869	1,4788	0,1479	2	0,2958	6,10	6,70
1,5	ES	DF	18,25	11,8056	3,4359	0,3436	2	0,6872	17,56	18,94
1,5	ES	DL	5,45	8,8864	2,9810	0,2981	2	0,5962	4,85	6,05
3	MO	CF	1,07	0,0233	0,1525	0,0153	2	0,0305	1,03	1,10
3	MO	EP	7,52	2,3697	1,5394	0,1539	2	0,3079	7,21	7,82
3	MO	DF	21,12	11,4544	3,3844	0,3384	2	0,6769	20,44	21,79
3	MO	DL	6,08	8,1725	2,8588	0,2859	2	0,5718	5,51	6,66
3	MR	CF	1,06	0,0217	0,1472	0,0147	2	0,0294	1,04	1,09
3	MR	EP	7,42	2,1369	1,4618	0,1462	2	0,2924	7,13	7,71
3	MR	DF	20,95	11,2161	3,3490	0,3349	2	0,6698	20,28	21,62
3	MR	DL	6,11	6,7021	2,5888	0,2589	2	0,5178	5,59	6,63
3	DI	CF	1,11	0,0173	0,1314	0,0131	2	0,0263	1,08	1,14
3	DI	EP	7,46	2,2109	1,4869	0,1487	2	0,2974	7,16	7,76
3	DI	DF	20,00	10,3607	3,2188	0,3219	2	0,6438	19,36	20,64
3	DI	DL	5,08	5,7816	2,4045	0,2404	2	0,4809	4,60	5,56
3	ES	CF	1,08	0,0146	0,1210	0,0121	2	0,0242	1,06	1,11
3	ES	EP	7,06	1,6217	1,2735	0,1273	2	0,2547	6,81	7,32
3	ES	DF	19,55	7,2449	2,6916	0,2692	2	0,5383	19,01	20,09
3	ES	DL	5,43	5,8150	2,4114	0,2411	2	0,4823	4,94	5,91
4,5	MO	CF	1,12	0,0103	0,1016	0,0102	2	0,0203	1,10	1,14

4,5	MO	EP	6,47	1,5902	1,2610	0,1261	2	0,2522	6,22	6,72
4,5	MO	DF	16,98	9,0643	3,0107	0,3011	2	0,6021	16,38	17,59
4,5	MO	DL	4,04	3,0093	1,7347	0,1735	2	0,3469	3,69	4,39
4,5	MR	CF	1,14	0,0118	0,1085	0,0108	2	0,0217	1,12	1,16
4,5	MR	EP	6,14	1,4791	1,2162	0,1216	2	0,2432	5,89	6,38
4,5	MR	DF	16,29	6,0518	2,4600	0,2460	2	0,4920	15,80	16,79
4,5	MR	DL	4,02	2,9346	1,7131	0,1713	2	0,3426	3,68	4,36
4,5	DI	CF	1,16	0,0092	0,0957	0,0096	2	0,0191	1,14	1,18
4,5	DI	EP	6,35	1,3788	1,1742	0,1174	2	0,2348	6,12	6,58
4,5	DI	DF	16,24	8,0649	2,8399	0,2840	2	0,5680	15,67	16,81
4,5	DI	DL	3,54	2,4007	1,5494	0,1549	2	0,3099	3,23	3,85
4,5	ES	CF	1,15	0,0104	0,1022	0,0102	2	0,0204	1,13	1,17
4,5	ES	EP	6,08	1,0698	1,0343	0,1034	2	0,2069	5,88	6,29
4,5	ES	DF	16,10	5,1081	2,2601	0,2260	2	0,4520	15,65	16,55
4,5	ES	DL	3,93	2,6475	1,6271	0,1627	2	0,3254	3,61	4,26
6	MO	CF	1,07	0,0088	0,0937	0,0094	2	0,0187	1,06	1,09
6	MO	EP	6,37	1,2960	1,1384	0,1138	2	0,2277	6,14	6,60
6	MO	DF	16,77	5,7002	2,3875	0,2388	2	0,4775	16,29	17,25
6	MO	DL	4,03	3,1720	1,7810	0,1781	2	0,3562	3,67	4,39
6	MR	CF	1,22	0,0120	0,1095	0,0109	2	0,0219	1,20	1,24
6	MR	EP	6,31	1,1722	1,0827	0,1083	2	0,2165	6,10	6,53
6	MR	DF	16,62	4,4949	2,1201	0,2120	2	0,4240	16,20	17,05
6	MR	DL	3,99	3,3530	1,8311	0,1831	2	0,3662	3,63	4,36
6	DI	CF	1,20	0,0103	0,1014	0,0101	2	0,0203	1,18	1,22
6	DI	EP	6,30	1,2601	1,1225	0,1123	2	0,2245	6,08	6,52
6	DI	DF	16,36	4,2328	2,0574	0,2057	2	0,4115	15,95	16,77
6	DI	DL	3,76	2,9828	1,7271	0,1727	2	0,3454	3,42	4,11
6	ES	CF	1,17	0,0096	0,0980	0,0098	2	0,0196	1,15	1,19
6	ES	EP	6,43	1,1686	1,0810	0,1081	2	0,2162	6,21	6,64
6	ES	DF	16,68	4,8049	2,1920	0,2192	2	0,4384	16,24	17,11
6	ES	DL	3,83	2,9615	1,7209	0,1721	2	0,3442	3,48	4,17
7,5	MO	CF	1,19	0,0087	0,0931	0,0093	2	0,0186	1,17	1,21
7,5	MO	EP	6,17	1,0960	1,0469	0,1047	2	0,2094	5,96	6,38
7,5	MO	DF	15,98	4,0271	2,0068	0,2007	2	0,4014	15,57	16,38
7,5	MO	DL	3,88	2,8251	1,6808	0,1681	2	0,3362	3,54	4,21
7,5	MR	CF	1,14	0,0045	0,0671	0,0067	2	0,0134	1,13	1,15
7,5	MR	EP	6,20	1,1961	1,0937	0,1094	2	0,2187	5,98	6,42
7,5	MR	DF	16,28	4,5820	2,1406	0,2141	2	0,4281	15,85	16,70
7,5	MR	DL	4,13	3,2246	1,7957	0,1796	2	0,3591	3,77	4,48
7,5	DI	CF	1,11	0,0050	0,0710	0,0071	2	0,0142	1,10	1,12
7,5	DI	EP	6,27	1,1078	1,0525	0,1053	2	0,2105	6,06	6,48
7,5	DI	DF	16,90	4,1818	2,0449	0,2045	2	0,4090	16,49	17,31
7,5	DI	DL	4,18	3,7948	1,9480	0,1948	2	0,3896	3,79	4,56
7,5	ES	CF	1,19	0,0084	0,0916	0,0092	2	0,0183	1,17	1,20
7,5	ES	EP	6,22	1,1486	1,0717	0,1072	2	0,2143	6,01	6,44
7,5	ES	DF	16,29	5,0628	2,2501	0,2250	2	0,4500	15,84	16,74
7,5	ES	DL	3,85	2,2888	1,5129	0,1513	2	0,3026	3,55	4,15
9	MO	CF	0,96	0,0114	0,1067	0,0107	2	0,0213	0,94	0,98
9	MO	EP	7,03	1,9848	1,4088	0,1409	2	0,2818	6,75	7,31
9	MO	DF	21,38	9,8958	3,1458	0,3146	2	0,6292	20,75	22,00
9	MO	DL	7,18	8,2898	2,8792	0,2879	2	0,5758	6,60	7,75
9	MR	CF	1,05	0,0218	0,1475	0,0148	2	0,0295	1,02	1,08
9	MR	EP	6,99	2,1569	1,4686	0,1469	2	0,2937	6,70	7,29
9	MR	DF	17,73	10,3641	3,2193	0,3219	2	0,6439	17,08	18,37
9	MR	DL	3,74	5,8099	2,4104	0,2410	2	0,4821	3,26	4,22
9	DI	CF	1,06	0,0165	0,1283	0,0128	2	0,0257	1,03	1,08
9	DI	EP	7,20	2,4343	1,5602	0,1560	2	0,3120	6,89	7,51
9	DI	DF	18,95	12,2702	3,5029	0,3503	2	0,7006	18,25	19,65

9	DI	DL	4,55	5,0985	2,2580	0,2258	2	0,4516	4,10	5,00
9	ES	CF	1,08	0,0168	0,1295	0,0129	2	0,0259	1,06	1,11
9	ES	EP	7,10	2,8784	1,6966	0,1697	2	0,3393	6,76	7,44
9	ES	DF	18,57	12,5293	3,5397	0,3540	2	0,7079	17,86	19,27
9	ES	DL	4,37	5,0833	2,2546	0,2255	2	0,4509	3,92	4,82
10,5	MO	CF	0,99	0,0124	0,1114	0,0111	2	0,0223	0,96	1,01
10,5	MO	EP	6,42	3,3266	1,8239	0,1824	2	0,3648	6,05	6,78
10,5	MO	DF	18,57	15,4009	3,9244	0,3924	2	0,7849	17,78	19,35
10,5	MO	DL	4,30	3,4730	1,8636	0,1864	2	0,3727	3,93	4,67
10,5	MR	CF	1,07	0,0142	0,1194	0,0119	2	0,0239	1,05	1,10
10,5	MR	EP	6,18	1,7455	1,3212	0,1321	2	0,2642	5,91	6,44
10,5	MR	DF	16,20	8,1689	2,8581	0,2858	2	0,5716	15,63	16,77
10,5	MR	DL	3,87	2,9212	1,7091	0,1709	2	0,3418	3,52	4,21
10,5	DI	CF	1,07	0,0090	0,0950	0,0095	2	0,0190	1,05	1,09
10,5	DI	EP	6,18	1,7050	1,3057	0,1306	2	0,2611	5,92	6,44
10,5	DI	DF	17,33	8,8401	2,9732	0,2973	2	0,5946	16,74	17,93
10,5	DI	DL	4,40	3,5203	1,8762	0,1876	2	0,3752	4,02	4,78
10,5	ES	CF	1,07	0,0081	0,0902	0,0090	2	0,0180	1,06	1,09
10,5	ES	EP	5,90	1,6284	1,2761	0,1276	2	0,2552	5,64	6,16
10,5	ES	DF	15,73	6,2117	2,4923	0,2492	2	0,4985	15,23	16,23
10,5	ES	DL	3,93	2,2252	1,4917	0,1492	2	0,2983	3,63	4,23