



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

LETÍCIA SOUZA MARTINS

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE REAÇÃO EM *Hevea
Brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. PROVENIENTES DE UM PLANTIO
COMERCIAL

Prof. Dr. JOÃO VICENTE DE FIGUEIREDO LATORRACA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2015



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

LETÍCIA SOUZA MARTINS

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE REAÇÃO EM *Hevea
brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. PROVENIENTES DE UM PLANTIO
COMERCIAL

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

Prof. Dr. JOÃO VICENTE DE FIGUEIREDO LATORRACA
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2015

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DO LENHO DE REAÇÃO EM *Hevea
brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. PROVENIENTES DE UM PLANTIO
COMERCIAL

LETÍCIA SOUZA MARTINS

Monografia aprovada em 11 de junho de 2015.

Banca Examinadora:

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

Prof. M.Sc. Jair Figueiredo do Carmo – ICAA/UFMT
Membro

M.Sc. Letícia Maria Alves Ramos – PPGCAF/UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus
e a toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todo momento presente te me dado força e sabedoria quando precisei, além de proteção e saúde, por me ajudar a vencer com sabedoria mais essa etapa da vida.

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.

À Letícia Ramos que me ajudou para a realização do trabalho, com toda a sua paciência e pelos puxões de orelha.

À minha amada família que sempre me ajudou e me incentivou, especialmente a minha mãe Maria Augusta Souza pelo carinho, amor e conselhos que me deu nos momentos mais difíceis da minha graduação, ao meu pai Carlos Martins que sempre com boa vontade me levou em Seropédica, me ajudou nas tarefas domésticas e me fez companhia, a minha irmã Vivian Martins por sempre querer me ver feliz, tentando ao máximo me fazer rir, mesmo nos momentos desesperadores, como em época de prova. Por serem o pilar da minha existência, sem eles nunca teria conseguido alcançar mais essa etapa da minha vida.

As minhas amigas Nayra Nicolau, Priscilla Moredjo e Thamires Guterres, pelos 5 anos de amizade, alegria e trabalhos intermináveis que fizemos juntas.

Aos meus amigos e família que compreenderam minha ausência em algumas etapas da vida, pelo carinho e incentivo.

Agradeço a todos que fazem e fizeram parte da minha vida, de alguma forma vocês me ajudaram e incentivaram a minha jornada.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo comparar a anatomia da madeira do lenho de reação e do lenho oposto, como também a quantificação e proporção de elementos anatômicos em duas diferentes alturas do fuste de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg (seringueira). Os discos foram retirados da base do fuste de 3 árvores, de um plantio localizado em Tabapoã, São Paulo- BR. A área possui 9,93 ha, com espaçamento entre árvores de 7x2. Os indivíduos possuíam 53 anos de idade, apresentavam DAP entre 45 e 50 cm. Amostras de madeira de lenho de reação e lenho oposto, foram coletados da base da árvore e transformados em pequenos blocos (sub-amostras). Foram cortadas secções finas com um micrótomo de deslize e coradas com safranina a (1%) + azul de astra(1%) para detectar a presença de fibras gelatinosas. A proporção dos elementos anatômicos; variação radial dos diâmetros tangenciais de poros no lenho de reação e no lenho oposto; diâmetros tangenciais e radiais nas regiões com abundância de fibras gelatinosas comparado com as regiões onde havia predominância de fibras não-gelatinosas, independente da altura do fuste; determinação da área da seção transversal dos vasos nestas regiões e comprimento de fibras foram analisadas. Com o auxílio do microscópio de luz polarizada foi medido o ângulo microfibrilar. Não houve diferença significativa na proporção dos elementos anatômicos analisados, tanto no lenho oposto, quanto no lenho de reação, como também não houve diferença entre as médias do ângulo microfibrilar. Foi observado também que as fibras gelatinosas ocorreram mais no lenho oposto, as mesmas em tamanho maior no lenho de reação e o crescimento ocorreu no sentido medula-casca. Os diâmetros tangenciais dos poros do lenho oposto são menores que o do lenho de reação, possuindo diferença significativa entre as médias. Os vasos do lenho de reação também foram menores estatisticamente que a do lenho oposto, possuindo significância estatística.

Palavras-chave: seringueira, lenho de reação, anatomia da madeira.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the anatomy of the reaction wood and opposite wood, as well as the quantification and proportion of anatomical elements at two different heights of the stem in *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss.) Müll. Arg (rubbertree). The discs were removed from the base of the stem of trees from a plantation located in Tabapoã, São Paulo - BR . The area has 9.93 ha and 7x2 m of plant density. The sampled individuals had 53 years, and a DBH between 45-50 cm. Samples of reaction and opposite wood were collected from each tree, and transformed in small blocks (sub-samples). Thin cross sections were cut with a sliding microtome, and stained with safranin (1%) + astra blue (1%) to detect the presence of gelatinous fibers. The proportion of anatomical elements, radial variation of tangential diameter of pores in the reaction of wood and wood opposite, tangential and radial diameters in regions with plenty of gelatinous fibers compared to regions where there was a predominance of non-gelatinous fibers (regardless of stem height) and determination of the vessel area in these regions; and fiber length were measured. The microfibrillar angle was measured with a polarized light microscope. There was no significant difference in the proportion of anatomical elements analyzed, between both opposite wood and reaction wood, and there was no difference between the means of the microfibril angle. It was also considered that the gelatinous fibers occurred more in the opposite wood and, the same full size in the reaction of wood, as the growth of fiber from pith to bark. The tangential diameter of pores of the opposite wood were lower than the pores in reaction wood, showing a significant difference between the means. The vessels of reaction wood were also smaller than the vessels in the opposite wood.

Keywords: rubbertree, reaction wood, wood anatomy.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1.INTRODUÇÃO	1
2.REVISÃO DE LITERATURA	1
2.1 Hevea brasiliensis.....	1
2.2 Lenho de reação.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 Coleta e preparo dos discos.....	7
3.2 Obtenção dos corpos de prova.....	7
3.3 Produção de lâminas.....	8
3.4 Proporções de elementos anatômicos.....	8
3.5 Determinação do ângulo microfibrilar (AMF).....	8
3.6 Comprimento de fibras.....	9
3.7 Quantificação dos elementos vasculares.....	9
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4.1 Proporção de elementos anatômicos.....	9
4.2 Ângulo microfibrilar.....	10
4.3 Comprimento de fibra.....	11
4.4 Diâmetro tangencial de poros.....	13
4.5 Quantificação dos elementos vasculares.....	15
5.CONCLUSÃO	16
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas para os valores de ângulo microfibrilar.	11
Tabela 2 - Estatísticas para os comprimentos de fibra.	12
Tabela 3 - Análise de variância para os comprimentos de fibra. Valores seguidos de (*) são significativos à $\alpha=0,05$	13
Tabela 4 – Estatísticas para os diâmetros tangenciais de poros. Valores seguidos de (*) são significativos à $\alpha=0,05$	14
Tabela 5 - Estatística do comprimento dos vasos. Valores seguidos de (*) são significativos à $\alpha=0,05$	15
Tabela 6 - Estatística dos diâmetros tangenciais, radiais e área dos vasos.	15

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Produção mundial de borracha natural	3
Figura 2- Produção, importação e consumo de borracha natural no Brasil.....	4
Figura 3 -Variação radial das proporções de elementos anatômicos no lenho oposto e lenho de reação. A: Lenho de reação; B: Lenho oposto.....	10
Figura 4 –Ângulo microfibrilar- MFA LR: Ângulo microfibrilar do lenho de reação; MFA LO: Ângulo microfibrilar do lenho oposto.....	11
Figura 5 - Variação radial dos comprimentos de fibras gelatinosas e fibras não-gelatinosa no lenho oposto e lenho de reação. FN LO: fibra não-gelatinosa no lenho oposto; FG LO: fibra gelatinosa no lenho oposto; FN LR: fibra não-gelatinosa no lenho de reação; FG LO: fibra gelatinosa no lenho oposto.	12
Figura 6: Resultado do Teste de Tukey para as médias dos comprimentos de fibra. NS= não significativo. FN LO: fibra normal no lenho oposto; FN LR: fibra normal no lenho de reação; FG LO: fibra gelatinosa no lenho oposto; FG LR: fibra gelatinosa no lenho de reação.	13

1. INTRODUÇÃO

A *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg, também conhecida como seringueira, é a espécie mais importante do gênero *Hevea* (Euphorbiaceae) por ser a principal fonte de borracha natural do mundo. É originária da região Amazônica, e encontrada naturalmente nas florestas dos Estados do Acre, Amazonas, Rondônia, Pará e em áreas vizinhas do Peru e Bolívia. Produz borracha natural, que, dadas suas características físico-químicas (elasticidade, resistência ao desgaste, impermeabilidade a líquidos e gases, isolante elétrico e etc.) a indústria química não foi capaz de produzir um substituto apropriado (CONAB-2013).

Uso da madeira de *Hevea* restringia-se exclusivamente a lenha e carvão (HOI, 1994). Foi durante as décadas de 70 e 80 que houve uma mudança definitiva nesta tradição, graças a um trabalho concentrado de pesquisas e desenvolvimento realizado por diversos países asiáticos. A Tailândia, Sri Lanka, Índia e principalmente a Malásia formaram um grupo de pesquisa de base e aplicada, associadas ou não a empresas (HONG, 1994) que viabilizaram e tornaram disponível a tecnologia de utilização desta madeira (PRAKASH, 1990).

A utilização da madeira seringueira após o término do período produtivo de látex gera inúmeras vantagens, destacando-se o aumento de renda ao produtor e a redução da dependência da indústria madeireira das fontes tradicionais de madeira.

No Brasil, a madeira e seringueira não é utilizada como na Ásia, e sua importância econômica está no látex. Já na Malásia ela é usada na fabricação de móveis e como fonte de energia.

Sua exploração econômica também oferece vantagens comparativas pelo baixo custo de implantação, uniformidade genética (clone), longevidade na produção e uma cadeia produtiva fortemente dependente do uso de mão de obra. Assim sendo, a seringueira representa uma opção economicamente viável para pequenos e médios produtores, já que seu cultivo possibilita a obtenção de renda, praticamente, durante o ano inteiro (CORTEZ et al., 2000).

Apesar da boa perspectiva de uso da madeira pós-extração, pode ocorrer o desenvolvimento de lenho de reação. A presença de tecidos de reação, mesmo que seja em pouca quantidade, causa mudanças significativas nas propriedades da madeira e, conseqüentemente, na qualidade desta, classificando a madeira de reação como um defeito. Portanto, este trabalho tem como objetivo de caracterizar anatomicamente o lenho de reação de seringueiras provenientes de um plantio florestal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Hevea brasiliensis*

A seringueira é pertencente ao gênero *Hevea* (família das Euphorbiaceae), originária da região Amazônica. Possuindo 11 espécies, que inclui outros importantes gêneros de culturas tropicais, tais como *Ricinus* (mamona), *Manihot* (mandioca) e *Aleurites* (oiticica), em que a *Hevea brasiliensis* Willd. ex Adr. de Juss. Muell. Arg. é a mais importante,

(GONÇALVES et al., 1989; 2002). Sua importância se dá por ser fonte de borracha natural, matéria-prima de grande importância econômica e de qualidade superior ao produto sintético.

Segundo CORNISH et al. (1993) a borracha natural é produzida por aproximadamente de 7.500 espécies de plantas, confinadas em 300 gêneros pertencentes às famílias Euphorbiaceae, Apocinaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Moraceae, Papaveraceae e Sapotaceae.

A seringueira é uma planta semidecídua, heliófita ou esciófita, seu crescimento ocorre nas margens de rios e lugares inundáveis da mata de terra firme. Ocorre preferencialmente em solos argilosos e férteis da beira de rios e várzeas (LORENZI, 2000). É uma planta rústica, perene, adaptável a grande parte do território brasileiro, de rápido crescimento (CARMO et al; 2003). Seu tronco varia entre 30-60 cm de diâmetro. A casca do tronco é o responsável pela produção de látex, transporte e armazenamento de fotoassimilados produzidos na folha. Além dos vasos laticíferos, acham-se na casca, próximo ao câmbio, os tubos crivados, as células parenquimatosas e os raios medulares (RIBON et al. 2003). Ela é conhecida vulgarmente como seringueira, seringa, seringa-verdadeira, cau-chu, árvore-da-borracha, seringueira-preta (AC), seringueira-branca, seringueira-rosada, seringueira-legítima (IPEF, 2007).

De acordo com Marinho (2006), o maior valor da seringueira reside no látex extraído do seu tronco, que é transformado em borracha de excelente qualidade. Ainda segundo este autor, sua exploração no passado representou a maior atividade econômica do Brasil, que foi o único produtor e exportador desse produto, mas atualmente importa a maior parte da borracha que consome. No século XIX foram contrabandeadas sementes para a Ásia, onde se adaptou perfeitamente, pois não há a incidência da praga mal das folhas pelo fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn) v. Arx., considerada a principal doença da seringueira, responsável por fracassos em empreendimentos heveícolas no Brasil (MARQUES et al., 2007). A partir dessa época, vários países asiáticos passaram a produzir e a exportar a borracha, tornando-os os maiores produtores de borracha natural do mundo, que são a Indonésia, Tailândia, Malásia, China e Vietnã, com cerca de 90 % do total da produção mundial (IPEF, 2007) (Figura1) não havendo condição de mudar essa realidade a médio prazo.

Na Ásia, ela é a principal fonte de borracha natural. Em 2000 mais de 68% da produção mundial originou-se na Tailândia, Indonésia e Malásia, com 36%, 23% e 9%, respectivamente da produção mundial. A área total estimada de seringueira plantada no globo é superior a nove milhões de hectares, tradicionalmente cultivados na região equatorial (GONÇALVES; 2002). Dois fatos foram importantes para que isso acontecesse: os investimentos feitos, especialmente pela Inglaterra, na aclimação da *Hevea brasiliensis* ao clima da região, e os investimentos econômicos na exploração do látex.

Da área plantada com seringueiras no Brasil, o estado de São Paulo lidera em área plantada com 70 mil hectares, seguido pelo estado do Mato Grosso, com quase 33% da área plantada, Bahia com 17%, Espírito Santo com 6%, Goiás com 3%, Minas Gerais 2%, e outros estados com 6%, num total de 137 mil hectares em produção (SBS, 2006; KRONKA, 2008).

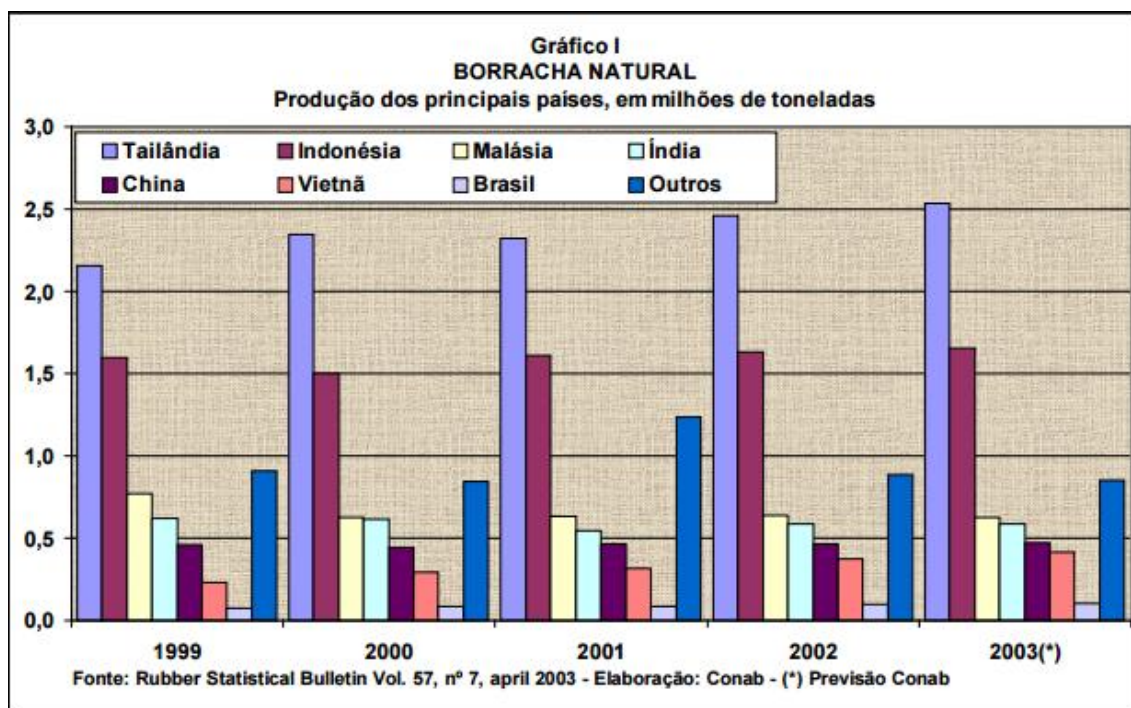


Figura 1- Produção mundial de borracha natural. Fonte: Companhia Nacional de abastecimento – CONAB (2003)

No Brasil, a história da produção da borracha vegetal mostra que o país desfrutou da condição de principal produtor e exportador mundial no final do século XIX, passando a ser importador dessa matéria-prima a partir do início dos anos cinquenta do século seguinte. Ressalta-se também, que em 2001 a produção brasileira, segundo a Conab (2002), foi estimada em 95 mil toneladas, menos de 5% da borracha produzida proveniente de seringais nativos, para um consumo de 245 mil toneladas.

Nos anos de 1992 a 2002, o país usou US\$ 1082 bilhões com importações do produto nas suas diversas formas (GAMEIRO, 2003). Entretanto, a produção sofreu oscilações ao longo deste período, atendendo apenas a 34% da demanda, enquanto o consumo interno cresceu, em que gerou consequência, 66% em importações. Estudos demonstram uma tendência crescente de falta de borracha no mercado internacional, estimada em 2.000.000 toneladas para o ano de 2020. No cenário nacional, a projeção de consumo de borracha, em 2020, atingiria o volume de 360.000 toneladas, para uma produção estabilizada em 120.000 toneladas (CARMO et al;2003)

Mesmo sendo o lugar de origem deste gênero, o Brasil contribuiu em 2001, com apenas 1,50% da produção mundial de 7,13 milhões de toneladas e consumiu em torno de 3,50% de um total de 7,03 milhões de toneladas da demanda mundial (INTERNATIONAL RUBBER STUDY GROUP; 2002). Segundo estimativas do International Rubber Study Group, (2013) em 2012, para um consumo de 343,40 mil toneladas, foram importadas 215 mil toneladas de borracha natural. Nesse mesmo ano, o Brasil atingiu a produção recorde de 172 mil toneladas (Figura 2).

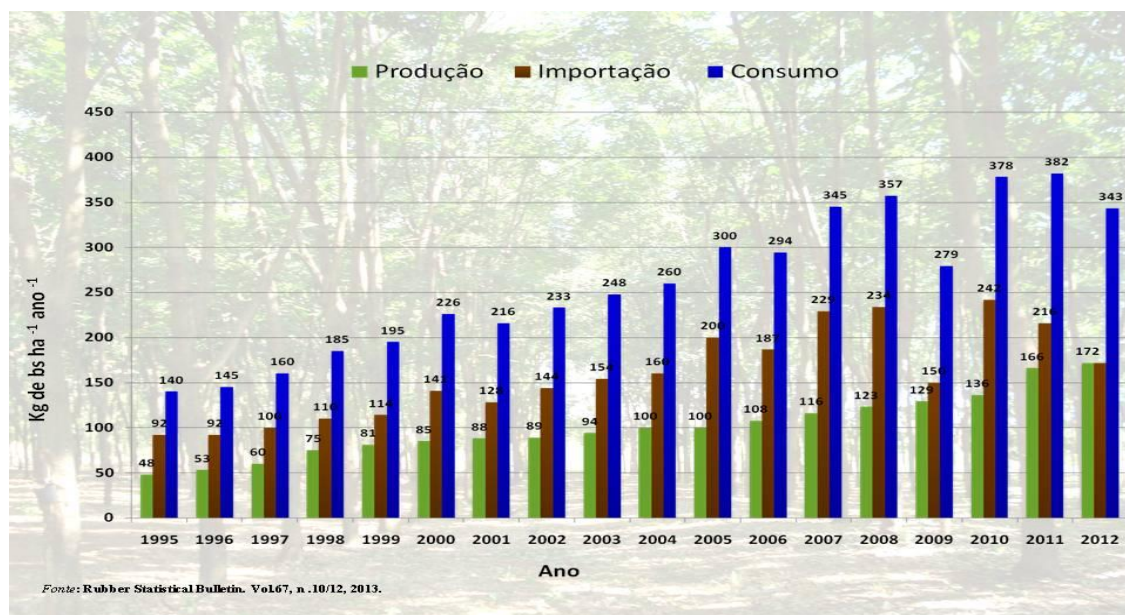


Figura 2- Produção, importação e consumo de borracha natural no Brasil. Fonte: International Rubber Study Group ,2013.

Com a relação à madeira, a seringueira, a nível mundial, tem ampla utilização na indústria de processamento de madeira, notadamente na indústria moveleira. Desde o meado dos anos 80 a madeira de seringueira tornou-se uma das mais populares fontes para a indústria madeireira e moveleira da Malásia. O sucesso desta utilização na Malásia influenciou no desenvolvimento de indústria similar na Tailândia, Indonésia, Sirilanka, China, Vietnã e Camboja (HONG, 1995).

No ano de 2000, dos móveis fabricados na Malásia, 80% eram provenientes de madeira de seringueira, em 2006 exportou U\$1,5 bilhões de móveis desta espécie (ALLWI, 2006). A estimativa da produção de madeira de seringueira para o período 2010-2015 é de uma produção mundial de 48,491 milhões de m³ anuais, sendo 12,849 milhões de m³ em toras para utilização na indústria madeireira (DHAMODARAM, 2008).

Segundo Dhamodaram (2008), a produção potencial de toras de seringueira para fins industriais atingirá no período de 2016 a 2021, aproximadamente 52 milhões de m³, em relação à produção atual (45 milhões de m³) e desse total somente 14 milhões de m³ serão destinados para a produção de madeira serrada e compensados. Segundo este mesmo autor, as toras com diâmetro mínimo de 15 cm são destinadas as serrarias e indústrias de compensados, e as toras com diâmetros inferior (entre 5 e 15 cm) são destinadas para energia.

Normalmente a madeira recém serrada apresenta uma coloração clara do branco ao creme e às vezes com um tom rosáceo e tende a amarelar quando é submetida à secagem. Não apresenta diferenciação entre cerne e albúrnio. O teor de umidade da madeira recém-cortada é de aproximadamente 60 a 80% (KILLMANN e HONG, 2000).

A madeira apresenta boas características de trabalhabilidade (serrado, furação, torneado, pregado e colagem), no entanto o látex que permanece na madeira pode empastar os dentes das serras e forçar o corte. Também a madeira de seringueira pode ser curvada facilmente com o uso de vapor e pode ser tingida com facilidade (CI FLORESTAS, 2014)

A madeira remanescente, ou aquelas plantas secas, que não produzem mais látex, podem ser utilizadas como combustível, celulose, na indústria de móveis, na fabricação de portas, janelas, formas para concreto armado, vigas, colunas, painéis de madeira compensada, energia (galhos), fabricação de tabuados, forros, caixotaria e painéis de cimento-madeira (MAY e GONÇALVES, 1999; OKINO et al, 2004; IAPAR, 2004)

Um dos grandes problemas da utilização dos produtos provenientes da madeira de seringueira é a alta susceptibilidade ao ataque de fungos e insetos (besouros e cupins), devido à ausência de extrativos na madeira e a um alto teor de amido (7,5 a 10,2%) e açúcares livres (1 a 2,3%) necessitando, portanto, de um tratamento profilático logo após o corte, em um período menor que 24 horas (MILINGLIANG e ZHIJUAN, 2008) e também a alta susceptibilidade da ocorrência do lenho de reação.

2.2 Lenho de reação

Madeira de reação foi determinada no Comitê de Nomenclatura da Associação Internacional de Anatomia da Madeira (IAWA), como uma madeira que possui características mais ou menos distintas anatomicamente, formada tipicamente pela inclinação ou tortuosidade dos caules e ramos que tendem a voltar a sua posição original antes de ser perturbada (GARDINER et. al, 2010)

O processo de formação da madeira é geneticamente determinado, ambientalmente influenciado e modificado durante toda vida de cada árvore. Nesse contexto, o tecido de reação pode ser formado, tanto por efeitos genotípicos, como gravitacionais devido à inclinação das árvores (GROSSER ,1980; SOUSA, 2004). Em árvores jovens de rápido crescimento, a formação deste tecido é mais frequente, devido a sua menor estatura e sua grande flexibilidade, podendo ser inclinadas pela ação dos ventos, fototropismo ou excesso de carga, gravidade ou peso (MATTHECK e KUBLER, 1998; OLIVEIRA et al., 2010; ZIMMERMANN e BROWN 1971; ZOBEL e VAN BUIJTENEN 1989; LARSON 1994; CHAFFEY 2002).

Em florestas tropicais pode acontecer o movimento da copa para obtenção de luz, pois possuem um espaçamento mais denso (TIMELL, 1986; WARENJO, 2003), ocorrendo assim uma modificação da estrutura celular normal, podendo ocorrer grandes ou imperceptíveis mudanças nas características das células.

Em folhosas o lenho de reação é chamado de lenho de tração, que é constituído por um alto conteúdo de celulose e baixo de lignina, maior quantidade de galactanas e menor quantidade de xilanas comparando-o com o lenho normal, possuindo uma variação desses constituintes entre as espécies (SOUSA, 2004).

A principal diferença anatômica entre a madeira de reação e a normal está relacionada às fibras. A fibra da madeira de tração, possui uma camada de celulose compacta e contínua na parede celular que é voltada para o lúmen, chamada de camada gelatinosa ou camada G (KOLLMAN e COTÉ, 1968; TISSOUMIS, 1978; PEÑA e PERIS, 1996). A camada gelatinosa é constituída por celulose cristalina e suas microfibrilas possuem orientação quase totalmente paralela ao eixo da fibra (NORBERG e MEIER, 1966; BENTUM et al., 1969; TIMELL, 1969; SCURFIELD, 1973; ARCHER, 1987). No entanto, outras substâncias podem ser encontradas na camada G. Bowling e Vaughn (2008), observaram a presença de

quantidades de pectina, hemiceluloses e lignina na camada G de *Liquidambar styraciflua* e *Celtis occidentalis*.

O amido e os açúcares armazenados no tecido da madeira de tração estão presentes em quantidades menores do que no lado oposto da mesma seção transversal, na área de crescimento suprimido. Segundo Panshin e De Zeeuw, (1980) este comportamento poderia afetar a extensão de ataques biológicos por organismos que dependem dessas substâncias para seu desenvolvimento ou sua sobrevivência.

Clair et al. (2006), estudou 21 espécies de angiospermas tropicais, através de técnicas anatômicas, constatou que em 14 espécies a camada G foi ausente, ressaltaram que é fundamental a realização de testes mais específicos para a detecção da camada G e afirmaram que a ausência dessa camada não indica a ausência de tecido de reação.

Gerard et al. (1995) e Bailleres et al. (1995) descreveram a madeira de tração em clones de *Eucalyptus grandis* que não continham fibras com a presença de camada gelatinosa. Nessas árvores, a presença de madeira de tração foi definida por altas tensões de crescimento, baixo ângulo microfibrilar e baixo teor de lignina. Já Baba et al. encontrou fibra gelatinosa em *Eucalyptus camaldulensis*. SCURFIELD (1964) encontrou em experiências que buscavam induzir a formação de madeira de tração em *Lagunaria pattersoni*, porém as árvores não produziram a camada gelatinosa, apesar de apresentar outras características da madeira de tração. Barrefoot (1963) sugeriu que descoberta de madeira de tração com fibras gelatinosas pode depender da intensidade de sua presença.

Os resultados na maioria dos estudos apontam que as fibras da madeira de tração apresentam maiores comprimentos que as fibras de madeira normal. Outros estudos afirmaram que fibras de madeira de tração apresentam o mesmo comprimento, ou às vezes são até menores que as fibras presentes em madeira normal (SCURFIELD e WARDROP, 1962) ou até mesmo não havendo diferença significativa, como visto por Ferreira (2007) em espécies de *Eucalyptus spp* com 2 anos de idade.

Anatomicamente, a madeira de tração possuiu uma quantidade menor de vasos que a madeira normal e esses vasos são de menor diâmetro. Porém a tendência de se encontrar vasos menores em tamanho e quantidade não foram encontradas por Alipon e Maruzzo (1992) entre madeira normal e de tração em *Eucalyptus deglupta*.

As células de parênquima são encontradas espaçadas, como também em menor número e os raios de madeira de tração são menores em tamanho, como visto em *Populus* e *Alnus* (PASHIN e DE ZEEUW, 1980).

Washusen (2001) mostrou através de estudos histoquímicos que a espessura da parede da madeira de tração aumenta significativamente em relação à espessura da parede da madeira normal, devido à ocorrência da camada gelatinosa. Com esse aumento de espessura, reflete nas propriedades da madeira, segundo Du Pool (1980) e Vasconcelos e Silva (1985) ocorre uma correlação entre as propriedades das fibras, como a da espessura da parede e com a densidade básica.

Washusen (2000) ressaltou que o pequeno acréscimo na densidade básica causado pela presença do lenho de tração pode interferir na classificação de toras, uma vez que em usos estruturais é comum à classificação embasada na densidade, visto a correlação entre densidade básica e resistência mecânica.

Devido à formação do lenho de reação, ocorre um efeito chamado excentricidade da medula, que consiste no deslocamento da medula do centro geométrico da tora. Com isso os troncos são mais dispostos ao empenamento e a formação de fendas entre os anéis de crescimento (GROSSER 1980). A ocorrência destes tecidos pode influenciar na qualidade da madeira, que é caracterizada como defeituosa.

A madeira de tração quando recém cortada ela é mais clara e brilhante, podendo conter uma superfície sedosa até lanosa, porém em madeira seca é detectada somente através de microscopia (BADIA et al., 2005; GROSSER, 1980). Algumas dessas características encontradas, oferecem dificuldade ao realizar o desdobro e a secagem, nas etapas posteriores de acabamento, como no aplainamento, há forte tendência ao colapso, também elevada contração e baixa resistência mecânica (WARDROP e DASWELL, 1948). Segundo Tarmian et al. (2009), na secagem de madeira de reação empenamentos e rachaduras são frequentes.

Aumento na densidade básica, colapso severo e elevada contração longitudinal são características físicas mais marcantes da madeira de tração (WARDROP e DADSWEEL, 1948; KAUMAN, 1964; BOYD,1977; PILLOW, 1950)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta e preparo dos discos

Os discos de madeira utilizados foram provenientes de um plantio comercial localizado na Fazenda Água Milagrosa, em Tabapuã, São José do Rio Preto-SP. A área de estudo possui 9,93 ha,53 anos de idade. Os indivíduos apresentavam DAP entre 45 e 50 cm, obedeceu ao espaçamento de 7x2m. Foram coletados discos da base do fuste de 3 árvores para a maioria das análises e para quantificação anatômica foram retiradas do meio do fuste, de onde foram retiradas amostras do lenho de reação e do lenho oposto, para fins de comparação. Estes discos foram lixados em lixadeira de bancada, pois apresentavam marcas do desdobro ocasionados pela motosserra.

3.2 Obtenção dos corpos de prova

Dos discos foram retiradas amostras em forma de cunha do lenho de reação e do lenho oposto (Figura 3). De cada amostra foram cortadas baguetas que foram divididas em quatro regiões obedecendo ao sentido radial de onde foram retirados corpos-de-prova para a realização das análises anatômicas.

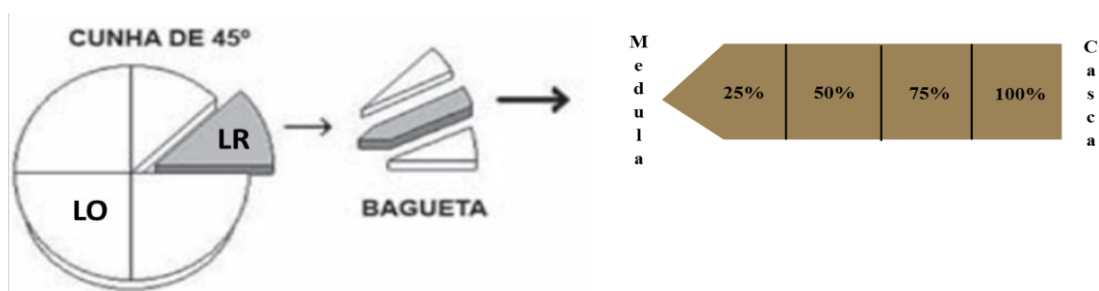


Figura 3 - Obtenção das amostras/corpos-de-prova. Adaptado de Calonego et al. (2005).

3.3 Produção de lâminas

A partir dos corpos-de-prova, foram obtidas seções do plano transversal (18 µm de espessura) em micrótomo de deslize, e essas submetidas à coloração com safranina 1% e azul de astra 1% (Safrablau). A safranina cora de vermelho as estruturas lignificadas, enquanto o azul de astra cora em azul as estruturas celulósicas. Esta técnica de coloração é utilizada para confirmar a existência do lenho de reação devido à presença de fibras gelatinosas, caracterizadas por ser rica em celulose (COUTAND et al., 2004).

Também foram obtidos cortes histológicos com espessura de 10 µm do plano longitudinal tangencial, que foram imersos em solução 1:1 de peróxido de hidrogênio e ácido acéticos e posteriormente aquecidos para dissociação (80°C por aproximadamente 12 horas). Após este processo, o material foi lavado e as fibras individualizadas para a determinação do ângulo microfibrilar.

Para a determinação dos comprimentos de fibras, os corpos-de-prova foram transformados em finos palitos que foram dissociados em solução de ácido acético glacial + peróxido de hidrogênio (1:1), por cerca de 12 horas. Após a dissociação, as fibras foram coradas com safranina 1% para melhor visualização.

3.4 Proporções de elementos anatômicos

Com as lâminas do plano transversal, foram obtidas imagens digitais com auxílio de câmera acoplada a um microscópio óptico. A análise de proporção dos elementos anatômicos foi feita com o auxílio do programa Image Pro Plus®. Sobre cada imagem foi sobreposto um grid de 205 pontos. Foram contabilizados os pontos coincidentes com os poros, raios, parênquima axial, fibras normais e fibras gelatinosas. As proporções de cada um dos elementos foram determinadas pela seguinte equação:

$$P = \frac{x}{205} \times 100$$

Onde,

P = Proporção de elementos anatômicos (%);

X = número de pontos do grid.

3.5 Determinação do ângulo microfibrilar (AMF)

O ângulo microfibrilar foi medido com o auxílio de um microscópio de luz polarizada. Esse microscópio é dotado de uma mesa giratória graduada de 0° a 360°, onde as lâminas foram colocadas de maneira que as fibras ficassem na posição vertical e a passagem da luz não fosse interrompida. Em seguida, a mesa foi girada até que a fibra ficasse na posição de extinção de luz, anotando-se assim o ângulo apresentado. Foram mensurados ângulos de 25 fibras, nos dois tipos de lenho, para cada região radial.

3.6 Comprimento de fibras

Foram mensurados os comprimentos de 25 fibras não-gelatinosas e 25 fibras gelatinosas nos lenhos de reação e lenho oposto, para cada região radial.

3.7 Quantificações dos elementos vasculares

Foi observada a variação radial dos diâmetros tangenciais de poros no lenho de reação e no lenho oposto, a fim de verificar as diferenças entre os tipos de lenho. Também foram mensurados os diâmetros tangenciais e radiais de poros nas regiões com abundância de fibras gelatinosas, comparando com as regiões onde havia predominância de fibras não gelatinosas, independente da altura do fuste, para verificar se há influência da presença de esse tipo de fibra. Após, foi calculada a área da seção transversal dos vasos nessas regiões. A área de cada vaso foi determinada pela seguinte equação da elipse:

$$\text{Área} = \pi x \left(\frac{Dt^1}{2}\right) x \left(\frac{Dr^2}{2}\right)$$

Onde:

Dt = Diâmetro tangencial do vaso

Dr = Diâmetro radial do vaso

Foi também medido o comprimento de vaso em lenho de reação e lenho oposto independente da altura do fuste, para posterior comparação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Proporções de elementos anatômicos

Pode-se verificar que a proporcionalidade de vasos no lenho de reação e no lenho oposto não ultrapassou em 10 % em toda a extensão da bagueta (Figura 4).

O parênquima radial apresenta maior proporção no lenho de reação, vai aumentando no sentido medula casca. Já no lenho oposto também não ocorre muita diferença, mas na parte entre 75% e 100% da bagueta há uma pequena diminuição em sua proporcionalidade.

No parênquima axial, no lenho de reação possui uma maior proporcionalidade do que do lenho oposto, seguindo quase a mesma faixa de crescimento e decréscimo que o parênquima radial.

Nas fibras no lenho de reação ocorre um grande aumento da proporcionalidade sentido medula casca enquanto não é observado o mesmo comportamento no lenho oposto. Onde há menor proporção de fibras normais, há maior proporção de fibras gelatinosas.

Nas fibras gelatinosas no lenho de reação apresentam maior proporção nas proximidades da medula e vai decrescendo à medida que se aproxima da casca. No lenho oposto é observado um pequeno decréscimo no sentido medula-casca, porém manteve sua porcentagem sempre acima de 50 %.

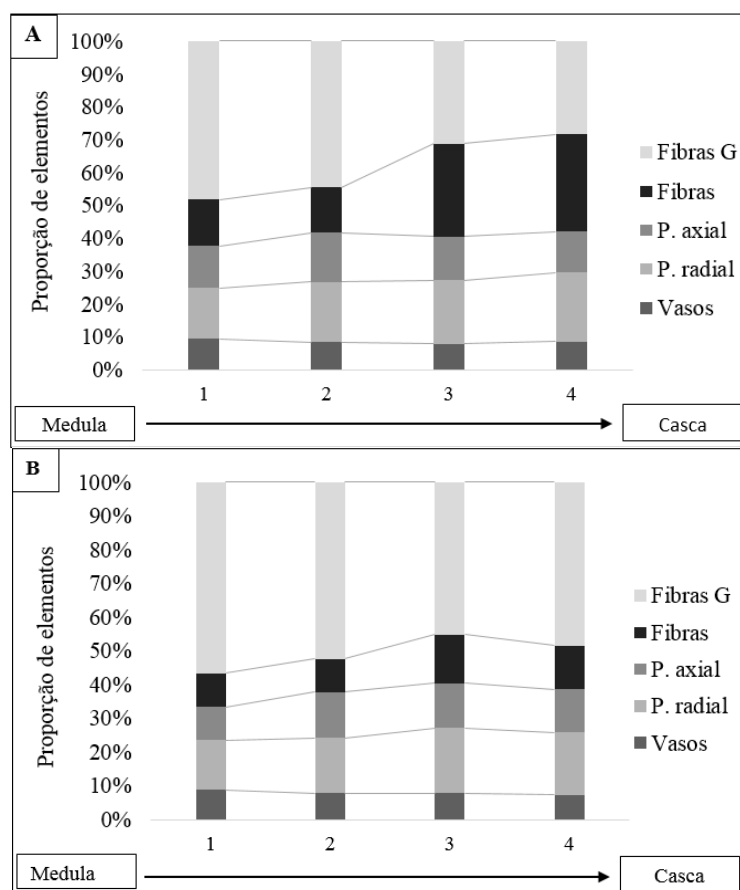


Figura 4 -Variação radial das proporções de elementos anatômicos no lenho oposto e lenho de reação. A: Lenho de reação; B: Lenho oposto.

4.2 Ângulo microfibrilar

Na figura 5 é demonstrada a variação radial do ângulo microfibrilar no lenho de reação e lenho oposto. De maneira geral, os valores apresentaram uma tendência a decrescer à medida que se aproximam da casca. Esta tendência é comum para o ângulo microfibrilar e costuma apresentar uma correlação negativa com a distância medula-casca. Valores mais altos na porção próxima da medula são característicos do lenho juvenil, que fica localizado na região central da tora (STUART e EVANS, 1995). Característica esta que tem grande influência na retratibilidade da madeira, impactando diretamente na sua qualidade tecnológica (BHAT et al., 2001; DERESSE et al., 2008; RAMOS et al., 2011).

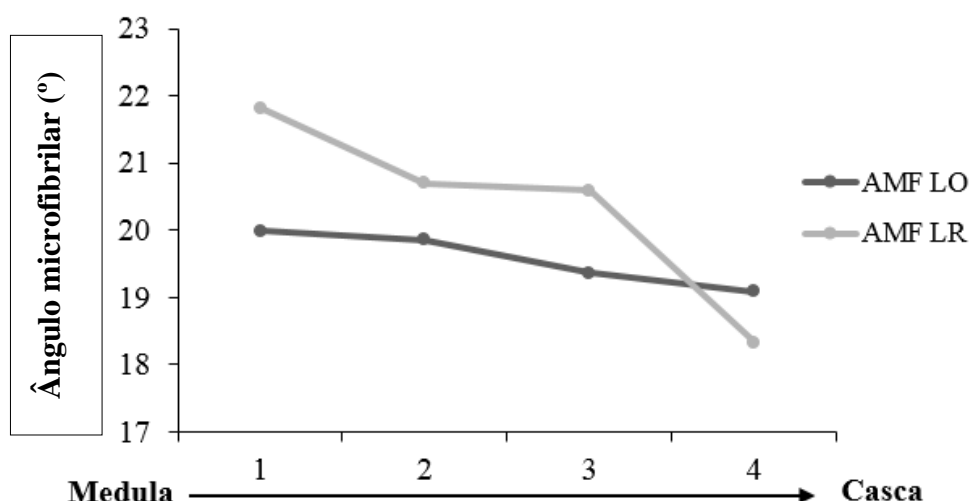


Figura 5 –Ângulo microfibrilar- MFA LR: Ângulo microfibrilar do lenho de reação; MFA LO: Ângulo microfibrilar do lenho oposto.

Pelo teste de amostras independentes ou sem distribuição normal de Mann Whitney, observou-se que não houve diferença significativa, ou seja, as médias dos ângulos microfibrilares são estatisticamente iguais (Tabela 1), apesar dos ângulos do lenho de reação se mostrarem maiores que os ângulos do lenho oposto em quase toda a extensão do raio.

Tabela 1 - Estatísticas para os valores de ângulo microfibrilar.

Grupo	Mínimo (°)	Máximo (°)	Média ± Desvio padrão (°)	C. V. %
MFA LR	9	39	20,35 ± 5	24,54
MFA LO	7	31	19,57 ± 4	20,54

4.3 Comprimento de fibra

Para facilitar as análises, as fibras foram divididas em grupos devido à presença de fibras gelatinosas também no lenho oposto. Todas as fibras, tanto as não-gelatinosas quanto as gelatinosas apresentaram variação radial, sendo menores nas proximidades da medula e aumentando de tamanho na região próxima da casca nos dois tipos de lenho (Figura 6). Entretanto, as fibras gelatinosas, tanto do lenho de reação quanto do lenho oposto, se mostraram maiores que as fibras não-gelatinosas nas duas situações.

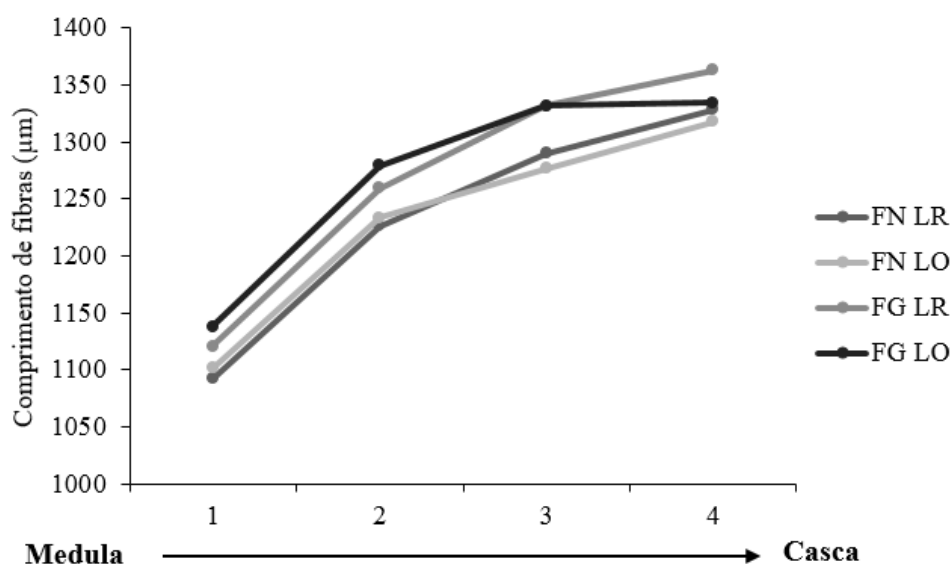


Figura 6 - Variação radial dos comprimentos de fibras gelatinosas e fibras não-gelatinosa no lenho oposto e lenho de reação. FN LO: fibra não-gelatinosa no lenho oposto; FG LO: fibra gelatinosa no lenho oposto; FN LR: fibra não-gelatinosa no lenho de reação; FG LO: fibra gelatinosa no lenho oposto.

Segundo Panshin e Zeeuw (1980), o comprimento das fibras aumenta na madeira de tração, tornando-se um bom parâmetro para a caracterização e identificação da presença deste tipo de madeira.

O aumento do comprimento das fibras, em função da idade, é resultado do aumento do comprimento das células que as originam, denominadas fusiformes iniciais (FILHO, 1987). A estabilização do comprimento das fibras, conforme observado por Bisset e Dadswell (1950), para espécies de eucalipto ocorreu quando as células do câmbio atingirem comprimento máximo, iniciando a formação da madeira caracterizada como adulta.

Quando analisados os grupos de fibras, pode-se observar melhor as diferenças nos comprimentos. É possível observar que as fibras gelatinosas no lado do lenho de reação foram ligeiramente maiores que os outros grupos de fibras (Tabela 2). Entretanto, o teste de Tukey não apresentou diferenças significativas na maioria das médias dos comprimentos de fibra, houve somente significância quando comparadas as médias de fibra normal do lenho oposto com fibra gelatinosa do lenho de reação (Tabela 3 e Figura 7). Washusen (2001), estudando a madeira de tração em *Eucalyptus globulus*, também não encontrou diferenças significativas entre o comprimento das fibras da madeira de tração e normal, o que não é comum na maioria dos estudos.

Tabela 2 - Estatísticas para os comprimentos de fibra.

Grupos	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Média ± Desvio padrão (µm)	C.V %
FN LO	734,08	1770,83	1199,71 ± 216,39	18,04
FG LO	830,31	1765,42	1273,87 ± 201,49	15,82
FN LR	710,88	1774,023	1262,40 ± 190,99	15,13

FG LR	782,67	1757,87	1298,57 ± 221,48	17,06
-------	--------	---------	------------------	-------

Tabela 3 - Análise de variância para os comprimentos de fibra. Valores seguidos de (*) são significativos à $\alpha=0,05$.

Fonte	SQ	gl	MQ	F	P
Grupos	531280,77	3	177093,6	4,0956	0,006998*
Resíduo	17122772,89	396	43239,33	-	-
Total	17654053,65	396	-	-	-

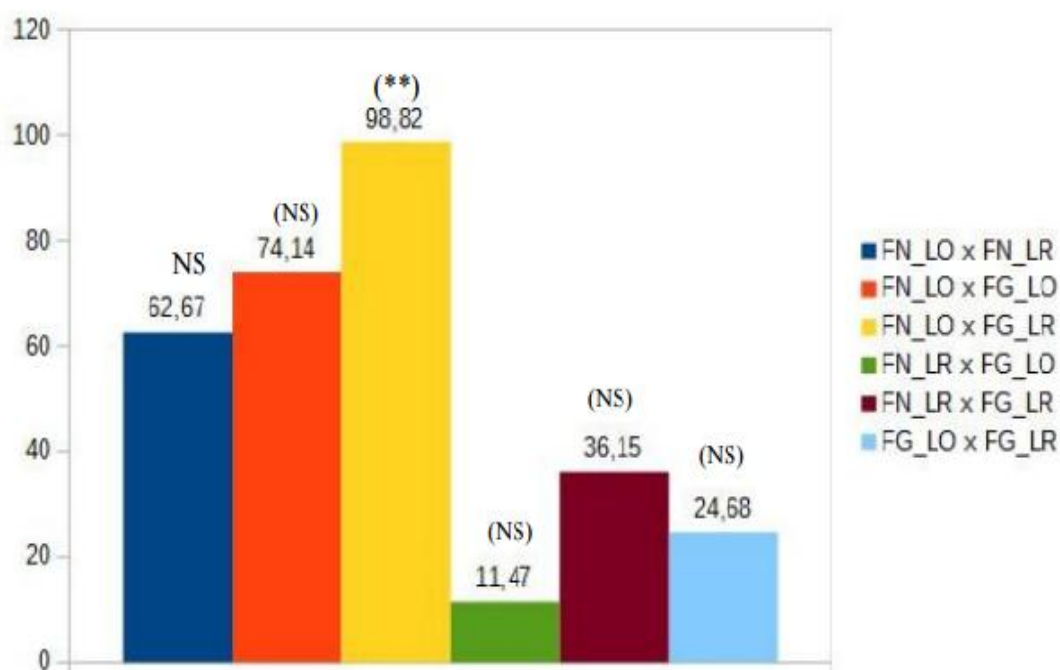


Figura 7: Resultado do Teste de Tukey para as médias dos comprimentos de fibra. NS= não significativo; (**) = significativo. FN LO: fibra normal no lenho oposto; FN LR: fibra normal no lenho de reação; FG LO: fibra gelatinosa no lenho oposto; FG LR: fibra gelatinosa no lenho de reação.

4.4 Diâmetro tangencial de poros

Na figura 8 é possível observar que tanto o lenho de reação quanto o lenho oposto apresentam variação radial para os diâmetros tangenciais de poros. Os poros no lenho oposto

foram, de maneira geral, menores que os poros do lenho de reação, com o contrário apenas ocorrendo na posição 2 do raio.

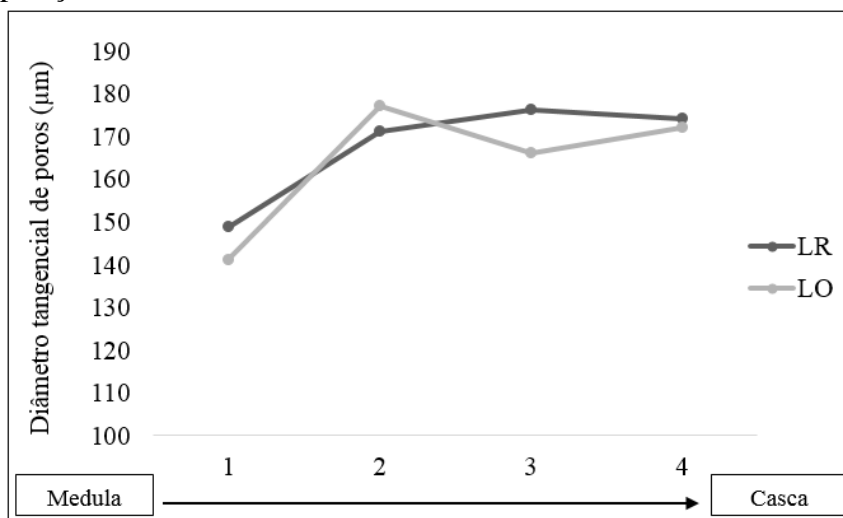


Figura 8 - Variação radial dos diâmetros tangenciais de poros. LR: Lenho de reação; LO: Lenho oposto.

Na tabela 4 são apresentados os diâmetros referentes às duas situações (DporosLR x DporosLO) conforme descrito em Material e Métodos. Quando comparados os diâmetros de poros no lenho de reação e no lenho oposto, observamos que o primeiro apresentou média um pouco maior que o segundo. Não ocorreram diferenças significativas, quando submetidos ao Teste t, a 5% de significância, mostrando que os tamanhos médios não diferem entre lenho de reação e lenho oposto, que foi o mesmo resultado encontrado por Washuesen (2001) que trabalhou com *Eucalyptus globulus*, com 8 anos de idade. Jourez, Riboux, Leclerq, (2001), entretanto, observaram maiores diâmetros de poros no lenho de tensão em *Populus euramericana*.

Tabela 4 – Estatísticas para os diâmetros tangenciais de poros. Valores seguidos de (*) são significativos à $\alpha=0,05$.

Grupos	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	Média ± Desvio padrão (µm)	C.V.	Teste t
					Valor p
Dporos LR	81,39	260,3	167.6 ± 32,39	19.32%	0,2105 ^{ns}
Dporos LO	77,28	334,7	164,2 ± 34,57	21.05%	-

Dporos LR = diâmetro de poros no lenho de reação; Dporos LO= diâmetro de poros no lenho oposto.

A redução do diâmetro dos vasos é uma forma de proteger estes elementos da cavitação e fornecer suporte mecânico para a planta, e também é uma característica comum no lenho de tensão (DICKINSON, 2000). Além das necessidades fisiológicas da planta,

alterações nas dimensões, número e disposição dos vasos refletem no aspecto tecnológico da madeira, como na permeabilidade e alterações no processo de secagem (TOMAZELLO FILHO, 1987).

4.5 Quantificação dos elementos vasculares

Na tabela 5, é apresentada a estatística do comprimento de vasos, tanto no lenho oposto quando no lenho de reação, conforme descrito em Material e Métodos. Foi observado que o comprimento de vasos no lenho oposto foi maior que na segunda situação. Foi comprovado através de teste estatístico que as médias diferem entre si ou são significativamente diferentes.

Tabela 5- Estatística do comprimento dos vasos. Valores seguidos de (*) são significativos à $\alpha= 0,05$

Tipo de lenho	Mínimo	Máximo	Média ± Desvio padrão (µm)	CV	Teste t
					Valor p
Lenho oposto	571,801	1411,976	911,60±170,97	19%	0,000*
Lenho de reação	489,443	1269,2	801,31± 194,02	24%	

Na tabela 6 é possível observar que os diâmetros tangenciais com fibra gelatinosa e sem a fibra gelatinosa, foi não significativo para o teste t, ou seja, os tamanhos dos diâmetros tangenciais não diferem entre si. Já no diâmetro radial, o resultado foi significativo, mostrando que os tamanhos são diferentes.

A área do vaso, em que foi calculada usando os diâmetros tangenciais e radiais, foi visto que o tamanho dos vasos diferem entre si, apresentando-se com média maior na região com fibras gelatinosas.

Tabela 6- Estatística dos diâmetros tangenciais, radiais e área dos vasos

Variáveis	Tipo de fibra	Mínimo(µm)	Máximo(µm)	Média±Desvio padrão(µm)	Teste t	F
					Valor p	
Dt	com fibra g	119,094	274,584	189,18±35,22	,054	,000
	sem fibra g	68,854	272,036	178,52±37,94		
Dr	com fibra g	73,627	391,381	216,44 ± 72,86	,004*	2,194
	sem fibra g	38,3576	312,457	186,82± 63,65		
Área	com fibra g	6886,78	84404,2	32977,48±14667,04	,005*	1,436
	sem fibra g	2074,29	66758,2	27121,41±12783,50		

5. CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos neste estudo com a madeira de *Hevea brasiliensis*, pode-se concluir que:

- As proporções de vasos, parênquima radial e parênquima axial se mantêm as mesmas no lenho oposto e no lenho de reação;
- Há maior ocorrência de fibras gelatinosas no lenho oposto do que no lenho de reação;
- Há um decréscimo do ângulo microfibrilar no sentido medula-casca, contudo não há diferenças entre o lenho oposto e o lenho de reação;
- O comprimento das fibras tendeu a aumentar sentido medula-casca e as fibras gelatinosas são maiores que as fibras normais;
- As fibras gelatinosas do lenho de reação são mais alongadas que as fibras normais do lenho oposto;
- Não ocorrem diferenças em diâmetro tangenciais de poros entre o lenho oposto e o lenho de reação, porém há um aumento no comprimento do elemento de vaso no lenho oposto.
- A área dos vasos na presença de fibras gelatinosas foram maiores do que na ausência da mesma.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIPON, M.A. MARUZZO, MM. Tension wood and its effects on end-use properties of wood. **FPRDI Journal**. p.43-55, 1992

ALLWI, N. I. **Anatomical structure and physical properties of newly introduced *Hevea species***. 2006. 161 f. Dissertação (Mestrado)-Putra Malaysia University, Kuala Lumpur, 2006.

ARCHER R.R. **Growth Stresses and Strains in Trees**. Springer-Verlag, New York, 1987

BADIA MA, MOTHE F, CONSTANT T, NEPVEU G. Assessment of tension wood detection based on shiny appearance for three poplar cultivars. **Forest Science** 2005; (62): 43-49.

BAILLÉRES H, MARIELLE C, MONTIES B, POLLET B, LAPIERRE C. Lignin structure in *Buxus sempervirens* reaction wood. **Phytochemistry**, v.44, n.1, 35-39, 1997. Disponível em: . Acessado em: Março/2015

BAREFOOT, A.C. Abnormal wood in yellow-poplar *Liriodendron tulipifera* L. **Forest Products Journal** n.13 p 16-22, 1963.

BENTUM ALK, CÔTÉ WA JR, DAY AC, TIMELL TE Distribution of lignin in normal and tension wood. **Wood Science and Technology**, v.3, p. 218– 231, 1969.

BHAT, K. M.; PRIYA, P. B.; RUGMINI, P. Characterization of juvenile wood in teak. **Wood Science and Technology**, v. 34, p. 517-532, 2001.

BOWLING AJ, VAUGHN KC. Immunocytochemical characterization of tension wood: gelatinous fibers contain more than just cellulose. **American Journal of Botany**; 95(6): 655-663, 2008. Disponível em: <>. Acessado em: Junho/2015

CALONEGO, F. W; SEVERO, E. T. D. ASSI P. P. Mensuração dos comprimentos das fibras para determinação da madeira juvenil em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, n.68, p113-121, 2005

CARMO, C.A.F. S; ENEGUELLI, N.A.; LIMA, J.A.S.; MOTTA, P.E.F.; ALVARENGA, A.P. **Estimativa do estoque de carbono na biomassa do clone de seringueira RRIM 600 em solos da Zona da Mata** – Minas Gerais. Boletim de Pesquisa, 2003. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/338522/1/bpd242003seringueiarrim600.pdf>> Acesso em: Abril/2015.

CHAFFEY N. **Wood Formation in Trees: Cell and Molecular Biology Techniques**. Taylor & Francis Books, London, 2002.

CHICHORRO J.F.; GARCIA G.O.; BAUER MO; CALDEIRA M.V.W. **Tópicos em Ciências Florestais**. Alegre: Suprema, 2010. cap. 17, p. 443-476.

CLAIR B, RUELLE J, BEAUCHÊNE J, PRÉVOST MF, 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

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Propostas de preços mínimos – Safra 2013/2014**, v. 2, p. 53, 2013.

CORNISH, K.; SILER, D.J.; GROSJEAN, O.; GOODMAN, M. Fundamental similarities in rubber particle architecture and function in three evolutionarily plant species. **Journal of Natural Rubber Research**, v.8, p.275-285, 1993

DERESSE, T., SHEPARD, R. K.; SHALER, S. Microfibril angle variation in red pine (*Pinus resinosa* Ait.) and its relation to the strength and stiffness of early juvenile wood. **Forest Products Journal**, v. 78, n. 7/8, 2003.

DHAMODARAM, T. K. **Status of rubber Wood processing and utilization in India: a country report**. Promotion of Rubberwood Processing Technology in the Asia-Pacific Region. Haikou, ITTO/CFC, 2008. p.17-37. 141p.

DU POOL. A. B. J. The relationship between wood and pulp properties of *Eucalyptus grandis* (Hill ex-Maiden) grow in South Africa. **Appita**, v. 33, n.4, p257-264, 1980

DUNHAM, R. A., CAMERON, A. D. **Crown, stem and wood properties of wind-damaged and undamaged Sitka spruce**. .Forest Ecology and Management 2000 (135): 73-81.

FERREIRA S, LIMA JT, TRUGILHO PF, MONTEIRO TC. Excentricidade da medula em clones de *Eucalyptus* cultivados em diferentes topografias. **Cerne** 2008; 14(4): 335-340.

FERREIRA S. **Lenho de tração em Eucalyptus spp cultivado em diferentes topografias**. 2007. 160f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira)- Universidade Federal de Lavras, MG.

- GAMEIRO, A. H. **Importação e produção de borracha natural no Brasil: período de 1992 a 2002**. Disponível em: <http://www.borrachanatural.org.br>. Acesso em: Abril/ 2015.
- GARDINER, B.; BARNETT, J.; SARANPAA, P.; GRILL J. Introduction. **The Biology of Reaction Wood**. 1ed. New York: Springer Verlag NY, 2010.
- GERARD, J., BAILLERES, H., FOURNIER, M. and THIBAUT, B. Wood quality of plantation Eucalypts. **Bois et Forêts des Tropiques** n. 245 p.101-107, 1995
- GONÇALVES, P. de S. Uma história de sucesso: A seringueira no Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, v.54, p.6-10, 2002.
- GONÇALVES, P. de S.; CARDOSO, M.; BOAVENTURA, M.A.M.; MARTINS, A.L.M.; LAVORENTTI, C. Biologia, citogenética e ploidia de espécies do gênero *Hevea*. **O Agrônomo**, v.41, p.40-64, 1989.
- GROSSER, D. **Defeitos de Madeira**. Curitiba: Fupef; 1980. 62 p. (Série Técnica, n. 2).
- HOI, W.K Charcoal and briquettes from rubberwood. **Rubberwood: processing and utilization**, n. 39, p. 207-221, 1994.
- HONG, L. T. Rubberwood utilization: a success story. In: WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATION, 20., 1995, Tampere. **Papers and Abstracts...** Tampere: IUFRO, 1995. P. 1-12
- HONG, L.T. Introduction. **Rubberwood: processing and utilization**, n. 39, p.2-5, 1994.
- IAC - INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Programa Seringueira**. 31/8/2004.
- IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (2004). **O Cultivo da Seringueira (*Hevea spp.*)**. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/cultsering.pdf . Acessado em: Junho/2015.
- INTERNATIONAL RUBBER STUDY GROUP. **Rubber Statistical Bulletin**, Wembley, 56(8): 17-18, 2002.
- IPEF- INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. **Hevea brasiliensis (Seringueira)**. Atualizado em 2007. Disponível em: < em: 09/08/2014.
- JIN H, KWON M. Mechanical bending induces tension wood formation with reduced lignin biosynthesis in *Liriodendron tulipifera*. **Journal of Wood Science**; 55. (6): 401-408, 2009. Disponível em: . Acessado em: Fevereiro/2015
- OUREZ, B., RIBOUX, A., LECLERQ, A. Anatomical characteristics of tension wood and opposite wood in young inclined stems of poplar (*Populus euramericana* CV “Ghoy”). **IAWA Journal**, v. 22, n. 2, p. 133–157, 2001.
- KAUMAN, W. G. Cell collapse in wood. **Holz als Roh-und Werkstoff**, 22(5) p.183-196, 22(12) p. 465-472, 1964.
- KILLMANN, W; HONG, L. T. El caucho, el éxito de un subproducto agrícola. **Unasylva**, v.51, n. 201, p. 66-72, 2000.

KOLLMAN, F. F. P., CÔTÉ, W. A. *Principles of wood science and technology*. New York: Springer-Verlag; v. 1, 592 p, 1968

KRONKA, F. J. N. **Uso do potencial da madeira da seringueira (*Hevea brasiliensis*)**. In: Seringueira. EPAMIG, 2008. p. 721-744. 893p.

LARSON P.R. (**The Vascular Cambium: Development and Structure**. Springer-Verlag, Berlin, 1994.

MARINHO, J. T. S. **Seringueira: opções de cultivo e geração de renda na Amazônia**. 19/12/2003. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/seringueira%3A_opcoes_de_cultivo_e_geracao_de_renda_na_amazonia.html>. Acesso em: Abril/ 2015.

MARQUES, P. C. **Seringueira Clones 2007: 2ª Recomendação para o Estado do Espírito Santo**. Incaper. Vitória, 2007.

MARINHO, J. T. S. **Seringueira: opções de cultivo e geração de renda na Amazônia**. 19/12/2003. Disponível em: <>>. Acesso em: Fevereiro/2015

MATTHECK C, KÜBLER H. **Wood - the Internal Optimization of Trees**. Berlin: Springer Verlag; 1998. v. 1, 129 p..

MAY, A.; GONÇALVES, P. S. Produtos complementares na Exploração do Seringal - Matéria técnica. In: **Borracha Atual**, p. 17-21, 1999.

MILINGLIANG, J.; ZHIJUAN, W. **Rubberwood preservation by friendly preservatives**. In: Promotion of Rubberwood Processing Technology in the Asia-Pacific Region. Haikou, ITTO/CFC, 2008. p.117-128. 141p.

MORCELI, P. **Borracha natural Situação Atual e Perspectivas**. Agência Nacional de Abastecimento- CONAB

NORBERG P.H.; MEIER H. Physical and chemical properties of the gelatinous layer in tension wood fibers of aspen (*Populus tremula* L.). *Holzforschung* 20, 174–178, 1966.

OKINO, E. Y. A.; SOUZA, M. R.; SANTANA, M. A. E.; SOUSA, M. E.; TEIXEIRA, D. E. Chapa Aglomerada de Cimento-madeira de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 451-457, 2004.

PANSHIN, A. J. DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4 a. ed. New York, McGraw Hill, 1980, 722p.

PEÑA SV, PERIS FJJ. **Tecnología de la Madera**. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación – MAPA; 1996. 602 p.

PILLOW, M. Y. **Presence of tension wood in mahogany in relation to longitudinal shrinkage**. Report n. D1763, United States Department of Agriculture , Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison5, Wisconsin 1950.

RAHAMAN, W. A. Natural rubber as green commodity: Part 1. **International Rubber Digest**, p. 11-13,1995.

RAMOS, L. M. A.; LATORRACA, J. V. F.; PASTRO, M. S.; SOUZA, M. T.; GARCIA, R. A.; CARVALHO, A. M. Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus*

grandis W. Hill Ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 92, p. 411–418, 2011.

RIBON, A. A.; CENTURION, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; PEREIRA, G. T. Densidade e resistência à penetração de solos cultivados com seringueira sob diferentes manejos, **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.25, n. 1, p. 13-17, 2003.

Scurfield G (1973). Reaction wood: Its structure and function. *Science* 179, 647–655.

SCURFIELD, G. The nature of reaction wood. IX. Anomalous case of reaction wood. **Australian Journal of Botanic**, n. 12 p. 173-184, 1964.

SCURFIELD, G; WARDROP, AB. The nature of reaction Wood. VI. The reaction anatomy of seedlings of woody perennials. **Australian Journal of Botanic**, n.10 p.93-105, 1962.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA – SBS. **Fatos e números do Brasil florestal**. nov. 2006, 107p. Disponível em: < <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/SBS-2005.pdf>>. Acessado em: Fevereiro/2015

SOUSA L.C. **Caracterização da madeira de tração em *Eucalyptus grandis* e sua influência na produção de polpa celulósica**. 2004. 77 f. Dissertação(Pós Graduação em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Viçosa.

TARMIAN A.; REMOND R.; FAEZIPOUR M.; KARIMI A.; PERRÉ P. Reaction wood drying kinetics: tension wood in *Fagu sylvatica* and compression wood in *Picea abies*. **Wood Science and Technology** 2008; 43(1-2): 113-130. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s00226-008-0230-5#page-1>>. Acessado em: Junho/15

TEIXEIRA, D.E.; ALVES, M. V. S.; COSTAS, A.F.; SOUSA, N. G. Características de chapas de cimento-madeira com partículas de Seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) tratadas com CCA. **Floresta e ambiente**, v.8, n.1, p.18 - 26, jan./dez. 2001.

TIMELL TE. **The chemical composition of tension wood**. New York; 1969. p. 173-181.

TISSOUMIS GT. **Wood as raw material: Source, Structure, Chemical Composition, Growth, Degradation and Identification**. New York: Pergamon Press; 1978. 276 p.

VASCONCELOS, R. L. D.; SILVA C. Jr, E. A influencia da densidade básica da madeira de híbrido de *Eucalyptus grandis* em suas características químicas , e propriedades de polpação e do papel. In. CONGRESSO ANUAL DA ABTCP 18,1985, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABTCP, 1985. P-31-56

WARDOP, A.B. ; DASWELL, H.E. The nature of reaction wood I. Th structure and properties os tension wood fibres. **Australian Journal os Science Research**. B. 1:3, 1948.

WARDROP, A.B.; DADSWELL, H.E. The nature of reaction wood. I. The structure and properties of tension wood fibres.

WARENSJÖ M. **Compression wood in Scots pine and Norway spruce: distribution in relation to external geometry and the impact on the dimensional stability in sawn wood** . Swedish University of Agricultural Science; 2003.

WASHUSEN R, ADES P, EVANS R, ILIC J, VINDEN P. **Relationships between density, shrinkage, extractives content and microfibril angle in tension wood from three provenances of 10-year-old Eucalyptus globulus Labill.** *Holzforschung* 2001; 55: 176-182. Disponível em http://www.researchgate.net/publication/240749883_Relationships_between_Density_Shrinkage_Extractives_Content_and_Microfibril_Angle_in_Tension_Wood_from_Three_Provenances_of_10YearOld_Eucalyptus_globulus_Labill > . Acessado em: Janeiro/2015

ZIMMERMANN M.H., BROWN C.L. *Trees: Structure and Function*. Springer-Verlag, Berlin, 1971.

Zobel BJ, van Buijtenen JP (1989). *Wood Variations: Its Causes and Control (Springer series in wood science)*. Springer-Verlag, Berlin.

ALMEIDA J. LOTTI M. **Avaliação das propriedades mecânicas da madeira de seringueira para melhor aproveitamento comercial**- Centro de Inteligência em Florestas; 2014. Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/conteudo.php?id=10094>>. Acessado em: Junho/2014

BABA, K; ONA, T.; TAKABE, K; ITOH, T.; ITO, K. Chemical and anatomical characterization of tension wood of *Eucalyptus camaldulensis* L. **Mokuzai Gakkaishi**, v.42, n.8, p. 795-798, 1996

STUART, S. A. Y EVANS, R. 1995. X-ray diffraction estimation of the microfibril angle variation in eucalypt wood. **Appita Journal**, 48(3): 197-200.

BISSET, L. J. Y DADSWELL, H. E. 1949. The variation of fiber within one tree of *Eucalyptus regnans*. **Australian forestry**, Melbourne, 13(12): 86-96.

FILHO, M. T. 1987. **Variação radial da densidade básica em estrutura anatômica da madeira do Eucalyptus globulus, E. pellita e E. acmenioides**. IPEF, 36: 35-42