

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA
MADEIRA DE *Hevea brasiliensis* EM RELAÇÃO AO PAINEL DE
EXTRAÇÃO DE LÁTEX**

EUCLIDES FIERI DE OLIVEIRA JUNIOR

Orientador: Prof. Dr. Elias Taylor Durgante Severo

Co-orientador: Eng. Florestal Dr. Fred Willians Calonego

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp – Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU - SP

Outubro - 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

O48d Oliveira Junior, Euclides Fieri de, 1958-
Determinação das propriedades físicas e químicas da madeira de *Hevea brasiliensis* em relação ao painel de extração de látex / Euclides Fieri de Oliveira Junior. - Botucatu : [s.n.], 2011

vii, 55 f. : ils., gráfs., tabs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011
Orientador: Elias Taylor Durgante Severo
Co-orientador: Fred Williams Calogeno
Inclui bibliografia

1. *Hevea brasiliensis*. 2. Seringueira. 3. Madeira. 4. Látex. I. Severo, Elias Taylor Durgante. II. Calogeno, Fred Willians. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA
MADEIRA DE *Hevea brasiliensis* EM RELAÇÃO AO PAINEL DE
EXTRAÇÃO DE LÁTEX"

ALUNO: EUCLIDES FIERI DE OLIVEIRA JUNIOR

ORIENTADORA: PROF. DR. ELIAS TAYLOR DURGANTE SEVERO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ELIAS TAYLOR DURGANTE SEVERO



PROF. DR. JOSÉ TARCÍSIO DA SILVA OLIVEIRA



PROF. DR. CLAUDIO ANGEL SANSIGOLO

Data da Realização: 31 de outubro de 2011.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Elias Taylor Durgante Severo pela orientação cuidadosa em todas as fases do desenvolvimento do presente trabalho.

Ao Dr. Fred Calonego pela co-orientação no desenvolvimento do presente trabalho, pelo auxílio durante as diversas fases da pesquisa.

Ao Professor Dr. Claudio Angeli Sansígolo pela orientação e apoio na execução das atividades relacionadas a química da madeira.

A todos os funcionários dos diversos setores da FCA/Unesp Botucatu que, diretamente ou indiretamente, colaboraram para a execução deste trabalho. Em especial aos profissionais da marcenaria e dos laboratórios de secagem e química da madeira.

À Engenheira Florestal Cinthia Dias Rocha pelo esforço pessoal em me auxiliar nos momentos mais complicados.

À minha esposa Waldete e meu filho Mikhail pela compreensão e empenho para me ajudar a completar mais essa etapa da minha vida profissional.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	01
SUMMARY	02
1 INTRODUÇÃO	03
2 OBJETIVOS	05
3 REVISÃO DE LITERATURA	06
3.1 Aspectos gerais da cultura de seringueira <i>Hevea brasiliensis</i>	06
3.2 Utilização da madeira de seringueira.....	08
3.3 Área de sangria no fuste da <i>Hevea brasiliensis</i> e sua influência na qualidade da madeira	10
3.4 Caracterização física da madeira de <i>Hevea brasiliensis</i>	11
3.4.1 Massa específica.....	11
3.4.2 Instabilidade dimensional da madeira	13
3.5 Composição química da madeira de seringueira	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Coleta de material	18
4.2 Preparo do material	19
4.3 Determinação das propriedades físicas da madeira de <i>Hevea brasiliensis</i>	24
4.3.1 Determinação da densidade	24
4.3.2 Contração volumétrica	25
4.3.3 Retratabilidade	25
4.3.4 Análise química da madeira	27
4.3.4.1 Preparo das amostras	27
4.3.4.2 Determinação de Extrativos totais	28
4.3.4.3 Determinação do teor de Lignina	28
4.3.4.4 Determinação do teor de Holocelulose	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 Propriedades físicas	31
5.1.1 Massa específica	31
5.1.2 Contração volumétrica	34

5.1.3 Contrações lineares	35
5.1.4 Fator de anisotropia	37
5.1.5 Coeficiente de retratibilidade	38
5.2 Propriedades químicas	40
5.2.1 Holocelulose	40
5.2.2 Lignina	40
5.2.3 Extrativos totais	41
6 CONCLUSÕES	43
7 REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE - Análise estatística para as variáveis das propriedades físico-químicas da madeira	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área cultivada com seringueira <i>Hevea brasiliensis</i> e volume avaliado de madeira	07
Tabela 2 - Participação relativa dos Estados brasileiros na área cultivada com seringueira em 2006	08
Tabela 3 - Exportação malaia de móveis de madeira de seringueira	09
Tabela 4 - Proporção de tensões de crescimento na madeira	11
Tabela 5 - Densidade da madeira de seringueira	13
Tabela 6 - Propriedades físicas de espécies nativas	15
Tabela 7 - Comparativo de coeficiente de anisotropia de <i>Hevea brasiliensis</i> com outras espécies nativas	15
Tabela 8 - Composição química da madeira	16
Tabela 9 - Composição química da madeira de seringueira	17
Tabela 10 - Dados dendrométricos das árvores coletadas	20
Tabela 11 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na massa específica inicial de <i>H. brasiliensis</i>	32
Tabela 12 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na massa específica a 12% de <i>H. brasiliensis</i>	32
Tabela 13 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na massa específica a 0% de <i>H. brasiliensis</i>	33
Tabela 14 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na contração volumétrica (t.u 37%) de <i>H. brasiliensis</i>	34
Tabela 15 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na contração tangencial de <i>H. brasiliensis</i>	35
Tabela 16 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na contração radial de <i>H. brasiliensis</i>	36
Tabela 17 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na contração longitudinal de <i>H. brasiliensis</i>	36
Tabela 18 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex no fator de anisotropia de <i>H. brasiliensis</i>	37
Tabela 19 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex no coeficiente de retratibilidade tangencial de <i>H. brasiliensis</i>	38
Tabela 20 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex no coeficiente de retratibilidade radial de <i>H. brasiliensis</i>	39

Tabela 21 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex no coeficiente de retratibilidade longitudinal de <i>H. brasiliensis</i>	39
Tabela 22 - Teor de holocelulose	40
Tabela 23 - Teor de lignina	41
Tabela 24 - Teor de extrativos	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Plantio de seringueira Fazenda Águas Milagrosas, Tabapuã - SP.....	18
Figura 2 - Delimitação da área do painel de sangria	19
Figura 3 - Esquema representativo da coleta de material oriundo de área com e sem a presença do painel de sangria de látex em <i>H. brasiliensis</i>	20
Figura 4 - Esquema de obtenção de toras de <i>H. brasiliensis</i> com e sem ocorrência de painel de sangria de látex	21
Figura 5 - Toras retiradas com região de painel de extração de látex e sem painel	21
Figura 6 - Esquema para obtenção das pranchas centrais e dos corpos-de-prova da região juvenil e adulta de <i>H. brasiliensis</i>	22
Figura 7 - Esquema para retirada de corpos-de-prova dos lenhos juvenil e de <i>H. brasiliensis</i>	23

RESUMO

O estudo das propriedades físicas e químicas da madeira possibilita um melhor aproveitamento das suas potencialidades. O aproveitamento da madeira de seringueira *Hevea brasiliensis* após o declínio da produção de látex tem relevância mundial. Uma parte da madeira da seringueira vem de uma área significativa do fuste submetida ao processo de extração de látex. Esse trabalho tem como objetivo analisar as características químicas e físicas da madeira proveniente da região submetida ao processo de extração de látex e compará-la a madeira originária da região que não sofreu processo de extração de látex. Foram utilizadas árvores de seringueira com 53 anos de idade, submetidas ao processo de extração de látex durante 45 anos ininterruptos. Foram realizadas as seguintes análises químicas: determinação do teor de holocelulose, do teor de lignina e teor de extrativos totais. Foram determinadas as seguintes propriedades físicas: densidade, contração volumétrica, contrações lineares e coeficiente de anisotropia. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre as propriedades químicas das duas regiões do fuste analisadas nem entre os diferentes tipos de lenho juvenil e adulto. Em relação às propriedades físicas não foram encontradas diferenças entre as regiões estudadas, mas em relação ao tipo de lenho juvenil e adulto ocorrem diferenças estatísticas entre os coeficientes de contrações lineares e contração volumétrica.

Palavras-chave: *Hevea brasiliensis*, propriedades físicas da madeira, propriedades químicas da madeira, madeira juvenil e adulta.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES DETERMINATION OF *Hevea brasiliensis* WOOD IN RELATION TO THE LATEX EXTRACTING REGION. 2011. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

Author: EUCLIDES FIERI DE OLIVEIRA JUNIOR

Advisers: ELIAS TAYLOR DURGANTE SEVERO
FRED WILLIANS CALONEGO

SUMMARY

The study of physical and chemical properties of wood allows a better use of its potential. The use of wood from rubber tree *Hevea brasiliensis* after the decline of the production of latex has global significance. A portion of the rubber wood is a significant area of the stem submitted to the extraction process latex paper aims to analyze the chemical and physical characteristics of the wood from the region subjected to the process of extracting latex and compares it to wood originally from the region that has not undergone the process of extraction of latex. Rubber trees were used with 53 years old, subject to the latex extraction process for 45 consecutive years. We made the following chemical analysis: determination of holocellulose, lignin content and the content of total extractives. We determined the following properties: density, volumetric shrinkage, linear shrinkage and coefficient of anisotropy. There were no statistical differences between the chemical properties of both the stem region analyzed or between different types of juvenile and adult wood. Regarding the physical properties no differences were found between the regions studied, but in relation to the type of juvenile wood and adult wood statistical difference between the coefficients of linear shrinkage and shrinkage were found.

Keywords: *Hevea brasiliensis*, wood physical properties, wood chemical properties, juvenile and mature wood.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a espécie *Hevea brasiliensis*, a nível mundial, tem ampla utilização na indústria de processamento de madeira, notadamente na indústria moveleira. Somente a Malásia exportou U\$1,5 bilhões em 2006 de móveis fabricados com madeira de seringueira (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).

Neste cenário a utilização da madeira seringueira após o termino 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.

Durante o ciclo produtivo para produção de látex efetua-se a sangria do caule, sendo este procedimento tecnológico constante no período produtivo desta espécie. Como decorrência, a totalidade da madeira de seringueira disponível no mercado geralmente passou pelo processo de extração de látex, com a principal finalidade para produção de borracha. Assim a madeira de seringueira se torna disponível para utilização apenas no fim do ciclo econômico produtivo de extração de látex.

A literatura demonstra que toda madeira é formada por madeira juvenil, que consiste no lenho formado nos estágios iniciais da formação das árvores; e madeira adulta formada pelo lenho após a maturação do cambio celular ate o fim dos ciclos das árvores.

Os dois tipos de lenho, juvenil e adulto, apresentam características anatômicas e físico-químicas diferenciadas entre si. Essa heterogeneidade em muitos casos tornar-se a causa de problemas para indústria de transformação e processamento de madeiras.

Desta forma existe a necessidade da realização de estudos específicos sobre a caracterização físico-químicas dos lenhos juvenil e adulto da *Hevea brasiliensis* e suas possíveis interações com o processo de extração de látex.

Este trabalho tem como finalidade contribuir para esse estudo obtendo informações a respeito das características físicas e químicas da madeira proveniente de *H. brasiliensis*, provenientes da área do fuste submetida ou não ao processo de extração de látex.

2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo geral determinar algumas das propriedades físicas e químicas da madeira de *H. brasiliensis* em relação ao painel de extração de látex.

Os objetivos específicos foram:

- Analisar a influência do painel de extração de látex nas massas específicas aparentes e na estabilidade dimensional desta madeira;
- Verificar o efeito do painel de extração de látex nas características químicas da madeira de seringueira, tais como: teores de holocelulose, teores de lignina e de extrativos totais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais da cultura de seringueira *Hevea brasiliensis*

A seringueira *H. brasiliensis* [(Willd. Ex. ADR. de Juss.) Muell-Arg] é a maior fonte de borracha natural e matéria prima de múltipla utilização na indústria. Sendo a principal fonte mundial de borracha natural produzida no mundo (GONÇALVES et al., 2001).

Da família das Euphorbiaceae, o gênero *Hevea* tem como área de ocorrência a Amazônia brasileira, bem como Bolívia, Colômbia, Peru, Venezuela, Equador, Suriname e Guiana. A *Hevea brasiliensis* entre as 11 espécies do gênero *Hevea* é a espécie mais cultivada comercialmente e também é a mais produtiva (MARTO, 2007)

Em 1876, o inglês Henry Alexander Wickham, a serviço do Royal Botanical Garden em Londres, coletou e enviou para a Inglaterra 70 mil sementes de seringueira (*Hevea brasiliensis*), originárias de uma região denominada Boim, no Vale do Tapajós. As sementes produziram 2.700 mudas, posteriormente plantadas em colônias britânicas na Malásia, que originaram extensos seringais de cultivo com alta produtividade de borracha seca por hectare (SENA, 2008).

Hevea brasiliensis, sendo uma árvore tropical, cresce melhor sob temperaturas entre 20-28°C, com uma pluviosidade de 1800-2000 bem distribuída durante o ano (BALSINGER et al., 2000). Por isso o cultivo de seringueira ocorre em mais de 30 países,

localizados nas regiões subtropical e tropical. A área total de plantio mundial é de aproximadamente 9 milhões de ha, sendo que 90% desta área está na Ásia (HONG, 1995).

Segundo o International Rubber Study Group (IRSG), citado por Killmann (2001), em 1997 a área mundial cultivada era de 9,262 milhões de ha assim distribuída: Ásia 8,91 milhões ha (92%), África 533 mil ha (5,5%), América Latina 232 mil ha (2,4%).

Considerando como referência os dados apresentados por Killmann (2001) em um trabalho para a FAO segue a Tabela 1.

Tabela 1 – Área cultivada com seringueira *H. brasiliensis* e volume avaliado de madeira.

País	1975 (1000ha)	1990 (1000ha)	1997 (1000ha)	%	Madeira volume (milhões) M³
Indonésia	2296	3040/3155	3516	36	186.0
Tailândia	1496	1860/1844	1966	20	150.0
Malásia	1694	1837	1635	17	161.4
China	120	603	592		
Índia	224	451	533		306
Vietnã	n.a.	200	275		
Srilanka	228	199	163		1.5
Filipinas	n.a.	86	88		
Míamar	n.a.	76	90		
Camboja	n.a.	52	52		
ASIA TOTAL	6058	8503	8910	92	543.0
Nigéria		247	247		
Libéria		110	110		
Costa do marfim		67	67		
Camarões		41	41		
Republica do Congo		40	40		
Gana		12	17		
Outros		11	11		
AFRICA TOTAL		528	533	5.5	
Brasil		197	180		
Guatemala		26	38		
México		8	14		
AMERICA LATINA		231	232	2.4	
TOTAL					
TOTAL MUNDIAL		9262	9675	100	968

Fonte: Killmann (2001)

A ANRP (Association of Natural Rubber Production Countries) (2010) informa que a somatória da área cultivada entre alguns de seus membros (Camboja, China, Índia, Indonésia, Malásia, Filipinas, Tailândia, Vietnã e Sri Lanka) totaliza 9.783,1 milhões de ha.

No Brasil na década de 1990/2000 teve sua área de cultivado reduzida de 197 mil ha em 1990 diminuindo para 180 mil ha em 1997 (KILLMANN, 2001).

Em 2004 a área cultivada no Brasil era de 108.040 ha e a produção de látex 164.375 t (PEREIRA et al., 2006) conforme mostra a Tabela 2.

Em 2009 a produção de látex brasileira foi de 129.600 ton., São Paulo é o maior produtor com 56,9% da produção. O látex proveniente de seringais nativos, atualmente respondem apenas por 2,9% da produção nacional. (ROSSMANM, 2011).

Tabela 2 – Participação relativa dos Estados brasileiros na área cultivada com seringueira em 2006.

Estado	Área plantada ha	%
Mato Grosso	44700	33
São Paulo	45000	33
Bahia	23000	17
Espírito Santo	9000	6
Goiás	4000	3
Minas Gerais	2600	2
Outros	8700	6

Fonte: Pereira et al. (2006)

No Estado de São Paulo, no período de 1995-1996, a área cultivada era de 40,5 mil ha expandindo para uma área de 44,0 mil ha em 1998-2003. Área essa distribuída em 2.550 propriedades, sendo 67% desta área concentrada no Planalto Ocidental. (FRANCISCO et al., 2004).

3.2 Utilização da madeira de seringueira

Balsinger et al. (2000) relata que nas árvores de seringueiras com 5-7 anos de idade inicia-se o processo de sangria para extração de látex, processo que continua por 25-30 anos. Relata também que em pequenas propriedades esse processo muitas vezes se estende além deste período.

Hong (1995) relata que as árvores de seringueiras são cortadas para serem replantadas quando atingem idade entre 25-30 anos, pois a produção de látex torna-se antieconômica. Sendo que Gnanaharan e Dhamodaran (1993) mencionam que é prática comum em Kerala, na Índia, a derrubada das árvores de seringueira com idade de 35 anos para efetuar o replantio.

Segundo Hong (1995) a madeira de seringueira tinha baixo valor comercial, pois sua utilização era apenas como combustível. Mas desde os meados dos anos 80 tornou-se uma das mais populares fontes para 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.

No ano de 2000, dos móveis fabricados na Malásia, 80% eram provenientes de madeira de seringueira. (ALLWI, 2006). Em 1996, 60% dos móveis fabricados na Tailândia foram de madeira de seringueira. (YAMASHITA, 1999).

Killmann (2001) relata o incremento da exportação malaia de móveis de madeira de seringueira, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Exportação malaia de móveis de madeira de seringueira.

Ano	Valor U\$ milhões
1991	74,2
1992	106,0
1993	197,1
1994	297,4
1995	352,4
1996	439,8
1997	532,7
1998	683,3

Fonte: Killmann (2001)

Allwi (2006) reporta que em 2000 foram exportados da Malásia em móveis US\$1,5 bilhões, que para 2005 o Governo malaio estava confiante de exportar US\$ 1,75 bilhões frente a uma exportação de US\$ 1,65 bilhões em 2004.

O volume de madeira de seringueira por árvore varia de acordo com o clone, manejo e condições edafoclimáticas. Um estudo mundial do International Trade Centre,

centro de pesquisa da FAO, estimou um volume de 140 a 200 m³ por ha de madeira verde. (BALSINGER et al., 2000).

Segundo Killmann (2001) uma seringueira cultivada com 30 anos tem um DAP médio em torno de 30 cm e o volume disponível de toras com diâmetro maior que 15 cm varia de 52 m³ a 162 m³ por ha, utilizando-se em estimativas um volume de 100m³/ha. O índice de aproveitamento nas serrarias está em torno de 25-45%.

O baixo rendimento do nível de serraria está principalmente associado à tecnologia inapropriada para processar as toras de madeira de seringueira que geralmente são de pequeno diâmetro. (BALSINGER, 2000).

Em relação ao custo, a madeira de seringueira tem vantagens sobre as fontes de madeiras convencionais da floresta natural. Devido ao cultivo da seringueira ter como objetivo a produção de látex a madeira tem um baixo custo. (KILLMANN, 2001).

3.3 Área de sangria no fuste da *Hevea brasiliensis* e sua influência na qualidade da madeira

Killman (2001) cita que o método tradicional de sangria consiste em cada sangria remover uma fina camada de casca da árvore do fim do corte, permitindo deste modo um suave fluxo de látex e a regeneração da casca. Entretanto, sangrias inadequadas têm conseqüências negativas sobre a regeneração da madeira.

Ratnasingam e Scholz (2008) realizaram um estudo de campo analisando as toras de seringueira destinadas a serrarias. Neste trabalho eles encontraram que em 86% das toras analisadas, ocorriam marcas relacionadas ao painel de extração de látex que ocasionavam perdas de 15% do volume da madeira de seringueira a ser processada na nível de serraria.

Segundo Silpi et al. (2006) o crescimento radial é diferentemente afetado para as diferentes regiões em torno da área de sangria, com taxas significativamente baixas na região do painel de sangria, do que na região do painel sem sangria, e com alta taxa de crescimento acima da zona do painel do que abaixo desta. Deste modo é necessária atenção quando se medir a circunferência para estimar a produção de madeira em área próxima ao painel de sangria.

Yamashita (1999) relata que muitas vezes os troncos são danificados pelo processo de sangria, e que muitos clones apresentam boas características para produção de látex, mas são de crescimento lento e a arquitetura da árvore não é boa para produção de madeira.

Com relação à influência da zona do painel de extração de látex na madeira, Mathew (2003) determinou que existem variações na ocorrência de tensão de crescimento, que afeta as propriedades físico-químico-mecânicas da madeira de seringueira. Ocorre significativa diferença em alguns clones conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Proporção de tensões de crescimento na madeira (%).

Clone	Proporção de tensões de crescimento na madeira (%)	
	Zona do painel	Zona sem painel
TJIR1	15,76	22,82
GT1	17,69	17,63
RRIM600	17,30	32,19
RRII 105	24,31	32,25

Fonte: Mathew (2003)

3.4 Caracterização física da madeira de *Hevea brasiliensis*

As mais importantes propriedades físicas que caracterizam a madeira são a densidade ou massa específica aparente, o teor de umidade e a retratibilidade (SKAAR, 1972; SIMPSON, 1991; HAYGREEN; BOWYER, 2006; FOREST PRODUCTS LABORATORY, 2010). Sendo a densidade a relação entre a massa e o volume expresso em g/cm^3 ou kg/m^3 , a umidade a quantidade de água presente na madeira em relação seu peso seco e a retratibilidade a quantificação da instabilidade dimensional em %.

3.4.1 Massa específica

Siau (1984) descreve a densidade da madeira como a massa por volume a um determinado teor de umidade. Um aumento no teor de umidade ira resulta num aumento da densidade. Acima do ponto de saturação da fibras (PSF) este aumento ocorre numa taxa elevada.

Calonego (2009) descreve a massa específica aparente da madeira como uma das características que melhor expressa a sua qualidade, para uso ou para a transformação

industrial. Esta propriedade física caracteriza-se por apresentar uma variabilidade entre espécies, entre os indivíduos de uma mesma espécie e ao longo do fuste.

Haygreen e Bowyer (1996) descrevem que a madeira, sendo um material higroscópico, tem sua massa específica influenciada pelo teor de umidade. As massas específicas aparentes comumente utilizadas para caracterizar fisicamente a madeira são (1) massa específica aparente básica - relação entre a massa seca da madeira e o seu volume saturado, (2) massa específica aparente a 0% de umidade - relação entre a massa e o volume da madeira seca, e (3) massa específica aparente a 12% de umidade - relação entre a massa e o volume da madeira a 12% de umidade.

Segundo Scanavaca Junior e Garcia (2004) a densidade básica, por ser de fácil determinação e de apresentar boa correlação com as propriedades mecânicas, é uma das propriedades físicas mais estudadas, sendo uma das mais importantes para caracterização tecnológica da madeira, visto que sua variação afeta a resistência e a estabilidade dimensional da madeira. Pereira et al. (2000) afirmam:

Quando se pretende avaliar a qualidade da madeira, a densidade é uma das principais características a serem consideradas, uma vez que está relacionada com alguns aspectos tecnológicos e econômicos muito importantes. Citam-se, como exemplos, a contração e o inchamento, a resistência mecânica das peças, o rendimento e a qualidade da polpa celulósica, a produção e a qualidade do carvão vegetal e os custos operacionais ligados ao transporte e armazenamento.

Bowyer et al. (2003) relatam que a densidade da madeira tem grande variação, por causa de inúmeros fatores, entre os quais: condição do solo, localização geográfica e fonte genética. Cita também que o teor de extrativos varia de menos de 3% a mais de 30% do peso seco da madeira tendo por isso grande influência na densidade.

Zobel e Buijtenen (1989) relatam que existem três padrões importantes de variabilidade da densidade da madeira dentro de uma mesma árvore. Sendo que o primeiro padrão apresenta a variabilidade decorrente das diferenças existentes no anel de crescimento entre suas distintas camadas. O segundo padrão, mais abrangente, é observável no sentido medula-casca e, incorporando as variações dentro do anel de crescimento, considera também as variações existentes entre as regiões de cerne e alburno, e lenho inicial e tardio eventualmente presentes. O último padrão de variabilidade, geralmente de menor importância, considera a variabilidade associada às diferentes alturas ao longo do fuste das árvores.

Bhatt et al. (1984) e Norhayati (1995) (citados por ALLWI, 2006) relatam que a massa específica aparente básica da madeira de seringueira varia de 0,430 a 0,620 g/cm³. Sendo que no clone RRI600 foi encontrada massa específica de 0,620 g/cm³ e para o clone RRIM623 a massa específica determinada foi de 0,540 g/cm³. Lim et al. (2003), relata variação de 0,480 a 0,650 g/cm³, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Densidade da madeira de seringueira.

Idade	Clone	Densidade kg/m³
20	RRIM 623	586- 609
3	PB 260	508 – 547
8	PB 260	526 – 565
14	PB 260	503 – 553
8	RRIM 600	480 - 603
24	RRIM 600	560 - 625
29	RRIM 600	565 – 650
29	RRIM 600	555 – 635

(madeira de ramo)

Fonte: Lim et al. (2003)

Santana et al. (2001) estudando os clones IAN-717, IAN-873, GT-711 e AVROS – 1301 verificaram que a densidade básica da madeira de *H. brasiliensis* variou de 0,470-0,510 g/cm³.

Mathew (2003) relata que a densidade da seringueira varia 0,435 g/cm³ a 0,626 g/cm³ devido à variação genética ou diferença clonal.

3.4.2 Instabilidade dimensional da madeira

Kollman e Côte (1968) descrevem a contração como a redução das dimensões de uma peça de madeira, causada pela redução do teor de umidade abaixo do ponto de saturação (PSF). Esta contração se deve a diminuição da espessura das paredes celulares.

Severo (1998) diz que sendo a madeira um material anisotrópico é mais importante ter conhecimento das variações lineares, das dimensões na diferentes direções, do que a variação volumétrica total da madeira.

Segundo Logsdon et al. (2008) as dimensões da madeira alteram-se substancialmente com a variação da umidade no intervalo de 0% até o limite de saturação das fibras. Neste intervalo, conhecido como intervalo higroscópico, ao aumentar o teor de umidade as dimensões da madeira aumentam (inchamento) e ao diminuir o teor de umidade as dimensões diminuem (retração). Panshin e Brown (1964) escrevem que as alterações dimensionais da madeira são observadas nas três direções estruturais. Essas mudanças dimensionais incluem o inchamento, associado com adição de água e a retração, como resultado da remoção de água da madeira.

De acordo com Oliveira (1997), retratibilidade da madeira é o fenômeno decorrente da variação dimensional, em função da troca de umidade da madeira com o meio que o envolve. Ocorrendo somente abaixo do ponto de saturação de fibras, pois a umidade responsável pela retratibilidade esta localizada nas paredes celulares.

Conforme Oliveira (1988) a “determinação da razão entre as retrações tangencial e radial, conhecida como coeficiente de anisotropia, é um importante índice no estudo das retrações, uma vez que quanto mais elevado, maior a probabilidade de formação de fendas (rachaduras) e empenamentos na madeira”

Matan e Kyonkong (2003) relatam uma contração volumétrica de $8,2 \pm 1,8\%$ e um PSF $23 \pm 4\%$ para árvores de seringueira de 10 anos e uma massa específica aparente a 12% de $0,614 \pm 0,30\text{g/cm}^3$.

Segundo o Forest Products Laboratory (2010) a contração volumétrica da madeira de seringueira da condição verde a seca é de 7,4 %, a contração radial 2,3% e a contração tangencial 5,1%.

Ferreira et al. (2010) relatam que na madeira de seringueira o comprimento das fibras aumenta no sentido medular-casca. Segundo os autores existe uma diferença no comprimento médio, das fibras da madeira juvenil e da madeira adulta. A região de madeira juvenil ocorre desde a medula até os primeiros com 40-55 mm em direção a casca.

Rubberboard (2011) reporta que a contração tangencial varia de 5,7 a 6,5 %, a contração radial varia de 2,6 a 3,1 %, a contração longitudinal de 0,2 a 0,9% e a contração volumétrica de 10,1 a 12,0%.

Considerando a média dos coeficientes de anisotropia de seis espécies nativas extraídas de Mainieri e Chimelo (1989), podemos ver que a madeira de seringueira está bem próxima de espécies de boa aceitação no mercado, como mostrado nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 - Propriedades físicas de espécies nativas.

Espécie	Densidade g/cm³	Cont.radial %	Cont.tangencial %	Cont.vol %	Coef.Aniso
Amburana (<i>Amburana cearensis</i> Fr.Allem.)	0,6	2,9	6,2	9,3	2,13
Canjerana (<i>Cabrlea canjerana</i> Sald.)	0,67	3,6	7	11,6	1,94
Freijó (<i>Cordia goeldiana</i> Huber)	0,59	3,2	6,7	9,1	2,09
Imbuia (<i>Ocotea porosa</i> (Nees ex. Mart.) Barroso)	0,65	2,7	6,3	9,8	2,33
Oiticica-amarela; Guariúba (<i>Clarisia racemosa</i> R.&Pav).	0,56	2,2	4,4	7,3	2
Vinhático (<i>Planthymenia foliolosa</i> Benth.)	0,5	2,1	4,7	7,7	2,23

Fonte: Mainieri e Chimelo (1989)

Cont. radial – contração radial, Cont. tangencial – contração tangencial, Cont. vol. – contração volumétrica, Coef. Aniso – coeficiente de Anisotropia

Tabela 7 – Comparativo de coeficiente de anisotropia de *Hevea brasiliensis* com outras espécies nativas.

Espécie	Densidade	Cont. Radial	Cont. tangencial	Cont. Vol	Coef. Anisot.
Seringueira (<i>Hevea brasiliensis</i>)	0,62	2,4	5,1	7,7	2,12
Média de 6 espécies	0,60	2,78	5,88	9,13	2,12

Densidade g/cm³. Cont.- Contração Coef. Anisot. – coeficiente de anisotropia Vol - Volumetrica

3.5 Composição química da madeira de seringueira

Todas as madeiras são constituídas de celulose, hemiceluloses e lignina. Celulose e hemiceluloses são polissacarídeos, enquanto que a lignina é um polímero de fenilpropano. Além destes, ocorre uma quantidade variável de extrativos e uma pequena quantidade de elementos inorgânicos tais como cálcio, magnésio e potássio, conforme Tabela 8.

Tabela 8 - Composição química da madeira.

Polímero	Madeiras macias (%)	Madeiras duras (%)
Celulose	42 ± 2	44 ± 2
Hemicelulose	26 ± 2	28 ± 5
Lignina	28 ± 3	24 ± 4
Extrativos	3 ± 2	4 ± 3

Fonte: Walker (2006)

Os componentes principais da madeira são a celulose, hemiceluloses e a lignina. O componente que mais varia em quantidade e estruturas são os extrativos, componentes solúveis que são freqüentes em espécies ou gêneros específicos (LEWIN; GOLDSTEIN, 1991).

Santos (2008) considera a melhor definição química da madeira, como um biopolímero tridimensional formado por celulose, hemiceluloses e lignina, e numa menor quantidade de extrativos e materiais inorgânicos. Na madeira seca toda parede celular da madeira é formada por polímeros de açúcares carboidratos (65 a 75%), que são combinados com lignina (18 a 35%).

Morais et al. (2005) citam que os extrativos, considerados constituintes secundários, são compostos químicos que não fazem parte da estrutura da parede celular. São solúveis em água ou em solventes orgânicos neutros e estão presentes principalmente na casca. De baixa massa molecular e somando pequenas quantidades, eles englobam óleos essenciais, resinas, taninos, graxas e pigmentos.

A lignina é uma macromolécula de estrutura complexa constituída de um polímero formado por ligações cruzadas. A lignina é responsável, em parte, pela resistência

mecânica das madeiras e funciona também como suporte para dispersão dos metabólitos excretados pelas células. (MORAIS et al., 2005)

Denomina-se holocelulose o conjunto da celulose e das hemiceluloses (ZOBEL; VAN BUIJTENEN, 1989). Segundo Brown et al. (1952) a porção completa de carboidratos da madeira livre dos extrativos é designada holocelulose, tendo geralmente índices mais altos na madeiras duras em relação as madeira macias, teores de 75,0 a 82,5% para madeiras duras e de menos de 50,0 a 73,0 % nas madeiras macias. Define ainda que cinzas são os resíduos que sobram após a combustão completa da madeira, sendo que estes resíduos incluem os minerais da parede celular e qualquer outro material mineral presente nos cristais da cavidade celular.

Segundo Allwi (2006), na seringueira o conteúdo de lignina varia de 22% a 29%, e o teor de holocelulose em torno de 70%, sendo aproximadamente 40% de α celulose, como visualizado na Tabela 9.

Tabela 9 - Composição química da madeira de seringueira.

Componente químico	Porcentagem
Holocelulose	73,44 - 77,79
α Celulose	48,63 - 53,41
Hemicelulose	23,98 - 25,48
Extrativos	0,70 - 1,28
Cinzas	0,81 - 1,29

Fonte: Allwi (2006)

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Coleta de material

O material foi coletado em um plantio comercial de seringueira na Fazenda Águas Milagrosas, Município Tabapuã, Estado de São Paulo. O material coletado consistiu em seis árvores de seringueira *H. brasiliensis*, cultivadas a partir de sementes. A idade das árvores é de 53 anos, sendo estas submetidas ao processo de extração de látex por 45 anos ininterruptos. Figura 1.



Figura 1- Plantio de seringueira na Fazenda Águas Milagrosas, Tabapuã - SP.

4.2 Preparo do material

Foram selecionadas seis árvores ao acaso dentro de um único talhão. As árvores da bordadura não foram incluídas. As árvores selecionadas foram medidas quanto ao diâmetro (DAP) e altura comercial, considerando o diâmetro final do fuste de 5 cm. Conforme mostra a Tabela 10.

Foi feita a medição da base até a região onde terminava o painel de extração de látex. Foi colocada uma marca delimitando a região que estava sendo submetida ao processo de extração de látex e aquela que não estava submetida a esse procedimento. Figuras 2 e 3, foto e esquema representativo da coleta e preparo do material.



Figura 2 - Delimitação da área do painel de sangria.

Tabela 10 - Dados dendrométricos das árvores coletadas.

Árvore	DAP m	Altura comercial m	Altura final do painel de extração de látex m
1	0,42	27,90	1,49
2	0,37	26,10	1,75
3	0,33	28,40	1,47
4	0,37	26,80	1,52
5	0,36	25,40	1,56
6	0,37	26	1,62
Média	0,37	26,77	1,57

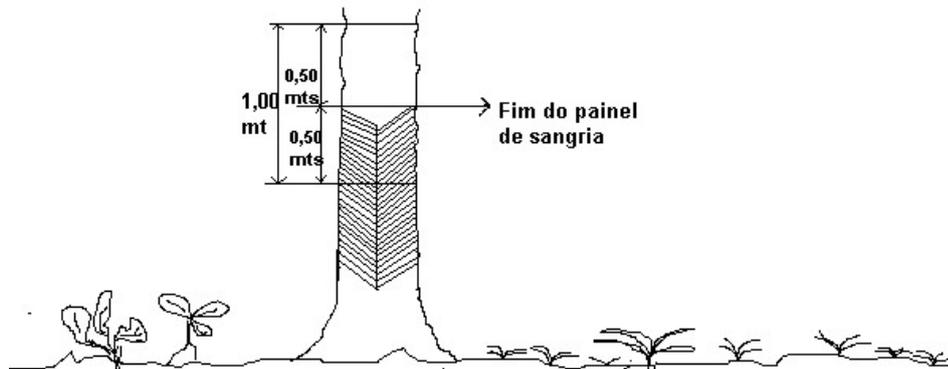


Figura 3 - Esquema representativo da coleta de material oriundo de área com e sem a presença do painel de sangria de látex em *H. brasiliensis*.

Após a derrubada da árvore foi efetuada a desgalha e a retirada de uma tora com comprimento de 1 m, sendo 50 cm acima da linha que delimita o fim do painel de sangria e 50 cm abaixo desta linha. Obteve-se uma tora de 50 cm de madeira da área de sangria e 50 cm da área sem a ocorrência do painel de sangria de látex conforme mostram as Figuras 4 e 5.

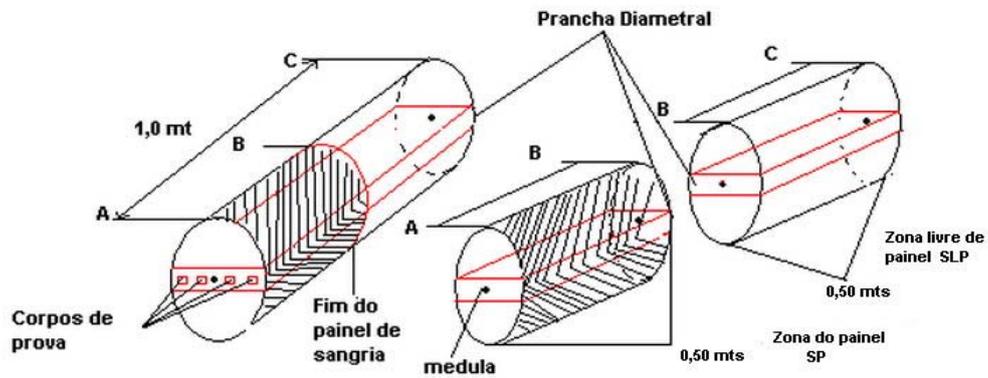


Figura 4 - Esquema de obtenção de toras de *H. brasiliensis* com e sem ocorrência de painel de sangria de látex.



Figura 5 - Toras retiradas com região de painel de extração de látex e sem painel.

Na serraria foi retirada uma prancha de 6 cm de espessura tendo a medula como ponto de referência, sendo 3 cm de cada lado da medula. Desta prancha foram retirados todos os corpos de prova, conforme mostra o esquema da Figura 6.

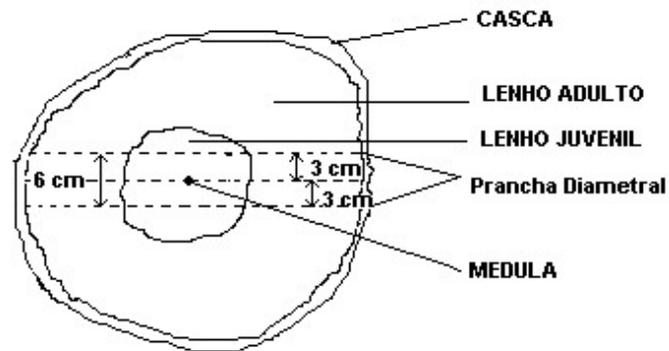


Figura 6 - Esquema para obtenção das pranchas centrais e dos corpos-de-prova da região juvenil e adulta de *H. brasiliensis*

Os corpos de prova foram constituídos de uma seção transversal retangular com dimensões nominais 2,0 cm x 3,0 cm e comprimento no sentido das fibras de 5,0 cm (NBR 7190). Os corpos de prova foram retirados a partir de 5 cm da medula, sendo retirado um conjunto de corpos de prova de lenho juvenil e outro no lenho de adulto na distância máxima permitida pela casca, retirados perfeitamente orientados em relação aos anéis de crescimento. Os corpos de prova de lenho juvenil receberam a marcação SJ e a denominação para lenho adulto será, SA, conforme mostrado na Figura 7.

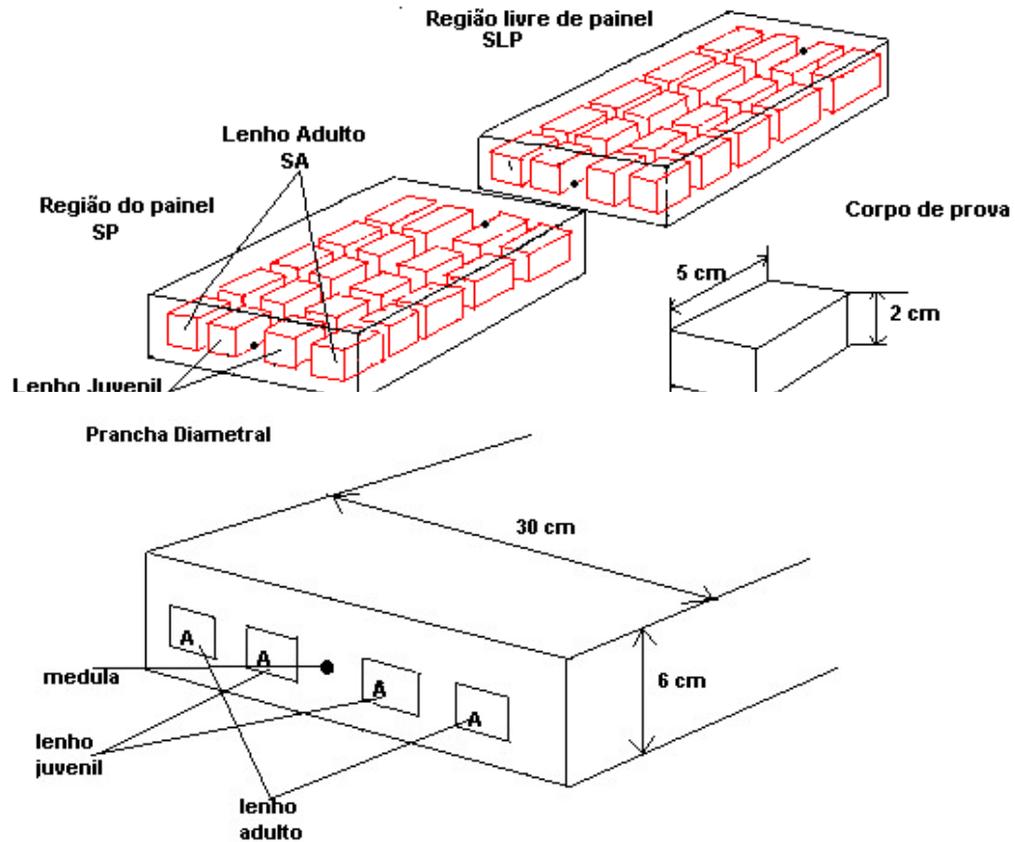


Figura 7 - Esquema para retirada de corpos-de-prova dos lenhos juvenil e de *H. brasiliensis*

Cada tora foi dividida em 4 áreas a serem estudadas: área de madeira juvenil onde tinha painel de extração de látex (SPJ), área de madeira juvenil onde não ocorria painel de extração de látex (SJ), área de madeira adulta onde tinha painel de extração de látex (SPA) e área de madeira adulta onde não ocorria painel de extração de látex (SA). De cada árvore obteve-se um conjunto de 24 corpos de provas, sendo seis de cada área a ser estudada. A distribuição foi a seguinte: seis corpos de prova da área de madeira juvenil sem ocorrência de painel de extração de látex, aqui denominada SJ, seis corpos de prova da área de madeira adulta sem ocorrência de painel de extração de látex, denominada SA. Na área onde ocorria painel de extração de látex foram retirados seis corpos da área de madeira juvenil, aqui denominada SPJ e seis corpos da área de madeira adulta, denominada SPA.

Desta forma obteve-se um número total de 248 corpos de prova, sendo da área de madeira juvenil 124 corpos de provas e 124 corpos de prova da área de madeira adulta. Entre os corpos de prova da madeira juvenil 62 corpos da área eram da área com painel de extração de látex e 62 corpos da área sem painel de extração de látex. Da área de madeira adulta obteve-se igual quantidade de corpos de provas por região.

4.3 Determinação das propriedades físicas da madeira de *Hevea brasiliensis*

4.3.1 Determinação da densidade

Foi efetuada a determinação da densidade aparente utilizando-se a norma NBR 7190.

Os corpos de prova foram retirados com uma seção transversal retangular com dimensões nominais 2,0 cm x 3,0 cm e comprimento no sentido das fibras de 5,0 cm.

Realizou-se a pesagem de todos os corpos de prova imediatamente após a retiradas dos mesmos objetivando estabelecer o teor de umidade inicial. Para determinação da densidade aparente, a massa e o volume foram medidos em corpos de prova com teor de umidade de 12 %.

Efetuuou-se a pesagem do corpo de prova com precisão de 0,01 g. Após a determinação da massa inicial, os corpos de prova foram colocados em uma estufa de secagem com temperatura máxima de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. As medições ocorreram a cada 6 horas até que não ocorreu variação entre duas medições consecutivas. Esta massa foi considerada massa seca (m_s). A densidade aparente foi determinada pela expressão:

$$P_{ap} = \frac{m_{12}}{V_{12}} \quad (1)$$

Sendo: m_{12} a massa, em quilogramas da madeira a 12% de umidade e V_{12} é o volume da madeira a 12% de umidade em m^3 .

4.3.2 Contração volumétrica

A contração volumétrica foi determinada pela equação:

$$\beta V = \frac{V_i - V_0}{V_{12}} \times 100 \quad (2)$$

Sendo:

βV - Contração volumétrica (%)

V_i - Volume inicial

V_0 - Volume á 0% de umidade

4.3.3 Retratibilidade

A variação volumétrica foi determinada em função das dimensões dos corpos de prova no estado saturado e seco. Foi efetuada nas três direções, axial (1), radial (2) e tangencial (3).

Os corpos de prova estavam acima do ponto de saturação das fibras. Estes foram colocados em um ambiente saturado de umidade, com temperatura de $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ até a variação dimensional se estabilizar com diferença de 0,02 mm entre duas medições consecutivas.

A secagem foi realizada em uma câmara de secagem com temperatura máxima de $103^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. As medições foram realizadas sistematicamente até que não ocorreu uma variação entre duas medições consecutivas. Esta massa foi considerada como massa seca.

A precisão das medidas dos corpos de prova foi de 0,01 mm. As medidas foram ser executadas no mínimo por três vezes em cada corpo de prova. Corpos de prova com defeitos de secagem foram descartados.

As contrações lineares foram determinadas pela equação:

$$\beta l = \frac{l_u - l_0}{l_u} \times 100 \quad (3)$$

Sendo:

BI- Contração linear (%)

l - Direção (tangencial, radial e longitudinal)

l_u - Dimensão linear inicial (mm)

l_0 - Dimensão Linear á 0% de umidade (mm)

Coeficiente de retratibilidade:

$$Q = \frac{(L_{12}-L_0)*P_0}{(P_{12}-P_0)*L_0} \times 100 \quad (4)$$

Sendo:

Q - Coeficiente de retratibilidade;

L_0 e L_{12} - Dimensões do CP na direção anatômica estudada, correspondente a 0% e 12% de umidade, respectivamente

P_0 e P_{12} - massa do CP a 0% e 12% de umidade, respectivamente

Fator de anisotropia:

$$FA = \frac{\beta_t}{\beta_r} \quad (5)$$

Sendo:

FA – Fator de anisotropia

β_t - Contração tangencial

β_r - Contração Radial

4.3.4 Análise química da madeira

4.3.4.1 Preparo das amostras

Corpos de provas com dimensões de 2,0 x 3,0 x 5,0 cm, foram reduzidos a lascas utilizando um facão, o procedimento foi repetido até alcançar cavacos aproximadamente do tamanho de palitos de fósforo. Esses cavacos (palitos) foram deixados para secar ao ar, na sombra. Os cavacos foram moídos, em moinho tipo Wiley com tela 10 mesh. O material moído passou por classificador, com movimento de vibração, dotados de peneiras para obter a classificação da serragem, através de peneira 40 e 60 mesh, sendo que com a serragem retida na peneira 40 mesh, foi repetido o procedimento de peneiração. As frações de serragem 40/60 mesh foram as utilizadas nas análises químicas e armazenadas em sacos plásticos identificados.

Determinação do por cento absolutamente seca (% a.s.)

Executou-se a tara do cadinho de vidro em balança analítica (precisão 0,1 mg); pesaram-se 2,000g de serragem fração 40/60 mesh no cadinho (PU); colocado a secar em estufa a 105 ± 2 C até peso constante; efetuou-se a pesagem do cadinho com serragem seca e determinou-se o peso seco (PS).

O % a.s. foi determinado pela expressão:

$$\% \text{ a. s} = \frac{\text{PS}}{\text{PU}} \times 100 \quad (6)$$

Sendo:

PS - Peso seco em gramas

PU - Peso úmido em gramas

Foi feita a média aritmética das três determinações.

4.3.4.2 Determinação de Extrativos totais

Pesou-se o equivalente a 2,000 g a.s. serragem, em vidro de relógio que foram acondicionados em saquinho de papel de filtro.

$$\text{Peso equivalente} = \frac{2,000}{\% \text{ a.s.}} \times 100 \quad (7)$$

Sendo:

% a.s. – por cento absolutamente seca

Secou-se na estufa o balão do extrator contendo dois pedaços de vidro, determinou-se a tara do balão. A amostra foi transferida para o corpo do extrator, onde se adicionou a mistura de álcool-tolueno, proporção 1:2. O conjunto (balão + extrator + condensador) foi montado sobre a resistência e colocado para ferver. Efetuou-se a extração por um tempo de 8 horas. Após esse tempo, o álcool-tolueno foi substituído por álcool 95, efetuou-se a extração por 8 horas. Após o término de extração, realizou-se a extração com água quente por 3 horas. O balão ficou para secar na estufa de um dia para o outro. Realizou a pesagem do balão. Todo o procedimento feito em duplicata.

O teor de extrativos foi obtido pela expressão:

$$\% E = \frac{\text{Peso dos Extrativos}}{2,000} \times 100 \quad (8)$$

Sendo:

% E – teor de extrativos, %.

4.3.4.3 Determinação do teor de Lignina

Pesados 1,000 g a.s. executou-se a extração dos extrativos com álcool-tolueno. Após isso, o álcool-tolueno foi substituído por álcool 96 foi realizada a extração durante

6 a 8 horas. Removida a amostra do extrator foi realizada a extração com água quente, usado três porções de água fervendo durante 1 hora cada vez.

A amostra foi seca ao ar dentro de saquinho de papel filtro.

A amostra do saquinho foi transferida para um copo de 100 ml e colocada em banho de água a 18-20°C. Foram adicionados 15 ml de H₂SO₄ e resfriado a 10-12°C. O copo foi mantido em banho a 18-20°C por 2 horas, promovendo a homogeneização periodicamente.

Decorridas duas horas a amostra foi transferida para erlenmeyer de 1 L, usando para isso 560 ml de água.

A solução foi fervida durante 4 horas, mantendo constante o nível dentro do erlenmeyer através da adição periódica de água. Após 4 horas aguardou ser a lignina sedimentar totalmente.

Executou se a filtração através de cadinho de vidro sintetizado de porosidade fina passando inicialmente o sobrenadante. O erlenmeyer e o cadinho foram lavados com água quente até que o filtrado não apresentou reação ao bromocresol verde 0,1%.

Removido o cadinho fez se a secagem deste na estufa, esfriado no dessecador, realizou se a pesagem. O procedimento completo será executado em duplicata.

O teor de lignina foi dado pela expressão:

$$\% L = \frac{\text{Peso resíduo}}{1,000} \times 100 \quad (9)$$

Sendo:

%L – teor de lignina, %.

Peso resíduo - em gramas

4.3.4.4 Determinação do teor de Holocelulose

Com uma amostra de 2,0000 g a.s. efetua-se a remoção dos extrativos totais. A serragem remanescente foi transferida para um erlenmeyer de 125 ml.

Adicionou-se 55 ml de água. Utilizando-se a bureta adicionou-se 3 ml de NaClO₂ e 2 ml de ácido acético.

A solução foi levada ao banho-maria 70-80°C, com um erlenmeyer invertido tapando a boca.

A cada 45 minutos foram adicionados 3 ml de NaClO₂ e 2 ml de ácido acético, erlenmeyer retornando ao banho-maria.

A cada 45 minutos repetia-se a operação, totalizando cinco tratamentos.

Após o último tratamento a solução foi filtrada através de cadinho de vidro sinterizado. As amostras foram secas em estufas, após o resfriamento em dessecador e foram pesadas. O teor de holocelulose foi calculado pela expressão:

$$\% \text{ Holocelulose} = \frac{\text{Peso residuo}}{1,000} \times 100 \quad (10)$$

Sendo:

% Holocelulose – teor de holocelulose, %;

Peso residuo - gramas

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Propriedades físicas

5.1.1 Massa específica

A massa específica determinadas a 0%, a 12% e 37%, não tiveram variação estatística significativa quando relacionadas à região com painel de extração de látex e região sem painel de extração de látex. A massa específica a 37%, variou de 0,784 g/cm³, lenho juvenil sem painel a 0,782g/cm³ lenho juvenil com painel. Para o mesmo teor de umidade, o lenho adulto variou de 0,778g/cm³ sem painel a 0,759g/cm³ com painel. A massa específica a 12% foi de 0,667g/cm³, lenho juvenil sem painel a 0,663 g/cm³ lenho juvenil com painel. O lenho adulto variou de 0,658g/cm³ sem painel a 0,655g/cm³ com painel. A massa específica a 0% foi de 0,621g/cm³, no lenho juvenil sem painel e 0,615g/cm³ no lenho juvenil com painel. Para essa mesma condição o lenho adulto variou de 0,615g/cm³ sem painel a 0,607 g/cm³ com painel, Conforme mostram as Tabelas 11, 12 e 13.

Os valores determinados encontram se próximos aos relatados por diversos autores como, Lim et al. (2003), 0,480 a 0,650 g/cm³, Najil et al. (2011) 0,530 a 0,650g/cm³ e Boerhendy et al. (2011) densidade variando de 0,600 g/cm³ a 0,700 g/cm³.

A massa específica determinadas apresentou uma grande uniformidade de valores dentro dos diferentes lenhos e entre as duas zonas estudadas.

Tabela 11 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na massa específica inicial de *H. brasiliensis*.

Lenho	Massa Específica 37%						Redução ou (aumento) %
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	36	4,7	0,784	36	5,2	0,782	0,3 ^{NS}
Adulto	36	6,3	0,778	36	6,8	0,759	2,4 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %	(0,8) ^{NS}			(2,9) ^{NS}			

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

Tabela 12 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na massa específica a 12% de *H. brasiliensis*.

Lenho	Massa Específica a 12%						Redução ou (aumento) %
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	36	6,6	0,667	36	5,8	0,663	0,6 ^{NS}
Adulto	36	7,1	0,658	36	5,5	0,655	0,5 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %	(1,4) ^{NS}			(1,2) ^{NS}			

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

Tabela 13 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na massa específica a 0% de *Hevea brasiliensis*.

Lenho	Massa Específica a 0%						Redução ou (aumento) %
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	36	6,9	0,621	36	6,1	0,615	1,0 ^{NS}
Adulto	36	7,3	0,615	36	5,6	0,607	1,3 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %	(1,0) ^{NS}			(1,3) ^{NS}			

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

Esta uniformidade também foi encontrada nas propriedades químicas como veremos no presente estudo.

Assim, os resultados obtidos estão próximos aos descrito por Trugilho (1996) estudando *Eucalyptus saligna* onde relata que massa específica é resultante das interação entra as propriedades químicas e anatômicas da madeira e que a densidade básica pode sofrer a influência da alguns tipos de extrativos.

No presente estudo os valores muito próximos dos extrativos totais entre a região de lenho juvenil e lenho adulto parecem indicar a situação descrita por Wehr (1991) (citando por TRUGILHO, 1996) que determinou uma correlação positiva entre extrativos totais e idade da árvore, fato relacionado ao processo de cernificação da madeira, no qual os extrativos são lançados no cerne. Situação referendada por Klitzke (2005): “massa específica de uma madeira depende da quantidade de extrativos que se encontram nas mesmas”.

Lewin e Goldstein (1991) anotam que as propriedades da madeira podem ser obscurecidas pela alta concentração de extrativos. Bowyer et al. (2007) mencionam que a presença de extrativos podem ter grande influência na densidade da madeira.

Apesar de ter sido determinado que não ocorreu variação estatística significativa entre as massas específicas da madeira da região com painel de extração de látex e a região com painel de extração de látex, um dos objetivos do presente estudo, ocorreram pequenas diferenças nominais entre os valores.

5.1.2 Contração volumétrica

As contrações volumétricas encontradas não diferem significativamente entre a região com painel de extração de látex, juvenil 7,500% e a juvenil região sem painel 7,439%, lenho adulto com painel 8,000%, adulto sem painel 7,926. Tabela 14

Tabela 14 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na contração volumétrica (t.u. 37%) de *H. brasiliensis*.

Lenho	Contração VOLUMÉTRICA Máxima (%)						Redução ou (aumento) %
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	36	12,5	7,439	36	13,0	7,500	0,8 ^{NS}
Adulto	36	11,6	7,926	36	8,8	8,000	0,9 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %	(6,6)*			(6,7)*			

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

Os valores determinados encontram próximos dos relatados para espécie por Matan e Kyonkong (2003), citando contração volumétrica de 8,2% ± 1,8%, Forest Products Laboratory (2010) relata 7,2% de contração volumétrica para *H. brasiliensis*.

Entre os tipos de lenho, juvenil e adulto, ocorrem diferenças significativas independente se a madeira era proveniente da região sem painel de extração de látex ou da região com painel de extração de látex. Situação esta descrita por Oliveira (2003) estudando *Eucalyptus saligna*, em que os valores de contração volumétrica são crescentes no sentido medula-casca.

Os valores obtidos confirmam o relato do Research Institute of Wood Industry (2007) que indica a seringueira como de baixa contração volumétrica e boa estabilidade dimensional.

5.1.3 Contrações lineares

Verifica-se nas Tabelas 15, 16 e 17 que não ocorreram diferenças estatísticas significativas entre as contrações lineares nas três direções, tangencial, radial e longitudinal entre a madeira da região do painel de extração de látex e a região sem painel. Entretanto, ocorrem diferenças significativas entre os tipos de lenho juvenil ou adulto, sendo que as contrações tangencial e radial no lenho juvenil foram menores do que as contrações do lenho adulto.

Tabela 15 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na contração tangencial de *H. brasiliensis*.

Lenho	Contração TANGENCIAL Máxima (%)						Redução ou (aumento) %
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	36	16,9	4,880	36	13,1	5,007	2,6 ^{NS}
Adulto	36	14,1	5,262	36	10,1	5,310	0,9 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %	(7,8)*			(6,1)*			

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

Tabela 16 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na contração radial de *H. brasiliensis*.

Lenho	Contração RADIAL Máxima (%)						Redução ou (aumento) %
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	36	24,0	2,218	36	27,0	2,256	1,7 ^{NS}
Adulto	36	24,2	2,612	36	20,9	2,582	1,2 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %	(17,8)*			(14,5)*			

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

Tabela 17 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex na contração longitudinal de *H. brasiliensis*.

Lenho	Contração LONGITUDINAL Máxima (%)						Redução ou (aumento) %
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	36	51,0	0,409	36	47,5	0,414	1,2 ^{NS}
Adulto	36	66,0	0,278	36	84,3	0,265	4,7 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %	(32,0)*			(36,0)*			

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

Os valores estão próximos aos relatados por Boerhendy et al. (2011) 2,65% para contração radial, 5,31% contração tangencial para seringueiras desenvolvidas a partir de sementes.

A variação entre os valores encontrados para lenho juvenil e lenho adulto, assemelham-se aos encontrados por Oliveira (2003) para *Eucalyptus saligna* onde as contrações

lineares no sentido tangencial e radial tiveram valores crescentes no sentido medula-casca. Silva et al. (2006) encontrou esse comportamento estudando *Eucalyptus grandis*, em que relata também que a contração longitudinal teve comportamento inverso com relação ao tipo de lenho sendo que os valores maiores ocorrem no lenho juvenil do que no lenho adulto, autor ainda encontrou uma tendência de redução de valores de contração longitudinal no sentido medula-casca, situação encontrada aqui para *H. brasiliensis*.

5.1.4 Fator de Anisotropia

O fator de anisotropia da região com painel de extração de látex não teve diferença significativa para a região sem painel de extração de látex. Os valores obtidos para o fator anisotrópico na região com painel foi de 2,141 para lenho adulto e 2,361 lenho juvenil. Na região sem painel de extração de látex, o fator foi de 2,146 para lenho adulto e 2,273 para lenho juvenil. Tabela 18.

Tabela 18 – Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex no fator de anisotropia de *H. brasiliensis*.

Lenho	FATOR de ANISOTROPIA						Redução ou (aumento) %
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	36	19,9	2,273	36	26,1	2,361	3,9 ^{NS}
Adulto	36	30,7	2,146	36	20,8	2,141	0,2 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %			(5,6) ^{NS}			(9,3) ^{NS}	

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

Boerhendy et al. (2011) reportam o fator de anisotropia de 2,00 para árvores de seringueiras multiplicadas a partir de sementes. A ocorrência de um fator anisotrópico menor na região próxima a casca foi descrita por Oliveira (2003) estudando *Eucalyptus saligna*. Ele relata que a ocorrência de menor variabilidade entre as contrações tangencial e radial na

região mais externa do fuste vai ocasionar esse menor fator de anisotropia que se reflete numa madeira de melhor qualidade.

5.1.5 Coeficiente de retratibilidade

Os coeficientes de retratibilidade tangencial não apresentaram diferenças significativas entre as duas regiões do caule estudadas, com painel e sem painel e nem entre os tipos de lenho, juvenil e adulto. O coeficiente de retratibilidade radial apresentou diferenças significativas entre lenho juvenil e lenho adulto, e entre as regiões com painel e sem painel. O coeficiente de retratibilidade longitudinal não apresentou diferença entre as duas regiões, com painel e sem painel e apresentou diferença entre os tipos de lenho juvenil e adulto.

Tabela 19 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex no coeficiente de retratibilidade tangencial de *H. brasiliensis*.

Lenho	COEFICIENTE DE RETRATIBILIDADE						Redução ou (aumento) %
	Tangencial						
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	36	12,49	0,242	36	26,07	0,234	3,3 ^{NS}
Adulto	36	10,28	0,249	36	10,45	0,234	6,0 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %			(2,9) ^{NS}			(0) ^{NS}	

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

Tabela 20 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex no coeficiente de retratibilidade radial de *H. brasiliensis*.

Lenho	COEFICIENTE DE RETRATIBILIDADE						Redução ou (aumento) %
	Radial						
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	36	18,93	0,119	36	44,60	0,106	10,9*
Adulto	36	23,36	0,136	36	17,05	0,125	8,1 *
Redução ou (Aumento) %			(14,3)*			(17,9)*	

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

Tabela 21 - Efeito do tipo de lenho e do painel de extração de látex no coeficiente de retratibilidade longitudinal de *H. brasiliensis*.

Lenho	COEFICIENTE DE RETRATIBILIDADE						Redução ou (aumento) %
	Longitudinal						
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	36	37,86	0,0175	36	35,00	0,0194	10,1 ^{NS}
Adulto	36	48,46	0,0136	36	52,84	0,0136	0 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %			(22,3)*			(29,9)*	

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

5.2 Propriedades Químicas

5.2.1 Holoceluloses

A Tabela 22 mostra que os teores de holocelulose foram 72,63% na madeira juvenil, e na madeira adulta foram de 74,01%, na região sem painel. Na região com painel os teores foram de 72,47% madeira juvenil e 73,50% madeira adulta. Não ocorreram diferenças estatísticas significativas entre as regiões. Também não ocorreram diferenças estatísticas significativas nos teores da madeira juvenil e da madeira adulta.

Os valores nominais de holocelulose, da madeira adulta mostraram-se pouco maiores do que a madeira juvenil. Os teores encontrados estão próximos dos valores 73,44% - 77,79% relatados por Allwi (2006) para a espécie.

Tabela 22 - Teor de Holocelulose.

Lenho	TEOR DE HOLOCECULOSE						Redução ou (aumento) %
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	6	2,9	72,63	6	4,5	72,47	0,22 ^{NS}
Adulto	6	1,5	74,01	6	2,3	73,50	0,69 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %			(1,9) ^{NS}			(1,4) ^{NS}	

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

5.2.2 Lignina

Os teores de lignina não apresentaram diferenças significativas entre a região do painel de extração e a região sem painel. Também não ocorreram diferenças estatísticas significativas entre os teores do lenho juvenil e do lenho adulto. Tabela 23.

Os teores encontrados estão próximos aos relatados por outros autores Boerhendy et al. (2011) teor de lignina para *H. brasiliensis* de 20,78%, média de seis clones diferentes, Lau (1992) de $18,2 \pm 0,16\%$, Simatupang (1994) citando Chinchole (1969) 17,8%.

Trugilho (1996) estudando *Eucalyptus saligna* cita que a densidade básica pode sofrer a influencia de alguns tipos de extrativos, e que a lignina tem correlação negativa com a densidade, madeiras mais densas têm menores teores de lignina. A idade das árvores estudadas, 53 anos, podem refletir o teor de lignina para um valor abaixo dos citados por outros autores.

Tabela 23 - Teor de Lignina.

Lenho	TEOR DE LIGNINA						Redução ou (aumento) %
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	6	8,5	17,01	6	7,9	17,20	1,1 ^{NS}
Adulto	6	9,6	17,06	6	13,6	16,99	0,4 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %	(0,3) ^{NS}			(1,2) ^{NS}			

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

5.2.3 Extrativos totais

Não ocorreu variação estatisticamente significativa entre o teor de extrativos totais da região com painel, lenho juvenil 7,54%, lenho adulto 6,96% e a região sem painel, lenho juvenil 8,07%, lenho adulto 7,31%. Tabela 24.

Os teores obtidos estão acima do relatados por outros autores, como Alwin (2006), cita teores de extrativos de 0,70-1,28% e Chincole (1969, citado por SIMATUPANG, 1994), relata teor de extrativos de 3,4%. Os valores aqui determinados podem estar relacionados a idade das árvores de 53 anos. Pois Silva (2005) cita para *Eucalyptus* que o teor de extrativos variam com a idade, comunicando teor de extrativos de 2,76%, para arvores de 10 anos de idade e teores de extrativos de 6,34%, para arvores de 20 anos de idade, e que o teor de extrativos da madeira de árvores mais jovens tende a apresentar valores mais reduzidos que os encontrados nas madeiras mais maduras.

Bowyer et al. (2007), escreve que a massa específica tende a ser mais uniforme quando os extrativos são removidos, no presente estudo todos os teores nominais de extrativos totais são muito próximos, o que pode ter refletido numa massa específica com pequena variação em todas as regiões e tipos de lenho.

Tabela 24 – Teor de Extrativos.

Lenho	TEOR DE EXTRATIVOS						Redução ou (aumento) %
	SEM PAINEL			COM PAINEL			
	N	C.V.	MÉDIA %	N	C.V.	Média %	
Juvenil	6	9,3	8,07	6	12,8	7,54	6,6 ^{NS}
Adulto	6	8,6	7,31	6	17,2	6,96	4,8 ^{NS}
Redução ou (Aumento) %			(9,4) ^{NS}			(7,7) ^{NS}	

Sendo: N- número de repetições; C.V. – coeficiente de variação; * - diferença significativa pelo teste de Turkey a 95% de probabilidade; ^{NS} - diferença não significativa

6 CONCLUSÕES

Os estudos desenvolvidos para avaliar o efeito do painel de extração de látex nas características físico-químicas da madeira de *Hevea brasiliensis* mostraram que essa técnica não alterou a qualidade da madeira em relação ao lenho juvenil e adulto do material estudado.

No estudo relativo ao efeito do painel de extração de látex nas propriedades físicas da madeira, conclui-se:

- as massas específicas aparentes apresentaram um aumento não significativo de no máximo 2,4% com o processo de extração de látex.
- ocorreu um aumento de no máximo 4,7% nas contrações da madeira com painel de extração de látex.

Com relação ao efeito do painel de extração de látex nas propriedades químicas da madeira conclui-se que:

- ocorreu um aumento de no máximo 0,69% na magnitude dos teores de holocelulose;
- ocorreu um aumento de no máximo 1,1% na magnitude dos teores de lignina;
- ocorreu um aumento de no máximo 6,6% na magnitude dos teores de extrativos totais;

Sobre a caracterização físico-química dos lenhos juvenil e adulto da madeira conclui-se:

- o lenho adulto apresentou massa específica aparente na ordem de 2,9% maior que o lenho juvenil

- o lenho adulto apresentou contrações volumétricas e lineares tangencial, radial e longitudinal significativamente maiores que o lenho juvenil, na ordem de 6,7%, 7,8%, 17,8% e 36,0%, respectivamente.

7 REFERÊNCIAS

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

ASSOCIATION OF NATURAL RUBBER PRODUCING COUNTRIES. **Natural rubber trends & statistics**. v. 2, n. 8, p. 17-18, Aug. 2010.

BALSINGER, J.; BAHDON, J.; WHITEMAN, A. **Asia-Pacific forestry sector outlook study: the utilization, processing and demand for rubberwood as a source of wood supply**. Roma: FAO, 2000. 78 p.

BOERHENDY, H. I. et al. Basic characteristics of rubber wood for some recommended clones in Indonesia. Sembawa Research Centre Indonesian Rubber Research Institute. 2011. Disponível em:
<http://www.irrdb.com/IRRDB/irc2010/SEC15/Rubber%20Wood%20Characteristics_Session%2015.pdf>. Acesso em: 01 out. 2011.

BOWYER, J. L.; SHMULSKY, R.; HAYGREEN, J. G. **Forest products and wood science: an introduction**. Ames: Blackwell, 2003. 554 p.

BROWN, H. P.; PANSIN, A. J.; FORSAITH, C. C. **Textbook of wood technology**. New York: McGraw-Hill, 1952. v. 2. 643 p.

CALONEGO, F. W. **Efeito da termorreificação nas propriedades físicas, mecânicas e na resistência a fungos deterioradores da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. 2009. 149 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

- DHAMODARAM, T. K. Status of rubber wood processing and utilization in India: a country report. In: **Promotion of rubberwood processing technology in the Asia-Pacific Region**. Haikou: ITTO/CFC, 2008. p. 17-37.
- FERREIRA, A. L.; SEVERO, E. T. S.; CALOGENO, F. W. Determination of fiber length and juvenile and mature wood zones from *Hevea brasiliensis* trees grown in Brazil. **European Journal of Wood Production**, Heidelberg, v. 4, p. 659-662, July 2010.
- FRANCISCO, V. L. F. S.; BUENO, C. R. F.; BAPTISTELLA, C. S. L. A cultura de seringueira no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 9, p. 31-42, set. 2004.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook**: wood as an engineering material. Madison: U.S. Department of Agriculture, 2010. 508 p.
- GONÇALVES, P. S. et al. **Manual de heveicultura para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 2001. 78 p. (Boletim Técnico, 189).
- HONG, L. T. Rubberwood utilization: a success story. In: WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATIONS, 20., 1995, Tampere. **Papers and Abstracts...** Tampere: IUFRO, 1995. p. 1-12.
- KILLMANN, W. **Non-forest tree plantations**. Roma: FAO, 2001. 17 p.
- KLITZKE, R. J. **Curso de secagem da madeira**. Curitiba: DETF/UFPR, 2005. 119 p.
- KOLLMANN, F. F. P.; COTE JUNIOR, W. A. **Principles of wood science and technology: I. solid wood**. New York: Springer-Verlag, 1968. 592 p.
- LAU, S.; IBRAHIM, R. Ff-IR spectroscopic studies on lignin from some tropical woods and rattan. **Pertanika**, Selangor, v. 14, n. 1, p. 7581, 1992.
- LEWIN, M.; GOLDSTEIN, I. S. **Wood structure and composition**. New York: Marcel Dekker, 1991. 488 p.
- LIM, S. C., GAN, K. S.; CHOO, K. T. The characteristics, properties and uses of plantation timbers rubberwood and *Acacia mangium*. **Timber Technology Bulletin**, Kuala Lumpur, n. 26, 2003.
- LOGSDON, N. B. et al. Caracterização físico-mecânica da madeira de cedro marinho, *Guarea trichiliodes* L. (Meliaceae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 77, p. 43-51, mar. 2008.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. São Paulo: IPT, 1989. 418 p.
- MARTO, G.B.T. *Hevea brasiliensis*. 2007. Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/hevea.brasiliensis.asp>>. Acesso em: 15 out. 2011

MATAN, N.; KYOKONG, B. Effect of moisture content juvenile on some physical and mechanical proprieties rubberwood (*Hevea brasiliensis* Muler). **Journal of Science and Technology**, Songklanakarin, v. 25, n. 3, p. 327-340, 2003.

MATHEW, F. **Structural studies on tension wood of *Hevea brasiliensis* (Para Rubber) with special reference to clonal variability**. 2003. 157 f. Tese (Doutorado em Botânica)-Research Institute, Mahatma Gandhi University, Kottayam, 2003.

MENDES, L. M.; ALBUQUERQUE, C. E. C. **Compensados sarrafeados: qualidade da madeira, aspectos de produção e aproveitamento de resíduos**. 2001. 51 p. Não publicado.

MORAIS, S. A. L. et al. Análise da madeira de *Pinus oocarpa*. Parte I - Estudos dos constituintes macromoleculares e extrativos voláteis. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 461-470, 2005.

NAJIL, H. R. et al. The effect of growth rate on wood density and anatomical characteristics of rubberwood (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) in two different clonal trails. **Journal of Natural Products and Plant Resources**, Washington, DC, v. 1, n. 2, p. 71-80, 2011.

OLIVEIRA, J. T. S. **Estudo das propriedades físicas e tecnológicas da madeira da pindaíba (*Xylopia sericea* St.Hill.)**. 1988. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.

OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para construção civil**. São Paulo. 1997. 252 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade específica básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 381-385, maio/jun. 2003.

ONG, E. L. Characterization of new latex-timber clones of natural rubber. **Journal of Applied Polymer Science**, Hoboken, v. 78, p.1517-1521, 2000.

PANSHIN, A. J.; BROWN, H. P. **Textbook of wood technology**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1964. 643 p.

PEREIRA, A. V. et al. **Agenda de trabalho da Câmara Setorial da cadeia produtiva da borracha natural**. Brasília, DF: MAPA 2006, 54 p.

PEREIRA, J. C. D. et al. **Características da madeira de algumas espécies de eucaliptos plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113 p. (Documento 38).

- RATNASINGAM, J.; SCHOLZ, F. Yield studying of rubberwood lumber during rough milling operations. **European Journal of Wood and Wood Products**, Heidelberg, v. 66, n. 6, p. 467-468, 2008.
- RESEARCH INSTITUTE OF WOOD INDUSTRY. **Rubberwood processing manual**. Beijing: RIWI, 2007. 76 p.
- RUBBER UNCTAD. **Crop: plant profile (*Hevea brasiliensis*)**. Disponível em: <<http://www.unctad.org/infocomm/anglais/rubber/crop.htm>>. Acesso em: 04 fev. 2009.
- RUBBER BOARD. Shringake of rubber wood from green to oven dry condition.2002. Disponível em: <<http://www.rubberboard.org.in/RubberWood.asp>>. Acesso em: 29 set. 2011.
- SANTANA, M. A. E. et al. Avaliação da madeira de quatro clones de *Hevea brasiliensis* por meio de sua caracterização físico-mecânica. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, n. 70, p. 61-68, jun. 2001.
- SANTOS, I. D. **Influência dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica, contração da madeira e nos rendimentos e densidade do carvão vegetal de cinco espécies de lenhosas do cerrado**. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.
- SCANAVACA JUNIOR, L.; GARCIA, J. N. Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 120-129, jun. 2004.
- SENA, C. Fordlandia: breve relato da presença americana na Amazonia. **Cadernos de História da Ciência**, São Paulo v. 4, n. 2, p. 89-108, 2008
- SEVERO, E. T. D. **Estudo sobre o efeito da vaporização nas propriedades e comportamento de secagem na madeira de *Eucalyptus dunnii* Maid**. 1998. 200 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- SIAU, J. F. **Transport processes in wood**. Berlin: Springer-Verlag, 1984. 245 p.
- SILPI, U. et al. Effect of tapping activity on the dynamics of radial growth of *Hevea brasiliensis*. **Tree Physiology**, Oxford, v. 26, p. 1579-1587, 2006.
- SILVA, J.C et al. Variação da retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, em função da idade e da posição radial do tronco. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 803-810, 2006
- SIMATUPANG, M. H.; SCHMITT, U.; KASIM, A. Wood extractives of rubberwood (*Hevea brasiliensis*) and their influences on the setting of the inorganic binder in gypsum-bonded particleboards. **Journal of Tropical Forestry Science**, Kuala Lumpur, v. 6, n. 3, p. 269-285, 1994.

SOUZA, I. A. **Avaliação de clones de seringueira (*Hevea spp.*) em Piracicaba-SP.** 2007. 71 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

TRUGILHO F. P.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. **Revista Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 94-111, 1996.

WALKER, J. C. F. **Primary wood processing: principles and practices.** 2. ed. Dordrecht: Springer, 2006. 596 p.

YAMASHITA, Y. et al. Rubberwood: characteristics of its supply and development of its utilization. **Forest Research**, Kyoto, n. 71, p. 65-70, 1999.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. v. **Wood variation: its causes and control.** New York: Springer-Verlag, 1989. 363 p.

Apêndice I

Análise estatística para as variáveis
das propriedades físico-químicas da madeira

Tabela 1-1 - Análise de variância para variável Massa específica 12% classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	0,00276	0,00276	1,607	0,207
Tratamento	1	0,000427	0,000427	0,249	0,619
Lenho X	1	0,00000803	0,00000803	0,0046	0,946
Tratamento				8	
Residual	140	0,240	0,00172		
Total	143	0,243	0,00170		

Tabela 1-2 - Análise de variância para variável Massa específica 0% classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	0,00168	0,000168	1,055	0,306
Tratamento	1	0,00160	0,00160	1,004	0,318
Lenho X	1	0,00000711	0,00000711	0,0044	0,947
Tratamento				6	
Residual	140	0,223	0,00159		
Total	143	0,226	0,00158		

Tabela 1-3 - Análise de variância para variável Massa específica 37% classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	0,00771	0,00771	3,852	0,052
Tratamento	1	0,00422	0,00422	2,110	0,149
Lenho X	1	0,00297	0,00297	1,483	0,225
Tratamento				6	
Residual	140	0,223	0,00200		
Total	143	0,226	0,00207		

Tabela 1-4 - Análise de variância para variável Contração volumétrica classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	8,742	8,742	11,077	0,001
Tratamento	1	0,165	0,165	0,210	0,648
Lenho X	1	0,00123	0,00123	0,0015	0,969
Tratamento				5	
Residual	140	110,488	0,789		
Total	143	119,396	0,835		

Tabela 1-5 - Análise de variância para variável Contração tangencial classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	4,206	4,206	8,606	0,004
Tratamento	1	0,275	0,275	0,562	0,455
Lenho X	1	0,0564	0,564	0,115	0,735
Tratamento					
Residual	140	68,425	0,489		
Total	143	72,962	0,510		

Tabela 1-6 - Análise de variância para variável Contração radial classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	4,637	4,637	13,782	<0,001
Tratamento	1	0,000278	0,000278	0,000826	0,977
Lenho X	1	0,0427	0,0427	0,127	0,722
Tratamento					
Residual	140	47,101	0,336		
Total	143	51,780	0,362		

Tabela 1-7 - Análise de variância para variável Contração longitudinal classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	0,701	0,701	170,29	<0,001
Tratamento	1	0,000584	0,000584	0,0142	0,905
Lenho X	1	0,0258	0,0258	0,0627	0,803
Tratamento					
Residual	140	5,766	0,0412		
Total	143	6,471	0,0453		

Tabela 1-8 - Análise de variância para variável Contração de anisotropia classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	1,078	1,078	3,547	0,062
Tratamento	1	0,0633	0,0633	0,208	0,649
Lenho X	1	0,0756	0,0756	0,249	0,619
Tratamento					
Residual	140	42,555	0,304		
Total	143	43,772	0,306		

Tabela 1-9 - Análise de variância para variável Coeficiente de retratibilidade tangencial classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	0,000400	0,000400	0,273	0,602
Tratamento	1	0,00490	0,00490	3,346	0,069
Lenho X	1	0,000469	0,000469	0,321	0,572
Tratamento					
Residual	140	0,205	0,00146		
Total	143	0,211	0,00147		

Tabela 1-10 - Análise de variância para variável Coeficiente de retratibilidade radial classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	0,0119	0,0119	11,251	0,001
Tratamento	1	0,00478	0,00478	4,517	0,035
Lenho X	1	0,0000562	0,0000562	0,0531	0,818
Tratamento					
Residual	140	0,148	0,00106		
Total	143	0,165	0,00115		

Tabela 1-11 - Análise de variância para variável Coeficiente de retratibilidade longitudinal classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	0,000851	0,000851	18,252	<0,001
Tratamento	1	0,0000340	0,0000340	0,730	0,394
Lenho X	1	0,0000340	0,0000340	0,730	0,394
Tratamento					
Residual	140	0,00653	0,0000466		
Total	143	0,00744	0,0000521		

Tabela 1-12 - Análise de variância para variável Holocelulose classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	8,748	8,748	1,820	0,192
Tratamento	1	0,677	0,677	0,141	0,711
Lenho X	1	0,186	0,186	0,038	0,846
Tratamento				6	
Residual	20	96,158	4,808		
Total	23	105,768	4,599		

Tabela 1-13 - Análise de variância para variável Lignina classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	0,0392	0,0392	0,0131	0,910
Tratamento	1	0,0234	0,0234	0,0078	0,930
Lenho X	1	0,100	0,100	5	0,857
Tratamento				0,0335	
Residual	20	59,691	2,985		
Total	23	59,854	2,602		

Tabela 1-14 - Análise de variância para variável Extrativos totais classificadas segundo tipo de lenho, juvenil e adulto; e presença ou ausência de painel de extração de látex de *Hevea brasiliensis*.

Tratamento	GL	SOMA DE QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	P-VALOR
Lenho	1	2,693	2,693	3,244	0,087
Tratamento	1	1,162	1,162	1,399	0,251
Lenho X	1	0,0486	0,0486	0,0585	0,811
Tratamento					
Residual	20	16,604	0,830		
Total	23	20,507	0,892		