

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

**EFEITO DA RESISTÊNCIA NATURAL E TRATAMENTOS QUÍMICOS  
NO LENHO JUVENIL E ADULTO DE *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. AO  
FUNGO MANCHADOR *Botryodiplodia theobromae* E CUPIM *Cryptotermes  
brevis*.**

**ADEMILSON CONEGLIAN**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP - Câmpus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em  
Agronomia - Área de Concentração em Energia  
na Agricultura.

BOTUCATU – SP

Outubro – 2011

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

**EFEITO DA RESISTÊNCIA NATURAL E TRATAMENTOS QUÍMICOS  
NO LENHO JUVENIL E ADULTO DE *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. AO  
FUNGO MANCHADOR *Botryodiplodia theobromae* E CUPIM *Cryptotermes  
brevis*.**

**ADEMILSON CONEGLIAN**

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Elias Taylor Durgante Severo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP - Câmpus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutor em  
Agronomia - Área de Concentração em Energia  
na Agricultura.

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)

C747e Coneglian, Ademilson, 1980-  
Efeito da resistência natural e tratamentos químicos no lenho juvenil e adulto de *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. ao fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* e cupim *Cryptotermes brevis* / Ademilson Coneglian. - Botucatu : [s.n.], 2011.  
vii, 141 f. : 1 il., gráfs., tabs., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2011  
Orientador: Elias Taylor Durgante Severo  
Inclui bibliografia

1. *Hevea brasiliensis*. 2. *Cryptotermes brevis*. 3. *Botryodiplodia theobromae*. 4. Madeira - Tratamento. 5. Lenho juvenil e Adulto. I. Severo, Elias Taylor Durgante Severo. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

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

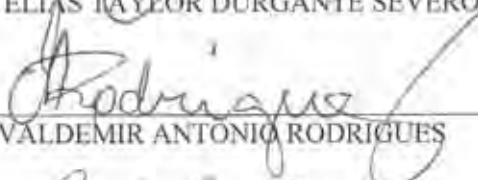
TÍTULO: "EFEITO DA RESISTÊNCIA NATURAL E TRATAMENTOS QUÍMICOS  
NO LENHO JUVENIL E ADULTO DE *Hevea brasiliensis* AO FUNGO  
MANCHADOR *Botryodiplodia theobromae* E CUPIM *Cryptotermes brevis*"


ALUNO: ADEMILSON CONEGLIAN

ORIENTADOR: PROF. DR. ELIAS TAYLOR DURGANTE SEVERO

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. ELIAS TAYLOR DURGANTE SEVERO

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. VALDEMIR ANTONIO RODRIGUES

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. DANIEL DIAS ROSA

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. WAGNER ROBERTO BATISTA

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. FRED WILLIANS CALONEGO

Data da Realização: 03 de outubro de 2011

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais essa etapa cumprida e almejada. Mais posso salientar que apesar dos meus defeitos, precisei enxergar e admitir os erros, pois com humildade, perseverança, e luta pelo objetivo de vida me trouxe forças para galgar o sucesso. Autor: Ademilson Coneglian

Aos meus pais Irani Alves Nunes e Antonio Carlos Coneglian pelos esforços, compreensão auxílio e suporte em mais uma etapa conquistada. Ao meu irmão Adilton Coneglian pela amizade durante todos esses anos. A minha esposa Thaís Mariana Marques Salles pelo amor, carinho, compreensão e principalmente pela companhia em momentos de estresse.

Aos meus afilhados e sobrinhos Livia Scarlassara Marques Salles, Gabriel Pavanello Coneglian, e Rafaela Fernanda Rosseto, por proporcionar o cultivo da alegria através de um simples sorriso verdadeiro.

Ao meu Orientador e Professor Dr. Elias Taylor Durgante Severo (UNESP), pelo profundo conhecimento na orientação, sugestões, colaboração, confiança e amizade;

Ao professores Dr. Edson Luiz Furtado e o professor Dr. Carlos Frederico Wilcken (UNESP), pelo auxílio e colaboração na utilização dos laboratórios de Patologia Florestal e Pragas Florestais e Método de Controle, na coleta dos dados e finalização da Tese;

A professora Dra. Carmem Regina Marcati, pela compreensão e colaboração na utilização do Laboratório de Anatomia e Identificação da Madeira pertencente ao Departamento Recursos Naturais/Ciências Florestais (UNESP), em especial a técnica de laboratório Liliane na contribuição e auxílio na coleta dos dados.

Ao curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual Paulista, pela aceitação na área de concentração em Energia na Agricultura; em especial ao Coordenador do programa Energia na Agricultura o Professor Dr. Marco Antônio M. Biaggioni pelo voto de confiança, compreensão, auxílio e amizade em momentos difíceis.

À Fazenda Santa Lúcia em Macaúbal - SP, pelo fornecimento e coleta do material, em especial ao Engenheiro Agrônomo de São José do Rio Preto Sr. Elizeu de Moraes; e pela amizade formada por pessoas simples como o carvoeiro Donizeti do município de Macaúbal-SP e do proprietário da serraria do município de Poloni-SP o Madela, imprescindíveis para a coleta e transporte das toras de seringueira no campo para a serraria.

Ao Professor Dr. Wagner Roberto Baptista da UFTM (Universidade Federal do Triângulo Mineiro) e ao Engenheiro Florestal Dr. Fred Willians Calonego, pela amizade, sugestões e apoio em momentos complicados e espinhosos.

Aos funcionários do Departamento Recursos Naturais/ Ciências Florestais, Edson e João, pela amizade e em especial o funcionário Dicão no auxílio e confecção do material da TESE;

Aos funcionários da Marcenaria de Serviços Técnicos de Engenharia Hospitalar, pertencente à Faculdade de Medicina da UNESP de Rubião Júnior-SP, João e Roberto, pela paciência e compreensão na confecção minuciosa dos corpos de provas, em especial o Engenheiro Chefe por ter concedido a autorização para a realização do trabalho na marcenaria.

Ao pessoal da Seção de Atividades Auxiliares - Transportes da FCA – UNESP pela viagem e transportes do material coletado entre Poloni-SP e Botucatu-SP, ao motorista, Fogassa e o chefe da Seção de Transporte Carlinho;

Ao pessoal da Seção de Conservação e Manutenção pela construção de equipamentos que auxiliaram na coleta dos dados, em especial o funcionário Sebastião;

Aos colegas de Pós-Graduação Ruan (Colombiano), Cristiane (Cris), Paula (Paulina) e Thaíse (Baiana); pelas sugestões; colaboração e auxílio na coleta dos dados. Em especial Alex Sander Porcena com profundo conhecimento em informática, auxiliando a coleta dos dados quantitativos de sobreposição de imagens do fungo manchador em áreas sadias e contaminadas dos corpos de prova, desta noite a fora.

Aos professores Dr. Cláudio A. Sansigolo e Professor Dr. Valdemir A. Rodrigues (UNESP), pelas colaborações e comentários efetuados na qualificação da TESE.

As funcionárias Lurdinha e Silvia do Departamento Recursos Naturais/ Ciências Florestais e Marielena, Jackeline e Marlene da secção de pós-graduação pelas informações oferecidas;

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa concedida por um curto período mais necessário, ao estímulo de trabalho.

A todos aqueles que emprestaram sua amizade e apoio direto ou indiretamente durante a realização deste curso. A minha melhor gratidão é trazer um pouco de cada um deles dentro de mim e levar os frutos e suas sementes para minha vida, meu trabalho e deixando um agradecimento a todos eles que me foram tão queridos e importantes.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>1</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>4</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
2.1 Objetivo Geral .....	7
2.2 Objetivos Específicos .....	7
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>8</b>
3.1 Importância econômica e industrial do gênero <i>Hevea</i> .....	8
3.2 Caracterização tecnológica da madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> .....	12
3.2.1 Composição química da madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> .....	19
3.3 Origem, distribuição e caracterização dos lenhos Juvenil e Adulto da madeira de seringueira .....	22
3.4 Resistência natural da madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> .....	25
3.4.1 Resistência da madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> à fungos .....	28
3.4.2 Ações relacionadas a evitar o manchamento da madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> .....	32
3.4.3 Fungos Manchadores e velocidade de penetração na madeira de seringueira .....	34
3.5 Características e comportamento dos cupins.....	38
3.6 Tratamentos preservativos da madeira de seringueira.....	43
3.6.1 Principais produtos químicos usados nos tratamentos de imersão da madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> .....	46
3.6.2 Efeito do tratamento de imersão na resistência ao manchamento e a deterioração por cupins em tábuas de <i>Hevea brasiliensis</i> . .....	47
<b>6. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>52</b>
6.1 Caracterização da área de estudo.....	52
6.2 Seleção das árvores no seringal .....	53
6.3 Corte das árvores e preparo do material .....	54

6.3.1	Determinação do teor de umidade e da massa específica básica das toras.....	57
6.3.2	Preparo dos corpos de prova da madeira juvenil e adulta de <i>Hevea brasiliensis</i> .....	59
6.4.3.	Identificação do fungo .....	64
6.5	Tratamento químico preservativo da madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> .....	64
6.5.1	Seleção das formulações químicas utilizadas no processo preservativo dos corpos de prova. ....	64
6.5.2	Tratamento preservativo dos corpos de prova por imersão.....	66
6.5.3	Ensaio de resistência ao fungo manchador. ....	67
6.5	Análise e avaliação da velocidade de penetração do fungo manchador na madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> .....	70
6.6	Ensaio de resistência da madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> ao cupim de madeira seca <i>Cryptotermes brevis</i> .....	73
6.6.1	Confecção e preservação dos corpos de prova para experimento de cupim de madeira seca .....	74
6.6.2	Avaliação quantitativa e qualitativa do experimento (madeira x cupim).....	76
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>77</b>
7.1.	Características gerais da madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> .....	77
7.2.	Avaliação da velocidade de penetração do fungo manchador <i>Botryodiplodia theobromae</i> nos três planos anatômicos da madeira sem tratamento de <i>Hevea brasiliensis</i>	84
7.3	Efeito do tipo de lenho e do tratamento preservativo na madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> atacada pelo fungo manchador <i>Botryodiplodia theobromae</i> .....	99
7.4	Efeito do tipo de lenho e do uso de inseticida no índice de ataque de <i>Cryptotermes brevis</i> (Isoptera : Kalotermitidae) na madeira de <i>Hevea brasiliensis</i> .....	103
<b>8.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>111</b>
<b>9.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>113</b>
<b>10.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>114</b>

## RESUMO

No Brasil a exploração e a utilização da madeira de *Hevea brasiliensis* Mull Arg., no final do ciclo produtivo de látex de 30 a 35 anos, é praticamente desconhecida. Contudo, um dos problemas mais sérios relacionados à sua utilização diz respeito à alta susceptibilidade da madeira ao ataque de fungos manchadores e insetos, notadamente na fase entre o corte e o processamento primário. Portanto, a adoção de medidas visando à preservação entre os lenhos juvenil e adulto é altamente necessária, garantindo uma maior durabilidade econômica na utilização desse recurso. No presente trabalho foi avaliado o efeito dos ingredientes ativos a base de Quinololato de Cobre – 8 e Carbendazim (T1); 2-4-6 Tribromofenol (T2); Extrato vegetal a base de Tanino (T3); Carbendazim e Prochloraz (T4), contra o ataque do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* em laboratório seguindo a norma ASTM 4445 (2003) e ingredientes ativos a base de Ciflutrina (T5) e Cipermetrina (T6), na avaliação de infestação do cupim de madeira seca *Cryptotermes brevis* em madeira de *Hevea brasiliensis*, seguindo a norma IPT – 1157 (1980) e ASTM 3345 (1990). Os resultados mostraram que os ingredientes ativos testados e avaliados isoladamente em laboratório o T1, T2, T3 e T4, não previnem na totalidade a contaminação do *Botryodiplodia theobromae* nos Lenhos Juvenil e Adulto da madeira de *Hevea brasiliensis* ao nível de 5% de significância, e que a velocidade de penetração do fungo manchador difere nos Lenhos Juvenil e Adulto e entre as Secções Transversal, Radial e Longitudinal da madeira. De posse destes resultados, foi estabelecido um modelo que melhor se ajustou estatisticamente foi o não linear do tipo exponencial (Growth 1). Das interações avaliadas na prevenção ao ataque de cupim de madeira seca *Cryptotermes brevis*, os dois ingredientes ativos a base de Ciflutrina e Cipermetrina, demonstraram eficazes na avaliação dos diferentes lenhos juvenil e adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*.

**Palavras-chave:** lenho juvenil e adulto, *Hevea brasiliensis*, fungo manchador, *Botryodiplodia theobromae*, preservação de madeira, *Cryptotermes brevis*.

EFFECT ON CHEMICAL TREATMENT OF NATURAL RESISTANCE OF WOOD OF JUVENILE AND ADULT *Hevea brasiliensis* Mull Arg STAINING *Botryodiplodia theobromae* FUNGUS AND TERMITE *Cryptotermes brevis* (Isoptera : Kalotermitidae). Botucatu, 2011. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: ADEMILSON CONEGLIAN

Advisers: ELIAS TALYOR DURGANTE SEVERO

## SUMMARY

In Brazil the exploration and use of the *Hevea brasiliensis* Mull Arg. wood at the end of the latex production cycle from 30 to 35 years, is practically unknown. However, one of the most significant problems with its use relates to the highly susceptible wood staining fungi and insects, especially in the phase between the primary processing and cutting. The adoption of measures aimed at preserving the trunks between juvenile and adult is highly necessary, ensuring a greater durability in the economic use of this feature. The present study evaluated the effect of the active ingredients of the base Quinolinolato Copper - 8 and Carbendazim (T1); Tribromofenol 2-4-6 (T2); extract-based vegetable Tannin (T3); Carbendazim and Prochloraz (T4), against the attack of the fungus stainer *Botryodiplodia theobromae* standard ASTM 4445 (2003) and active ingredients the basis of Cypermethrin (T5) and Cyfluthrin (T6) in the evaluation of infestation of the dry wood termite *Cryptotermes brevis* wood of *Hevea brasiliensis* standard IPT-1157 (1980) and ASTM 3345 (1990). The results showed that the active ingredients separately tested and evaluated in the laboratory; T1, T2, T3 and T4, will

not prevent the total contamination of *Botryodiplodia theobromae* Firewood in juvenile and adult wood of *Hevea brasiliensis* the 5% level of significance. The rate of the Firewood in juvenile and adult wood differ when it comes to the stainer's rate of penetration between the transverse, radial and longitudinal timber of *Hevea brasiliensis* as a function of time. Armed with these results, the non-linear exponential (Growth 1). Interactions evaluated in preventing the attack of dry wood termite *Cryptotermes brevis*, the two active ingredients the basis of Cypermethrin and Cyfluthrin demonstrated effective in the evaluation of different juvenile and adult trunks of wood of *Hevea brasiliensis*. The cost for the chemical treatment of temporary timber of *Hevea brasiliensis* was considered equivalent.

**Keywords:** Juvenile and Mature wood, *Hevea brasiliensis*, fungus stainer, *Botryodiplodia theobromae*, chemical preservatives, e *Cryptotermes brevis*.

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A espécie *Hevea brasiliensis*, conhecida popularmente como seringueira é tradicionalmente utilizada para a extração do látex. Contudo, o ciclo produtivo dessa matéria prima, termina com o declínio de produção aos 30 anos de idade de plantio. No Brasil a madeira é utilizada como combustível energético para fornos e caldeiras, principalmente na região noroeste do estado de São Paulo. Uma forma alternativa para agregar valor, é a utilização para fins mais nobres.

A madeira de *Hevea brasiliensis* tem sido utilizada como renda alternativa em países asiáticos, tais como: Tailândia; Sri Lanka; Índia e Malásia, com alta lucratividade nas indústrias de móveis (MALIK e CHOON, 1998), componentes estruturais, mobiliários, aglomerados, chapas cimento-madeira, “*medium density fibreboard*” (MDF), celulose, papel, caixas e engradados, palets, brinquedos, palitos de fósforo; compensados e pequenos objetos (CHARLTON, 1993; HOI, 1994; SANTANA e EIRAS, 1998 e IRSG, 2007).

O Brasil apresenta 150 mil hectares de área plantada de seringueira, o Estado de São Paulo ocupou pouco mais de 77 mil hectares em 2008, divididos em cerca de 4400 propriedades, como relata o Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo (LUPA, 2008). Apresentando-se como a quarta principal espécie plantada no país, correspondendo a 7,1 % da área total de floresta plantada existente no Brasil, junto às espécies acácia com 189.700 hectares, e paricá com 79.200 hectares plantados (SBS, 2009).

Ao fim do ciclo produtivo as árvores de *Hevea brasiliensis*, no estado de São Paulo, apresentam um diâmetro médio de 30 a 35 cm na região do DAP, podendo ser aptas para o corte, com aproximadamente 200 árvores/hectares, com uma produção de até 1m<sup>3</sup> de madeira por árvore (IAC, 2004), proporcionando valores de 140 a 200 m<sup>3</sup> de madeira verde por hectare (FAO, 2000), valores apresentam paridade aos apresentados de *Pinus elliottii* de 200 a 250 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e *Eucalyptus spp* de 250 a 360 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Todavia, a madeira de *Hevea brasiliensis* apresenta grande variação ao longo do seu fuste. A heterogeneidade física, anatômica e química dessa madeira ocorre principalmente devido a presença de lenho juvenil e adulto. A madeira juvenil é aquela formada pelo câmbio na seção transversal do fuste nos primeiros anos de vida. Essa madeira também pode ser referida como aquela mais próxima da medula que, do ponto de vista tecnológico, é diferenciada da madeira adulta em diversas propriedades, onde ocasiona problemas durante o seu processamento e uso.

Estudos sobre a madeira juvenil em coníferas estão consolidados, porém folhosas os limites de formação da madeira juvenil ainda não estão claramente conhecidos. O gênero *Hevea* apresenta-se potencialmente como um dos substitutos imediatos de madeiras provenientes de florestas nativas, no entanto, as transformações de processamento dessa espécie se tornam necessária, para aprofundamento do conhecimento das características tecnológicas desta madeira, visando contribuir para ampliação e viabilidade na utilização em diferentes setores do mercado florestal brasileiro.

Concomitantemente, esta espécie apresenta baixa durabilidade natural, mediante a ação de fungos e insetos xilófagos. Os altos teores de açúcares presentes nesse material são atrativos para os fungos manchadores e cupim de madeira seca. Para agregar maior valor ao seringueiro e estimular os produtores de látex, para a utilização da madeira após o seu ciclo produtivo, é necessário desenvolver alternativas que atenuam a contaminação da madeira de *Hevea brasiliensis* durante o seu processamento utilizando produtos químicos, fungicidas e inseticidas específicos, combatendo dessa forma agentes xilófagos.

Assim, devido à escassez de informações na literatura científica a respeito do tema e a necessidade de informações tecnológicas para estimular o uso a adoção dessa madeira para indústria, torna-se imprescindíveis estudos sobre o comportamento do manchamento e da degradação biológica da madeira, dos diversos tipos de lenho e a determinação dos melhores produtos para o tratamento profilático da espécie *Hevea brasiliensis*.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito na resistência natural e de tratamentos químicos nos lenhos juvenil e adulto de *Hevea brasiliensis* ao fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* e ao cupim de madeira seca *Cryptotermes brevis*.

### 2.2 Objetivos Específicos

Neste estudo os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Avaliar a velocidade de penetração do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* nos lenhos juvenil e adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*;
- Avaliar a resistência dos lenhos juvenil e adulto de *Hevea brasiliensis* ao cupim de madeira seca *Cryptotermes brevis*;
- Avaliar a eficácia do tratamento de imersão com diversos produtos preservativos na resistência dos lenhos juvenil e adulto de *Hevea brasiliensis* ao fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* e ao cupim de madeira seca *Cryptotermes brevis*.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Importância econômica e industrial do gênero *Hevea*.

A heveicultura é uma atividade que tem por característica ser fixadora de mão de obra no campo. As categorias de trabalho comumente ocupadas são os trabalhadores assalariados, residentes ou não na propriedade, e os parceiros e seus familiares. A utilização dessas duas categorias se dá devido à necessidade de mão-de-obra especializada na tarefa de sangria. Para a extração do látex, o que exige tempo e custo para ser treinada, também aliado a esse fato, o período de extração do látex que ocorre, durante 10 a 12 meses por ano.

A Seringueira pertence à família das *Euphorbiaceae*. O gênero *Hevea* tem como área de ocorrência a Amazônia brasileira, bem como Bolívia, Colômbia, Peru, Venezuela, Equador, Suriname e Guiana. Das onze espécies do gênero, a originária do Brasil, *Hevea Brasiliensis*, [(Willd. Ex. Adr. de Juss.) Muell-Arg] é a maior fonte produção 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; COSTA et al, 2002 e BORRACHA NATURAL, 2008). Clones com material pré-estabelecidos em um seringal, apresentam vantagens em relação a diferentes caracteres como: vigor, espessura de casca, produção de látex, senescência anual das folhas, tolerância a doenças, uniformidade no Incremento médio anual (IMA) e padronização dos fustes das árvores para o processamento da madeira (GONÇALVES, 2002).

Hoje cultivo de seringueira ocorre em mais de 30 países, totalizando uma área com aproximadamente 9 milhões de ha, sendo que 90% desta área está na Ásia (HONG, 1995). Killmann e Hong (2000) salientam que 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%).

A produção mundial de borracha natural em 2008 foi de 9,42 milhões de toneladas das quais mais de 78% é originária do Sudeste Asiático, em países como a Tailândia (30%), Indonésia (28%), Malásia (11%) e Índia (9%). No mesmo ano, o Brasil produziu pouco mais de 128 mil toneladas, cerca de 1,35% da produção mundial (IAC, 2008).

O Brasil ocupa a oitava posição mundial, o plantio era de 197 mil ha em 1990 diminuindo para 180 mil ha em 1997 (KILLMANN e HONG, 2000). Em 2004 a área cultivada no Brasil era de 108.040 ha e a produção de látex 164.375 mil toneladas (PEREIRA et al., 2006).

As áreas de seringueira no Brasil estão concentradas principalmente no estado de São Paulo, Mato Grosso e Bahia. Entre eles, o estado paulista lidera em área plantada com mais de 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).

Segundo Benesi (1999) e Soares (2000), a escolha correta de clones na implementação dos novos plantios, é o fator principal para o sucesso do seringal, devem apresentar produtividade, resistência a pragas e doenças, precocidade, qualidade da borracha, adaptação do clone à região e um bom Incremento Médio Anual (IMA). Dentre as várias regiões do Estado de São Paulo aptas à heveicultura, as mais conhecidas são: São José do Rio Preto, Barretos, General Salgado, Catanduva, Tupã e Votuporanga, todas situadas no Planalto Ocidental do Estado, que desponta com grande potencial de cultivo, notadamente pelas condições climáticas que minimizam o risco de insucesso.

O clone mais plantado na região do Planalto do Estado de São Paulo, por apresentar bom desempenho de produção e vigor (GONÇALVES et al., 1998), é o clone desenvolvido pelo Rubber Research Institute of Malaysia – RRIM 600, cujos parentais são os clones primários Tjir 1 e PB 86. Suas árvores são altas, com caule vertical e de rápido

crescimento quando jovem. Os ramos aparecem tardiamente e formam grossas bifurcações que acarretam grande peso para a base das plantas e, em caso de ocorrência de vento, haverá quebra, podendo provocar o aparecimento de clareiras no seringal (MARATTUKALAM et al., 1980).

Grandes heveicultores, em geral com maior capacidade de assimilação de novas tecnologias, na seleção de seus clones, podem tolerar certos defeitos secundário (produção, seca do painel, doenças, etc.). Dessa forma, o seguinte material é recomendado para grandes plantações em larga escala em regiões do planalto do estado de São Paulo: GT 1, PB 235, PR 255, RRIM 600, PB 252, Fx 3864, IAN 873, PR 261 e PB 330, AVROS 1328 e para região do litoral recomenda-se os clones: Fx 3864, Fx 3844, IAN 873, Fx 2261, Fx 567, IAN 2903, IAN 6223 e IAN 6159 (GONÇALVES et al., 1998).

Em relação ao custo, a madeira de seringueira tem vantagens sobre as fontes de madeiras convencionais comercializadas, devido ao cultivo da seringueira ter como objetivo a produção de látex a madeira como subproduto apresenta em seu manejo e condução um baixo custo (KILLMANN e HONG 2000).

Atualmente, tendo em vista o crescimento da utilização da madeira de *H. brasiliensis*, principalmente na Europa, novos clones têm sido desenvolvidos, com o intuito de se produzir economicamente látex e, ainda, uma madeira de boa qualidade, no sudeste asiático. O Rubber Research Institute of Malaysia, o mais conceituado órgão de pesquisa sobre a seringueira no mundo, publicou em 1998 uma listagem com os clones mais produtivos em termos de látex e madeira, apelidados de clones LCT, do inglês *Latex Timber Clones*; estes clones apresentam resultados iniciais consideráveis em relação à produtividade de látex e madeira (LGM, 1998 e MOHD, 1998).

Resultados iniciais apontam que a idade em que as árvores são efetivamente substituídas pode variar consideravelmente, dependendo da saúde da árvore, os preços vigentes da borracha e de acesso à replantação das mudas. Na Tailândia, cerca de 70,74% das árvores de seringueira são derrubadas após 25 anos de idade e cerca de 29,26% são derrubadas entre o 15<sup>o</sup> e 24<sup>o</sup> ano do plantio (PAECHANA e SINTHURAHAT, 1997; BALSIGER et al., 2000).

Internacionalmente Malaysian Timber Bulletin (1998) desenvolveram estudos de investigação sobre variedades mais produtivas de clones chamados látex-madereiro em poucos países, onde ensaios muitas vezes demoraram cerca de dez a quinze anos para introdução de grande escala. Em 1998, por exemplo, na Malásia lançou látex-madeireiros que podem produzir clones madeira em um curto período de tempo, se comparado a outras espécies tropicais e pode ser densamente plantadas. Os clones RRIM 2023, 2024, 2025 e 2026, foram capazes de produzir 0,81 a 1,87 m<sup>3</sup> de madeira por árvore, significativamente mais elevados do que os 0,68 a 1,33 m<sup>3</sup> da série de clones anterior 2000.

No Brasil já existem evidências de clones mais aptos à produção de madeira, principalmente pelas suas características de fuste e incremento médio anual, bem como pela baixa produção de látex. O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) tem recomendado os clones RRIM 600, FX 2261, FX 985, FX 3864, FX 3844, FX 4163, IAN 8773, IAN 617 e FX 25, para os estados de São Paulo, Bahia e Mato Grosso (Gonçalves et al., 1998).

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 (FRANCISCO et al., 2004). Em síntese aos dados do Instituto de Economia Agrícola (LUPA, 2008), o plantio de seringueira no estado ocupou pouco mais de 77 mil hectares. Portanto aos 25 anos de idade 200 árvores/ha estarão aptas para o corte.

Após o ciclo produtivo o clone RRIM 600 apresenta uma média 0,62 m<sup>3</sup> de madeira proveniente do tronco de cada árvore (GONÇALVES, 2002). Consequentemente subtende-se um volume aproximado de 9.548.000 m<sup>3</sup> de *Hevea brasiliensis* disponível para utilização tecnológica da madeira no Estado de São Paulo.

De acordo com a Associação Paulista de Produtores e Beneficiadores de Borracha, (APABOR,2010), até 2020, é previsto um plano ambicioso de ampliação da área plantada no Estado para 250 mil hectares – inteiramente custeado pela iniciativa privada.

SRB (2008), analisa que um seringal de 2,42 hectares (1 alqueire paulista) apresenta 1000 pés gerando cinco quilos de látex por árvore, totalizando cinco toneladas por ano. Com o coágulo cotado a R\$ 2,00 o produtor tem uma receita bruta de R\$ 10 mil anuais. Descontadas despesas de aproximadamente R\$ 3,5 mil, o lucro líquido de 12 meses é de R\$ 6,5 mil. (SRB, 2008). Efetuando uma estimativa de um ciclo produtivo de latex

de 25 anos um produtor terá uma receita líquida de aproximadamente R\$ 162.500 mil por alqueire paulista (24.200 m<sup>2</sup>).

Como renda alternativa no final do ciclo produtivo de látex aos 25 anos a madeira de *Hevea brasiliensis* em março do ano de 2010, o metro cúbico da madeira de seringueira na Indonésia custava US\$ 66,00, um valor considerado baixo devido à crise econômica de 2009, em Novembro de 2008 o preço médio naquele mesmo país chegou a US\$ 230,00 o m<sup>3</sup> (APABOR, 2010). Portanto se analisarmos que um hectare de seringueira com 450 árvores, 200 árvores são aptas para corte e que cada clone de RRIM 600 apresenta em média 0,62 m<sup>3</sup> de madeira proveniente do tronco, conforme enfatiza Gonçalves (2002), possibilitando lucro bruto de US\$ 8.184,00/ha. A venda dessa madeira poderia pagar o investimento de um novo plantio no valor de R\$ 14.000,00/ha conforme mencionado por (GONÇALVES, 2010 e BALLARIN et al., 2011).

Na Tailândia, as toras com diâmetros maiores que 20 centímetros de diâmetro são utilizadas principalmente na indústria laminação vendidas no valor de U\$ 50,00 dólares a tonelada; Toras com diâmetro de 15-20 cm são utilizadas principalmente para a madeira serrada, vendidas no valor de U\$ 32,00 dólares a tonelada e madeira com um diâmetro inferior a 15 centímetros são utilizadas para produção de lenha e chapa de partícula, comprada no valor de U\$ 10,00 a 15,00 dólares a tonelada (PAECHANA e SINTHURAHAT, 1997).

### **3.2 Caracterização tecnológica da madeira de *Hevea brasiliensis***

Segundo Dhamodaram (2008), a produção potencial de toras de seringueira para fins industriais atingirá no período de 2016 a 2021, aproximadamente 52 milhões de m<sup>3</sup>, em relação à produção atual (45 milhões de m<sup>3</sup>) e desse total somente 14 milhões de m<sup>3</sup> serão destinados para a produção de madeira serrada e compensados.

Gnanaharan e Dhamodaran (1993) sob o mesmo ponto de vista, mencionam que é prática comum em Kerala, na Índia, a derrubada das árvores de seringueira para efetuar o replantio, quando está próximo a 35 anos de produção.

A madeira de seringueira em nível internacional é utilizada popularmente por diversas finalidades. Segundo Hing e Choh (1983), a madeira de seringueira era utilizada como fonte energética, na forma de lenha, para suprir a demanda das comunidades rurais, bem como para ser utilizada em secadores das indústrias de borracha, cerâmica e tabaco. No Brasil a madeira de *Hevea brasiliensis* Mull na região noroeste do estado de São Paulo é utilizada como combustível energético para fornos e caldeiras, devido à falta de conhecimento técnico científico sobre tecnologia dessa madeira.

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, Sri Lanka, China, Vietnam e Camboja.

Vários clones dessa espécie inclusive o RRIM 600 estão sendo utilizados em países asiáticos como na Tailândia; Sri Lanka; Índia e, principalmente, na Malásia, com alta lucratividade nas indústrias de móveis, fabricação de celulose, “blockboards”, pisos, utensílios domésticos, painéis laminado-colado, pequenos objetos e outros produtos à base de madeira (KADIR, 1998 e MALIK e CHOON, 1998), como componentes estruturais, aglomerados, chapas cimento-madeira, “*medium density fibreboard*” (MDF), papel, caixas e engradados, palets, brinquedos, palitos de fósforo e compensados (CHARLTON, 1993; IRSG, 2007; e SANTANA et al., 1998). Como matéria-prima corresponde ao total de 70-80% da madeira utilizada na indústria moveleira asiática (YAHAYA, 1998).

Do mesmo modo os autores Hong (1995); Santana e Eiras (1999) mencionam que as árvores de seringueiras são cortadas quando atingem idade de 25-30 anos e o uso da madeira de seringueira se torna renovável e sustentável, considerado como um material de vantagem singular no mercado de produtos à base de madeira (YOUKE, 2008).

Na Malásia, as pesquisas têm demonstrado que a época da colheita de madeira pode ser antecipada, de 15 a 17 anos, sem prejudicar a viabilidade do seringal, pois a receita da venda de madeira tem superado os custos de implantação de uma nova floresta até a sangria (LGM, 1998). Resultados que iniciaram na Tailândia, pois no ano de 1996, 60% dos móveis fabricados eram de madeira de seringueira (YAMASHITA et al., 1999).

Allwi (2006) reporta que em 2000, os móveis fabricados na Malásia, 80% eram provenientes de madeira de seringueira foram exportados da Malásia em móveis US\$1,5 bilhões de dólares, reforçando a estimativa superior estabelecida por Yahaya (1998) de aproximadamente 70% da madeira de seringueira era utilizada na produção de móveis em 1998.

Atrelado a essas informações Killmann e Hong (2000) salientou um incremento significativo da exportação da Malásia de móveis de seringueira. Em 1991 arrecadou 74,2 milhões de dólares, posteriormente e 1994 o valor subiu para 297,4 milhões de dólares e em meados de 1998 chegou à marca de 683,3 milhões de dólares arrecadados na exportação de móveis de madeira de seringueira.

O volume de madeira de seringueira por árvores varia de acordo com o clone, manejo e condições edafoclimáticas. Um estudo mundial do International Trade Center estimou um volume de 140 a 200 m<sup>3</sup> por ha de madeira verde (BALSINGER et al., 2000).

Da mesma forma Killmann (2001) relata que 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 m<sup>3</sup> a 162 m<sup>3</sup> por ha, utilizando-se em estimativas um volume de 100m<sup>3</sup>/ha. O índice de aproveitamento nas serrarias está em torno de 25-45%.

As características da madeira de seringueira, um estudo conduzido por Santana et al. (2001) encontrou valores para a massa específica básica de 0,49, 0,51 e 0,47 g/cm<sup>3</sup> para os clones IAN 873, GT 711 e IAN 717, respectivamente, classificando os clones como sendo de madeira leve. Dessa forma em termos de índice de anisotropia (IA) que expressa a relação entre as contrações tangencial e radial e sinaliza a estabilidade dimensional da madeira, o clone que apresentou esse índice mais elevado (IA = 3,3) foi o IAN 717 quando comparado com outros dois clones.

A madeira de *Hevea brasiliensis* apresenta uma boa qualidade de usinagem, adaptabilidade na aceitação tintas e outros produtos de acabamento, tornando-a ideal para mobiliário de madeira, por apresentar um baixo índice de contração (Forest Products Laboratory, 1999).

Killmann e Hong (2000) e Peries (1990) mostraram que a madeira de seringueira não apresenta diferenciação entre cerne e o alburno. que o teor de umidade da madeira recém-cortada varia aproximadamente 60 % a 80%.

Resultados semelhantes foram obtidos por trabalhos publicados por Norhayati (1995), que encontrou variabilidade no conteúdo dos teores de umidade de diversas espécies de seringueira, destacando a variação de 60,77% a 75,67% para RRIM 600 (com 22 anos de idade) e entre 62,53 a 85,27% para RRIM 600 (com 35 anos de idade).

Killmann e Hong (2000) e Peries (1990) relatam a densidade seca ao ar livre oscila entre 0,56 a 0,65 g/cm<sup>3</sup>. Allwi (2006) apud (Bhatt et al., 1984 e Norhayati 1995), descrevem que a massa específica da seringueira varia de 0,43 a 0,62 g/cm<sup>3</sup>, sendo que no RRIM 600 foi encontrada massa específica equivalente de 0,62 g/cm<sup>3</sup> e para o RRIM 623 a massa específica de 0,54 g/cm<sup>3</sup>.

Do mesmo modo avaliando a densidade da madeira de seringueira em diversos clones, Lim et al. (2003) encontraram variação genética e massas específicas diferentes compreendidas entre 0,48 a 0,65 g/cm<sup>3</sup> a 12% de umidade conforme listado por na Tabela 1

**Tabela 1.** Densidade da madeira de seringueira a 12% de umidade, segundo LIM et al. (2003)

Idade	Clone	Massa Específica g/cm <sup>3</sup>
20	RRIM 623	0,58 - 0,60
3	PB 260	0,50 - 0,54
8	PB 260	0,52 - 0,56
14	PB 260	0,50 - 0,55
8	RRIM 600	0,48 - 0,60
24	RRIM 600	0,56 - 0,62
29	RRIM 600	0,56 - 0,65
29	RRIM 600 (madeira de ramo)	0,55 - 0,63

Mathew (2003) relata que a massa específica da seringueira variou 0,43 g/cm<sup>3</sup> a 0,62 g/cm<sup>3</sup> a 12 % de umidade, devido à variação genética ou diferença clonal.

Resultados semelhantes foram obtidos em trabalhos publicados por Santana *et al.* (2001), demonstrando as massas específicas básicas de 0,49, 0,51 e 0,47 g/cm<sup>3</sup> para os clones IAN 873, GT 711 e IAN 717, respectivamente; por Norhayati (1995) e Allwi

(2006) apud (BHATT et al., 1984 e), relataram massa específica básicas de 0,43 a 0,62 g/cm<sup>3</sup> para os clone de RRIM 600 e RRIM 623; e por Lim *et al.* (2003) evidenciaram a massa específica básica de diversos clones de seringueira, para o clone RRIM623 com 20 anos de idade, foi de 0,59 g/cm<sup>3</sup>. para o clone PB260 com 3, 8 e 14 anos de idade, apresentaram-se na ordem de 0,52, 0,54 e 0,534 g/cm<sup>3</sup> respectivamente, Clone RRIM 600 com idades de 8, 24 e 29 anos, na ordem de 0,54, 0,59 a 0,60 g/cm<sup>3</sup>.

A madeira de massa específica básica a 12% da madeira de *Hevea brasiliensis*, apresenta a classificação proposto por Melo et al. (1990), semelhante às madeiras de *Eucalyptus grandis*, *Swietenia macrophylla* (mogno) e *Balfourodendron riedelianum* (pau marfim) apresentado na literatura pelos autores (AUTRAN, 2005; SOUZA et al., 1997; MELO *et al.* 2002 e CENTER FOR WOOD ANATOMY RESEARCH, 2011).

Outra característica relevante da madeira de *Hevea brasiliensis* foram estudos anatômicos verifica-se que a madeira da seringueira apresenta fibras curtas e estrutura macroscópica uniforme, cerne e alborno indistintos coloração marrom-pálida, camadas de crescimento distintos e irregulares, grã direta e textura média. A média do comprimento dos elementos de vaso é de 757,8 mm e das fibras é de 1501,21 mm, característico de fibras curtas. A análise química dessas fibras revelou um teor médio de 22,1% de lignina, 39,1% de celulose, 2,5% de extrativos e 74,5% de holocelulose (Okino et al, 2000).

Essa variabilidade encontrada na pesquisa pode ser consequência das diferenças entre os elementos anatômicos, a espessura da parede celular, o comprimento das fibras e possivelmente pela maior quantidade de vasos saturados impregnados por extrativos (FUJIWARA et al. 1991 e BURGER e RICHTER, 1991).

Ao mesmo tempo Santana et al. (1999) com o propósito de avaliar as características gerais da madeira de vários clones de seringueira, descreve na Tabela 2 características macroscópicas da madeira de *Hevea brasiliensis* Mull Arg.

**Tabela 2.** Características gerais macroscópicas da madeira de *Hevea brasiliensis*, Santana et al. (1999)

Características Gerais	<i>Hevea brasiliensis</i>
Cerne/Alburno	Indistinto
Cor do cerne - Cor do alburno	Marrom claro - Marrom claro
Anéis de crescimento	Distintos a irregulares
Grã - Textura	Direita - Média
Plano Tangencial	Em linhas vasculares pouco destacadas e em forma de “V”, causadas pela camada de crescimento
Plano Radial	Em faixa longitudinal pouco destacadas
Brilho - Cheiro	Moderado - Imperceptível
Resistência ao corte	Macia

Em análise macroscópica descrita por Santana et al. (1999) e Autran (2005) afirmam que a madeira de seringueira possui poros: visíveis a olho nu com dificuldade, pouco numerosos e múltiplos em cadeias radicais, distribuição difusa, secção transversal oval, desobstruído, às vezes preenchidos por substância esbranquiçadas, com placas de perfuração simples. Anéis de Crescimento: ligeiramente demarcados por zonas fibrosas mais escuras, pelo tamanho diferenciado dos poros e transição suave entre as camadas do lenho inicial. Para caracteres microscópicos foram analisados alguns clones de *Hevea*, cujos dados estão releccionados na Tabela 3.

Nesse ínterim, o conhecimento das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Hevea brasiliensis* é a base para a sua utilização tecnológica nas indústrias madeireiras. Assim as propriedades – densidade, retratibilidade, flexão estática – descrevem seu comportamento físico, sobretudo em relação à umidade, a sua resistência, orientando sua aplicabilidade, conforme detalhado e comparado com outras espécies comerciais na Tabela 4.

**Tabela 3.** Valores médios da mensuração dos caracteres anatômicos das madeiras de seringueira para diferentes clones.

Clones	Elementos Anatômicos	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )		
		Mínimo	Máximo	Média
IAN 717 <sup>(1)</sup>	Vasos	285,40	1169,10	817,65*
	Fibras	1331,88	1919,60	1618,13*
RRIM 600	Vasos	262,50	1312,50	564,00*
	Fibras	562,50	1800,00	1143,25*
GT 711 <sup>(1)</sup>	Vasos	494,70	1224,06	829,57*
	Fibras	1376,28	2420,64	1630,99*
<i>Hevea brasiliensis</i> <sup>(2)</sup>	Fibras	764,92	2306,96	1318,79*
<i>Hevea brasiliensis</i> <sup>(3)</sup>	Fibras	1148,00	1438,00	1187,00*
RRIM 600 <sup>(4)</sup>	Fibras	805,00	2121,00	1352,67**

Sendo: \* média de 150 medições e \*\* média de 30 medições;

Fonte: <sup>(1)</sup>Santana et al. (1999); <sup>(2)</sup>Autran (2005); <sup>(3)</sup>Naji (2011) e <sup>(4)</sup>Ferreira, Severo e Calonego (2009)

**Tabela 4.** Valores médios das propriedades físicas e mecânicas da madeira de seringueira comparada com outras espécies florestais comerciais.

Espécie	F. E MOE 1000 kg/cm <sup>3</sup>	F. E MOR kg/cm <sup>2</sup>	Dens. Básica g/cm <sup>3</sup>	Tang. Rt	Rad. Rr	Vol. Rv	Coef. Rt/Rr
<i>Hevea brasiliensis</i> <sup>1</sup>	111,70	896,95	0,53	5,48	4,11	9,60	1,33
Ipê - <i>Tabebuia serratifolia</i> <sup>2</sup>	169,00	2046,00	0,87	10,10	7,40	18,44	1,36
Mogno - <i>Swietenia macrophylla</i> <sup>2</sup>	99,00	811,00	0,45	4,10	3,00	7,80	1,37
Pau marfim - <i>Balfourodendron riedelianum</i> <sup>3</sup>	-	-	0,73	9,6	4,9	15,4	1,95
<i>Eucalyptus grandis</i> <sup>4</sup>	160,00	1083,00	0,59	8,6	6,7	14,8	1,28

Fonte: <sup>1</sup>Autran (2005); <sup>2</sup>Souza et al. (1997); <sup>3</sup>Melo et al. (2002); <sup>4</sup>Center For wood Anatomy Research; <sup>5</sup>Melo et al. (2002). Onde: F.E – Flexão Estática

Fojutowski (2003) e Oliveira et al. (1986), salientam que valores médios das propriedades mecânicas da madeira podem ser modificados, dependendo do tempo de ação os fungos manchadores, a madeira manchada afetada na redução da densidade de 1% a 2%; dureza no âmbito de 1% a 10%; resistência à flexão 3%; 15 a 30% ao impacto e um aumento na permeabilidade da madeira contaminada por fungo manchadores equiparada a madeira sadia (SCHEFFER, 1973).

Gonçalves (2004) relata as características da madeira de seringueira, possui coloração branca ou branca-amarelada, ideal para a fabricação de móveis, por outro lado, são observadas outras características que devem ser tratadas com cuidado, para que não haja prejuízo em relação à qualidade do produto final, entre elas destacam-se a susceptibilidade ao ataque de fungos e insetos, devido a presença de amidos e açúcares na região externa próxima ao cambio e a instabilidade dimensional, que pode provocar defeitos como rachaduras e empenamentos. Ao utilizar às madeiras provenientes da seringueira, é preciso observar simultaneamente os métodos e produtos utilizados no tratamento contra fungo e insetos de acordo com o uso final do material.

### **3.2.1 Composição química da madeira de *Hevea brasiliensis*.**

A suscetibilidade da madeira de seringueira ao ataque de uma grande variedade de insetos e fungos está relacionada a composição química da madeira, principalmente à grande quantidade de extrativos depositados no lume celular, notadamente na fase de exploração comercial (HONG et al., 1982).

Santos (2008) considera a melhor definição química da madeira, como um biopolímero tridimensional formado por celulose, hemicelulose e lignina, e numa menor quantidade de extrativos e materiais inorgânicos. Sendo que 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%).

Desta forma Zabel e Morrel (1992) mencionam de fato que os o fluxo de exudados da madeira compreendem uma grande classe de compostos, tais como carboidratos (ex: amido, glucose, frutose e sucrose), compostos fenólicos (ex: tanino), óleos e graxas, ésteres de ácidos orgânicos, alcalóides, dentre outros.

Da mesma forma Brown et al. (1990) salienta que 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 o resíduo que sobra após a combustão completa da madeira, sendo que este resíduo inclui além dos minerais da parede celular, qualquer material mineral que pode estar presente nos cristais da cavidade celular.

Moldrup (1993) transcreve que a porcentagem de carboidratos na madeira de seringueira pode chegar a ser maior do que 78%, principalmente na forma de amido, que se constitui em uma importante fonte de alimento para os fungos e insetos que atacam a madeira. O mesmo autor perfaz que a estrutura anatômica da madeira de seringueira tem elevada porosidade, o que permite que a umidade e o ar se movimentem livremente e proporcionem ambiente favorável ao ataque de microrganismos xilófagos.

Do mesmo modo Allwi (2006), descreve em síntese o conteúdo químico da madeira de seringueira, a lignina variou de 22% a 29%, pentosana teor em torno de 20% dos extrativos livres da madeira. Teor de holocelulose em torno de 70%, sendo aproximadamente 40% de alpha celulose, como enfatizado na Tabela 5.

**Tabela 5.** Composição química da madeira de seringueira. Fonte: Allwi (2006)

<b>Componente químico</b>	<b>Porcentagem</b>
Holocelulose	73.44 – 77.79
Alfacelulose	48.63 – 53.41
Hemicelulose	23.98 – 25.48
Extrativos	0.70 – 1.28
Cinzas	0.81 - 1,29

Teixeira et al. (1993) analisou sob o mesmo ponto de vista os componentes químicos do lenho da madeira de *Hevea brasiliensis* em comparação aos valores

apresentados pelo *Eucalyptus grandis*, que é a espécie padrão utilizada na produção de celulose. E observa um baixo teor de lignina conforme apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6.** Composição química da madeira de *Hevea brasiliensis* comparada com a madeira de *Eucalyptus grandis*. Fonte: Teixeira et al. (1993)

Componentes (%)	<i>Hevea brasiliensis</i>	<i>E. grandis</i>
Holocelulose	78,0	62,00
Pentosanas	22,0	13,30
Lignina	17,0	25,79
Cinza	1,30	0,22

Teixeira et al. (1993) descreveu os componentes fundamentais da madeira, com o propósito de enfatizar o baixo teor de lignina 17%, alto teor de pentosanas 22% e alto teor de holocelulose 78%, em comparação aos 62,00% apresentados pelo *Eucalyptus grandis* espécie padrão utilizada na produção de celulose. Segundo Raymond (2000), os teores de holocelulose e de extrativos aumentam com a idade, ocorrendo o inverso quanto aos teores de lignina e extrativos.

Atrelado ao alto teor de holocelulose nos componentes químicos da madeira de seringueira, o ataque de microrganismos apresenta como resultado a alteração na coloração natural da madeira, limita com certeza sua utilização em nível comercial (Ali e Kong, 1988 e Kuppusamy e Srinivasan, 1989), os que foram objetos de análise por parte deste estudo.

Analogamente a madeira de *Hevea brasiliensis* seringueira recém abatida, apresenta um alto teor de carboidratos, apresentando uma alta susceptibilidade ao ataque fungos manchadores e insetos, fenômeno este que pode ser prevenido e controlado com aplicação de formulações à base de compostos de bórax e ácido bórico (KRONKA et al., 2008 e MOLDRUP, 1993).

Do mesmo modo Schwarz (1988) e Milingliang e Zhijuan (2008), salientam que o grande problema da utilização dos produtos provenientes da madeira de seringueira é a alta susceptibilidade ao ataque de fungos e insetos (besouros e cupins), devido

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.

Semelhantemente Costa (1999) comenta que o principal fator capaz de controlar o manchamento da madeira está relacionado à rapidez no seu processamento, desde o corte da árvore, ao tratamento químico temporário e sua secagem. Desta forma o problema pode ser amenizado mediante a secagem ao ar livre das tábuas, que permite reduzir o conteúdo de açúcares e amido em 0,2 a 1 %, respectivamente na madeira de *Hevea brasiliensis*. (KILLMANN, 1992). De maneira idêntica Zabel e Morrell, (1992) em suma, enfatiza que a madeira de *Pinus*, pode ocorrer a contaminação do fungo manchador quando com teor de água na madeira for superior a 20%.

### **3.3 Origem, distribuição e caracterização dos lenhos Juvenil e Adulto da madeira de seringueira**

A madeira juvenil ocorre na região central da árvore e apresenta a forma de um cilindro, com diâmetro quase uniforme, desde a base até o topo da árvore (EVANS et al., 2000; MEGRAW, 1985; SENFT et al., 1985; THOMAS, 1985; ZOBEL e VAN BUUTENEN, 1989 e COWN, 1992).

Há maior proporção de madeira juvenil no topo da árvore e menor proporção da mesma na base (ZOBEL e TALBERT, 1984). O topo de uma árvore velha consiste essencialmente de madeira juvenil, e todo o lenho formado com mais de 10,2 cm do topo de *Pinus taeda* é de madeira juvenil (ZOBEL et al., 1972).

Há várias hipóteses para a formação da madeira juvenil. Richardson (1959), diz que há relação entre a idade da árvore e as diferenças de densidade entre a madeira juvenil e a adulta. Plumptre (1983), estudando *Pinus caribaea* verificou que a formação da madeira juvenil e a transição para madeira adulta variam com a constituição genética da árvore, com o sítio, com o clima e com as atividades silviculturais.

Entretanto, Gartner (1996), citada por Oliveira (1997), afirma que auxina encontrada na casca fotossintética (primeira periderme) causa a formação de madeira juvenil ou previne a formação de madeira adulta. A localização da transição madeira

juvenil/adulta, está sistematicamente e casualmente relacionada com a transição entre a casca fotossintética e a não fotossintética (ponto de formação da segunda periderme).

Para Ramsay e Briggs (1986) e Bendtsen (1978) a madeira juvenil é o xilema secundário produzido durante a fase jovem da árvore, mais precisamente pelas regiões cambiais que são influenciadas pela atividade dos meristemas apicais. De conformidade Panshin e Zeeuw (1970) salienta que a porção do tronco da árvore que cerca a medula, é caracterizada por uma mudança progressiva nas características das células e nas propriedades da madeira.

De modo geral, a maioria dos trabalhos sobre madeira juvenil enfatiza que o crescimento rápido nas plantações origina a formação de madeira de qualidade inferior e que, atualmente é grande a proporção de madeira juvenil comercializada nos mercados, trazendo como resultados problemas de qualidade nos produtos obtidos desse tipo de matéria-prima (BROWN e MCWILLIAMS, 1989).

Por outro lado à delimitação da distância no sentido medula casca em que a madeira juvenil finaliza e inicia a madeira adulta, menciona o conhecimento entre as propriedades de madeira juvenil e adulta que, conseqüentemente contribuirá para melhorar a utilização tecnológica nos diferentes lenhos (BENDTSEN e SENFT, 1986).

Estudos demonstram diferenças significativas na densidade da madeira juvenil e adulta em coníferas. Bendtsen (1978), em *Pinus caribaea*, encontrou densidades em torno de 0,36 e 0,68 g/cm<sup>3</sup> para os lenhos juvenil e adulto.

Muitos estudos têm sido conduzidos para determinar a idade de transição entre a madeira juvenil e a adulta em várias espécies, como: Loo et al. (1985) em *Pinus sp.*, Bendtsen e Senft (1986) em *Pinus taeda* e *Populus deltoides*, Yang et al. (1986) em *Larix laricina*, Clark e Saucier (1989) em *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, Roos et al. (1990) em *Populus tremuloides*, Abdel-Gadir e Krahmer (1993) em *Pseudotsuga menziesii*, Yang & Hazenberg (1994) em *Picea mariana* e Tasissa e Burkhart (1998) em *Pinus taeda*.

Segundo Thomas (1985) e Senft et al. (1985), a madeira juvenil corresponde de 5 a 20 anéis de crescimento. Entretanto, Massey e Reeb (1989) apresentam um método prático e rápido para estimar o volume de madeira juvenil, chamado regra do polegar, a qual considera todo anel a partir da medula até a espessura do polegar, como sendo madeira

juvenil. Para os mesmos autores, em toras de *Pinus taeda*, corresponde a um número de dez anéis de crescimento.

Porém, Ballarin e Lara Palma (2003) estudando a madeira juvenil de *Pinus taeda* verificaram através da mensuração do comprimento dos traqueídes que a madeira juvenil localiza-se da medula até aproximadamente o décimo oitavo anel de crescimento.

Oliveira (1997) verificou que nas árvores de *Eucalyptus grandis*, de 16 anos de idade, é grande a proporção de lenho juvenil, o qual corresponde a um raio próximo de 80mm. O mesmo autor, estudando *Eucalyptus citriodora*, concluiu pela análise do perfil densitométrico da madeira que a formação da madeira juvenil parece estar confirmada nos primeiros 30 a 40mm de raio. Segundo Calonego et al. (2005), a delimitação da madeira juvenil em *Eucalyptus citriodora* está compreendida a um raio máximo de 55mm.

Bhat et al. (1984) estudou a anatomia da madeira de 28 a 30 anos de *Hevea brasiliensis* e concluíram que é grande a proporção de lenho juvenil, a qual ocorre até a 90mm a partir da medula. Ferreira (2009) verificou que nas árvores de *Hevea brasiliensis*, de 50 anos de idade, o lenho juvenil corresponde a um raio próximo de 45 a 55mm.

Assim, o uso do termo madeira juvenil é de certa forma errônea, pois não há mudanças abruptas da madeira juvenil para madeira adulta, mais sim uma variação das propriedades físicas, químicas, mecânicas e anatômicas da madeira em um período longo de anos, caracterizando assim a zona juvenil que apresenta propriedades variáveis se comparada com a zona adulta, que as tem de forma constante (ZOBEL, 1980).

Larson (1973), Bendtsen (1975), Zobel e Van Buijtenen (1989) e Zobel e Sprague (1998) e afirmam que, comparada à madeira adulta, a madeira juvenil de coníferas é caracterizada por menor massa específica, traqueídes menores, maior ângulos microfibrilares, menor contração transversal, maior contração longitudinal, menor resistência mecânica, maior teor de umidade, paredes celulares finas, maiores diâmetros dos lumes celulares e com menor teor de celulose e maior teor de lignina. Mudanças essas salientadas por Benstsen (1978) que ao longo do tempo assumem gradualmente as características da madeira adulta.

Preng (1983) relata que a eficácia da permeabilidade aumenta com a distância a partir da medula, onde a madeira juvenil apresentou menores níveis de permeabilidade, quando comparado com madeira adulta.

Matsumura et al. (1997) concluíram em estudos com a madeira de *Cryptomeria japonica* que a permeabilidade específica diminui com o aumento da altura no fuste exceto no nível mais baixo, relacionando a distância da medula com a permeabilidade da madeira.

Segundo Milota et al. (1995) a madeira juvenil apresentou um valor de permeabilidade de  $8,4 \mu\text{m}^2$  e  $11,3 \mu\text{m}^2$  para a madeira adulta e a massa específica do lenho juvenil de *Pinus taeda* foi de  $0,38 \text{ g/cm}^3$  e  $0,45 \text{ g/cm}^3$  para madeira adulta respectivamente. Em contraste, a permeabilidade da madeira juvenil é menor do que a madeira adulta e a massa específica não é um bom indicador de permeabilidade. Magalhães (2004) reforça a existência na diferença de permeabilidade nas posições no tronco de madeira de *Pinus elliotti*, que no sentido longitudinal é menor na parte inferior quando equiparada com a parte superior da árvore.

Valores esse descritos por Salvo et al. (2004), através da permeabilidade específica tangencial (utilizando gás), a região da madeira adulta de *Pinus radiata* apresentou valores ( $1,48 \times 10^{-14} \text{ m}^2$ ) significativamente maiores que madeira juvenil ( $,53 \times 10^{-14} \text{ m}^2$ ), na direção radial ao cambio a permeabilidade da madeira adulta ( $,22 \times 10^{-14} \text{ m}^2$ ) não apresentou diferenças estatísticas significativas a madeira juvenil ( $,15 \times 10^{-14} \text{ m}^2$ ), demonstrando que a madeira adulta, e suas variáveis anatômicas mostram maior correlação linear com a permeabilidade específica transversal (gás), junto aos diâmetros dos traqueídeos correlacionados.

Segundo Hillis (1978), os limites de formação de madeira juvenil em folhosas foram pouco estudados e claramente defenido em comparação a madeira de coníferas, que já foram explorados e bem definidos.

### **3.4 Resistência Natural da Madeira de *Hevea brasiliensis*.**

Fungos são organismos que necessitam de compostos orgânicos como fonte de alimento. Aqueles que utilizam os componentes químicos da madeira são conhecidos como fungos xilófagos (OLIVEIRA et al., 1986; LELIS et al., 2001) e são os principais e mais importantes agentes biodegradadores das madeiras existentes no mundo (OLIVEIRA, 1997).

Os fatores que facilitam o ataque da madeira por fungos são os teores de umidade do material acima de 25%, a temperatura entre 20° C e 35° C e os baixos teores de extrativos totais presentes na madeira (OLIVEIRA et al., 1986; LELIS et al., 2001). Para Forest Products Laboratory (1999) as condições ótimas para o desenvolvimento dos fungos compreendem temperaturas entre 10° C e 35° C e madeira com teores de umidade em torno de 20% e 30%.

Oliveira et al. (1986), Oliveira (1997), Forest Products Laboratory (1999); Lelis *et al.* (2001); Eaton e Hale (1993); Zabel (1992) e Lepage (1986) citam que os fungos xilófagos são reunidos, em função do tipo de ataque à madeira, nos seguintes grupos: (1) Fungos Emboloradores e/ou Manchadores – responsáveis por alteração na superfície da madeira e popularmente conhecidos como bolor e/ou por manchas profundas no alburno das madeiras devido à presença de hifas pigmentadas liberadas pelos fungos. As propriedades mecânicas das madeiras atacadas por esses fungos são pouco alteradas, pois esses organismos não possuem complexos enzimáticos capazes de degradar os polímeros da madeira e apenas utilizam as substâncias de fácil assimilação (açúcares simples, proteínas e gorduras) encontradas nos lumes celulares; e (2) Fungos Apodrecedores são agrupados conforme o tipo de deterioração da madeira: (2.1) Fungos de Podridão Branca – tornam a madeira esbranquiçada devido, principalmente, à degradação da lignina; (2.2) Fungos de Podridão Parda – causam a coloração parda-escura devido a degradação da celulose e das hemiceluloses da madeira; e (2.3) Fungos de Podridão Mole – amolecem as superfícies das madeiras, com altos teores de umidade e quando se encontram em baixa disponibilidade de oxigênio, devido à degradação das hemiceluloses e da celulose.

Benko e Highey (1990) salientam que altos teores de umidade são condições favoráveis para a colonização de fungos xilófagos, logo após a derrubada da árvore, tornando a madeira de *Pinus spp.* suscetível. A infecção frequentemente ocorre poucos dias após o corte e desdobro e, a proteção de madeiras contra fungos não deve ser negligenciada, uma vez que a qualidade e a durabilidade dos produtos finais dependem de bons cuidados com tratamentos de preservativos.

Esses Problemas, podem ser agravados com ataque e infestação de cupins, que são encontrados em ampla faixa do ambiente terrestre, distribuídos pelas regiões mais quentes do mundo (EATON e HALE, 1993). Esses insetos atacam árvores vivas, mas os

maiores danos concentram-se às madeiras secas das edificações (CAVALCANTE, 1982). Conforme o autor, no processo industrial ocorrem danos por *Cryptotermes brevis*, que nidifica em madeiras processadas, edificações móveis e produtos derivados da celulose como o papel. Os problemas são de larga dimensão, e constituem um desafio aos pesquisadores para controlar os referidos insetos.

Segundo Milano (1998), os problemas com cupim no Brasil vêm crescendo e causando danos cada vez maiores em várias áreas urbanas. O autor menciona ainda, que a estimativa dos gastos com controle das infestações e reposição das peças danificadas chegam a aproximadamente U\$ 10 milhões anuais, somente para a cidade de São Paulo e que a quantidade de ninhos de *Cryptotermes havilandi* instalados na capital paulistana, cresce em proporção geométrica, a uma taxa de 10% ao ano.

De acordo com as considerações de Serpa (1986), os térmitas do gênero *Cryptotermes* são os principais destruidores das obras sacras, molduras de quadros, altares, vigas, caibros e ripas, constituintes do madeiramento das coberturas das edificações da cidade histórica de Olinda, em Pernambuco.

Bandeira et al. (1998) relatam ser *Cryptotermes brevis* o principal inseto que ataca objetos em madeira branca pertencentes a Universidade Federal da Paraíba, em João Pessoa.

Do gênero *Cryptotermes* a espécie, *Cryptotermes brevis* é considerado o inseto mais voraz para o ambiente doméstico, sendo a mais amplamente distribuída em todo o mundo e é originária da Índia e tem se adaptado por todos os países onde foi levada. Os cupins dessa espécie infestam madeira seca não apodrecida, ramos de árvores vivas em locais sombreados, árvores em pomares, postes e madeira armazenadas (Marer, 2002).

Santos (1982) testou a susceptibilidade de 35 espécies de madeira da Amazônia, ao ataque de *Cryptotermes brevis* e concluiu que 5 foram susceptíveis, 9 resistentes e as 21 espécies restantes apresentaram níveis intermediários de resistência, entretanto a madeira de seringueira foi classificada como susceptível.

### 3.4.1 Resistência da madeira de *Hevea brasiliensis* à fungos

Cerca de 130 espécies de fungos causadores de descoloração/pigmentação do lenho, usualmente denominados fungos emboloradores e manchadores, já foram relatados no mundo, ocorrendo nas mais diversas espécies vegetais (ABRAHAM et al., 1997; JANKOWSKY, 1984).

A maioria destes fungos pertence aos Ascomycotas e aos fungos imperfeitos anamorfos (ABRAHAM et al., 1997; DORADO et al., 2000). Dentre esses, destacam-se os fungos ausêntes de estruturas sexuais de reprodução (fungos mitospóricos), capazes de penetrar profundamente na madeira, a exemplo dos gêneros *Ophiostoma*, *Ceratocystis*, *Lasiodiplodia*, *Graphium* e *Diplodia* (FURTADO, 2000). Newsan et al. (1967) e Sujan e TAN (1980) descrevem a susceptibilidade ao ataque de fungos xilófagos nas espécies de *Hevea brasiliensis*

A colonização da madeira recém serrada geralmente começa com a presença de organismos pioneiros, tais como os fungos manchadores e emboloradores, como *Trichoderma* sp. Os Basidiomicetos são considerados colonizadores secundários nas sucessões microbiana na madeira, uma vez que estes organismos geralmente removem os extrativos da madeira ou outros compostos tóxicos (KÄÄRIK, 1975). Entretanto, alguns *Basidiomycetes* colonizadores da madeira, tais como o *Phlebiopsis gigantea*, colonizam preferencialmente o alburno fresco, degradando a resina e outras substâncias da madeira (BEHRENDT e BLANCHETTE, 1997).

A infecção da planta hospedeira por fungos emboloradores e manchadores, pode ocorrer tanto antes do abate quanto nas etapas posteriores: durante o corte, transporte, desdobramento, armazenamento e utilização final (FURTADO, 2000). Geralmente estes fungos são os primeiros a colonizar as árvores recém-abatidas, devido à grande quantidade de substâncias de reserva dos quais eles se nutrem e são favorecidos pela elevada umidade (OLIVEIRA et al., 1986 e LEPAGE, 1986).

Dependendo da espécie florestal, dos fatores ambientais, os fungos manchadores podem ocupar toda a superfície da tora, em menos de 48 horas (Oliveira et al., 1986). Entretanto, na maioria dos casos, a retirada das toras do interior da floresta nem sempre

é tão rápida como deveria ser, predispondo a madeira ao ataque de diversos agentes biológicos, principalmente fungos manchadores (IDE et al., 2000).

Entre os fungos manchadores existe um grupo denominado “azuladores” ou “*blue stain fungi*”, devido à pigmentação (Bruce et al., 2003; Dogra e Breuil, 2004) penetram profundamente na madeira e não podem ser removidos pelo aplainamento; quando vista em uma seção transversal da madeira, a mancha frequentemente aparece como cunhas torneadas (pie-shaped wedges) e orientadas radialmente, no sentido das fibras da madeira (HIGHLEY, 1999; HUNT e GARRATT, 1963).

Embora os fungos manchadores causem pouco ou nenhum dano aos elementos estruturais da madeira (BLANCHETTE et al., 1992), estes desvalorizam a madeira, devido à colonização pelo seu micélio pigmentado, que leva à produção e deposição de grânulos de melanina ao redor das hifas (BRISSON et al., 1996).

Estágios iniciais do desenvolvimento do fungo manchador correspondem ao acúmulo de hifas e outros materiais pigmentados, tanto do fungo quanto da madeira. A identificação destes é de grande importância, dependendo do uso final do produto (FURTADO, 2000). Primordialmente a qualidade da madeira, depende da coloração natural para uma aplicação e destino do uso final do produto. Jankowsky (1984) relata a vulnerabilidade da madeira com fungos manchadores, no qual, penetram profundamente na mesma, produzindo manchas de cores variadas, sendo mais freqüente as azuladas descaracterizando a coloração natural.

A descoloração da madeira provocada por fungos manchadores varia do azul ao preto azulado e do cinza ao marrom, são o tipo mais comum, embora várias colorações de amarelo, alaranjado, roxo e vermelho possam ocorrer. A cor exata da mancha depende do desenvolvimento e da espécie do organismo infeccioso e, das condições de umidade da madeira (HIGHLEY, 1999).

A infecção por fungos pigmentadores da madeira não é fator limitante para muitos usos em que a aparência é fundamental como a utilização da madeira com caixotaria, no qual é tolerante na classificação padrão da madeira. Entretanto, estoques com manchas e cores podem ser insatisfatórios para a confecção de tapumes, guarnição e demais trabalhos em madeira para exteriores, devido a sua maior absorção de água; além, a deterioração incipiente também pode estar presente, embora imperceptível, nas áreas

descoloradas, a menos que a madeira seja tratada com os preservativos apropriados (HIGHLEY, 1999).

Outra característica importante deste grupo de fungo é a elevada tolerância a diversos preservativos, apresentada por várias espécies (OLIVEIRA et al., 1986).

Vários trabalhos destacam estes fungos pigmentadores como os principais responsáveis pelas grandes perdas de material, especialmente durante a fase de abate e desdobro das toras (BYRNE e SMITH, 1991; CROAN e HIGHLEY, 1993; KREBER et al., 1994; HANSEN e MORRELL, 1997). Os prejuízos econômicos podem tornar-se ainda mais crítico, quando ocorrem em produtos que deverão ser exportados ou que receberão acabamentos especiais (LAVER e MUSBAH, 1997).

Para a madeira de seringueira Jose et al. (1989) enfatiza que o fungo manchador de maior infestação encontrado foi *Botryodiplodia theobromae* associado com fungos emboloradores *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* e *Fusarium spp.*, entre outros.

Trabalhos realizados por Rossetti (1959) e Cardoso (1963), referem-se ao fungo *Diplodia sp.* como agente etiológico. Porém, em todos os isolados coletados e identificados em Manaus, AM, de enxertos, estacas, galhos e troncos de seringueira afetadas, tem-se verificado a presença do fungo *Botryodiplodia theobromae*. Weih (1926) considerou *B. theobromae*, descrito por Patowillard em 1892, associado com *Diplodia theobromae*. Sutton (1980) inseriu *Botryodiplodia* no gênero *Lasiodiplodia*, ficando *B. theobromae* e *D. theobromae* como sinônimo de *L. theobromae*.

O fungo *L. theobromae* sobrevive em condições de alta umidade, como saprófita, sobre material vegetal morto (YOUNG, 1954). As colônias de *L. theobromae* são de coloração acinzentada a negras (a cor varia de acordo com o substrato), com abundante micélio aéreo (PEREIRA; et al., 2006).

A literatura relata que nas regiões tropicais úmidas com condições climáticas favoráveis, ocorra por consequência ataques severos com o fungo manchador *Botryodiplodia theobromae*, causando a descoloração em toda extensão da madeira, prejudicando assim o aspecto estético e conseqüentemente, afetando o preço final da madeira (FLORENCE, 1991 e FLORENCE, et al., 1996). A alta susceptibilidade a ataques severos do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* na madeira de seringueira deve-se ao fato que árvores recém abatidas apresentam alto teor de açúcares livre (SIMATUPANG e SCHMITT,

1992). Fato esse corroborado por Hong (1994) e Azizol e Rahim, (1989) que afirmaram que o alto teor de carboidratos (açúcares e amido) armazenados nas células de parênquima determinam a contaminação por fungos manchadores na madeira de seringueira.

Newsan et al. (1967), Suján et al. (1980) relatam que o fungo *Botryodiplodia theobromae* foi identificado como fungo manchador em toras de seringueira recém abatidas. Wong, et al. (1998) complementam que a temperatura ideal de estabelecimento de crescimento do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* é aproximadamente 30 °C, mais salientam que o fungo pode tolerar temperaturas elevadas compreendidas entre 50 e 60 °C, após a infestação e colonização da madeira.

Entretanto Hanada et al. (2003) descreve a infestação de fungos manchadores e emboloradores associados às espécies florestais brasileiras, concluíram que o fungo manchador *Lasiodiplodia theobromae* foi a espécie fungica que apresentou 60% de incidência na infestação na madeira *Hevea brasiliensis*. Na África e no Brasil, o *L. theobromae* foi relatado como o agente causal da mancha azul das madeiras (FOURGEROUSSE, 1958; ENCINAS e DANIEL, 1996 e SEGURA, 1970).

Mohali e Encinas (2001) relatam que o fungo *Lasiodiplodia* sp., foi identificado como *Diplodia mutila* Fr. Apud Mont., que o novo isolado produziu mancha azul na madeira de *Caribbean pine* na Venezuela.

*L. theobromae* foi considerada uma espécie de patógeno secundário, fungo saprófito e é particularmente comum em temperaturas relativamente altas, sendo de ampla distribuição mundial e, encontrado ocorrendo em pelo menos 280 gêneros de plantas vasculares e em madeira (OLIVEIRA, 2005 e HANADA et al., 2003). De acordo com Silva (2004) é um dos maiores causadores de doenças em plantas nas regiões tropicais e subtropicais, além de causar podridão no caule e ramos de algumas espécies de plantas.

No estudo feito por Mesquita et al. (2006), com identificação a microbiota associado à secagem ao ar livre da madeira de *Eucalyptus grandis*, na região de Lavras-MG, o fungo *L. theobromae* foi identificado como fungo manchador da madeira. Segundo Ramirez e Espinoza (1988), observaram, que as técnicas de secagem ao ar livre em madeiras influenciaram na colonização de fungos manchadores devido o contato direto com a água e a umidade relativa do ambiente.

A disseminação do fungo manchador *L. theobromae* é principalmente por esporos transportados pelo vento; ou após o ataque à casca da árvore por besouros que transportam e inoculam esporos do fungo; e a outra infecção ocorre apenas nas extremidades das toras, ou durante a colheita e transporte da madeira (LAMBETH e OSORIO, 1989 e BEHRENDT et al., 1995).

O primeiro sinal de infestação do fungo da mancha azul da madeira relatado anteriormente é o aparecimento de uma nódoa ou lista manchada nas extremidades das toras ou na superfície da madeira. Entretanto após a infestação aprofundam-se rapidamente na madeira, tornando a sua remoção por aplainamento ineficiente, reduzindo significativamente a resistência ao choque (HUNT & GARRATT, 1963).

#### **3.4.2 Ações relacionadas a evitar o manchamento da madeira de *Hevea brasiliensis***

O manchamento da madeira ocorre a partir do momento em que condições de desenvolvimento ideais se estabelecem neste material. Assim, algumas ações contrárias podem ser tomadas, tais como a eliminação do oxigênio, alteração do pH, do teor de umidade, da temperatura, além do envenenamento da fonte de nutrientes, dentre outras, para evitar que esses microrganismos se instalem na madeira, provocando o seu manchamento (COSTA, 1999).

A umidade da madeira é absolutamente necessária para atividade vital dos fungos manchadores, sendo a sua eliminação considerada como uma das práticas mais eficientes para o controle do ataque desses microrganismos. Florence et al. (1993) concluíram que a redução do teor de umidade da madeira a níveis inferiores a 24% em relação ao seu peso seco, possibilitou uma proteção eficiente contra o estabelecimento de fungos manchadores na madeira de *Hevea brasiliensis*. Hernandez e Wengert (1997), recomendam o selamento das extremidades das toras, como forma de reduzir o manchamento em madeira de pinus e “hard maple”, já que esta prática mantém o teor de umidade de madeira fora do intervalo favorável ao desenvolvimento desses microrganismos.

A maioria dos fungos, além de conferir um caráter ácido ao substrato em que se desenvolvem, têm preferência por meios ótimo de pH adequados para a instalação e desenvolvimento de fungos xilófagos (KATO e TAKEDA, 1970). Segundo Moreschi (1998),

o pH da madeira pode ser alterado através do uso de nitrato de acrílico, como forma de proteção contra fungos manchadores/emboloradores, apesar do custo deste tratamento ser relativamente elevado.

Outro fator importante a ser considerado no manchamento da madeira é a sua composição química, no que se refere aos extrativos que fazem parte da sua estrutura celular. Dependendo da natureza, eles podem agir como fonte de alimento ou como biocida para fungos e insetos (MONTEIRO, 1997). O mesmo autor cita os terpenos e derivados, as tropolonas e os compostos fenólicos, tais como: flavanóides, estilbenos, quinonas, lignanas e taninos, como os principais responsáveis pela inibição do desenvolvimento dos fungos manchadores e emboloradores.

O ataque dos fungos manchadores e emboloradores em condições ambientais citado por Syme e Saucier (1995), relata que a aspersão com água promove uma proteção contra insetos e fungos, se o conteúdo de umidade do alburno de *Pinus* for mantido acima de 100% a 120% em relação ao peso seco da madeira em estufa. Powell e Eaton (1993) observaram que o incremento do manchamento em tábuas recém cortados, mantidas sob aspersão de água por um período de quatro anos, foi muito baixo, quando comparado com o período de seis meses. Esta afirmação está de acordo com a hipótese levantada por Hernandez e Wengert (1997) na qual, uma das formas de controle da mancha na madeira, é a privar os fungos da quantidade mínima necessária de oxigênio para o seu metabolismo.

A influência de temperatura também se leva em consideração o controle do ataque dos fungos manchadores, Kreber et al. (1994) comenta que as enzimas dos fungos presentes na madeira, podem ser desativadas através do uso de temperatura acima de 60 °C, prevenindo o seu manchamento.

Dos fatores capazes de controlar o manchamento da madeira, citados anteriormente relacionam-se à rapidez no seu processamento, desde o abate da árvore até a utilização do produto final o envenenamento da fonte de nutriente para o fungo é mais recomendado.

Como Milano e Vianna Neto (1982) comentam que o período de tempo entre o abate da árvore e o desdobro da tora na serraria, oscila entre 7 até 45 dias, e que as toras chegam a permanecer até 30 dias na mata sem qualquer tipo de cuidado preventivo. Para tanto sugere um tratamento profilático adequado dos tecidos lenhosos da madeira com

biocidas apropriados, tem sido um das práticas mais usadas no combate aos fungos manchadores e emboloradores.

Cserjesi e Johnson (1982) testaram 44 formulações fungicidas em laboratório e em campo, contra fungos manchadores e emboloradores, obtendo resultados bastantes satisfatórios. Já Hayward et al. (1983) avaliaram a eficiência de 32 compostos químicos no controle do crescimento da mancha e do bolor em madeira de *Pinus radiata*. Wakeling e Maynard (1993) desenvolveram combinações de fungicidas em laboratórios visando promover o efeito sinérgico e a toxidez contra fungos manchadores e Sánchez et al. (1993) avaliaram a eficiência de derivados de petróleo no controle da mancha azul em madeiras de marcenaria para uso externo.

### **3.4.3 Fungos Manchadores e velocidade de penetração na madeira de seringueira**

Os fungos manchadores, utilizam como nutrientes o amido e açúcares, presentes no lúmen das células de reservas parenquimáticas das madeiras, o ataque tem início logo que a árvore é derrubada e se prolonga durante a secagem do fuste, podendo penetrar profundamente na madeira (SCHEFFER, 1973; CAVALCANTE, 1982; LEPAGE et al., 1986; BAUER, et al. 1997).

O alburno intensamente manchado pode apresentar redução na densidade e nas propriedades mecânicas como: dureza, resistência ao impacto e flexão estática, deve ter seu uso evitado em situações onde a resistência ao impacto seja importante como; cabos de ferramentas e em tacos de beisebol (LEPAGE et al., 1986).

O manchamento é causado por fungos de colonização pioneira, tais como as espécies *Ceratocystis*, *Sphaeropsis*, *Botryodiplodia theobromae*, *Cladosporium* sp. e *Pestalotiopsis* sp que utilizam hidratos de carbono simples, ácidos graxos, triglicerídeos e outros componentes do alburno (BLANCHETTE et al., 1992; FARRELL et al., 1993; WANG et al., 1995).

A colonização da madeira por fungos manchadores “*blue stain*” resulta no manchamento profundo no alburno da madeira (LEPAGE et al., 1986, SCHEFFER, 1973; CAVALCANTE, 1982). Estas manchas são devido à presença e ao desenvolvimento hifas pigmentadas, que induzem a produção e deposição de metabólitos secundários, como grânulos

de melanina e compostos similares (Bruce *et al.*, 2003; Dogra e Breuil, 2004), ou da secreção de substâncias coloridas (OLIVEIRA *et al.*, 1986; ZINK e FENGEL, 1988; ZIMMERMAN *et al.*, 1993).

Conforme o fungo manchador cresce nas células da madeira, as hifas geram uma descoloração variável no alburno (OLIVEIRA *et al.*, 1986; ZINK e FENGEL, 1988; BLANCHETTE *et al.*, 1992; LEPAGE *et al.*, 1986), geralmente as mais comuns vão do azul ao cinza escuro, de forma e tamanho variável nas superfícies longitudinais e em cortes transversais, distribuindo-se radialmente. Dessa maneira Déon (1989), descreve que mancha mais freqüente é denominada “*azulamento*”, porque o fungo é responsável pela tonalidade azul intensa.

Estes patógenos também dependem de aberturas naturais, presentes entre as células, para penetrarem na madeira e, do rompimento mecânico da membrana ou do torus salientado. Apesar de menos comum, algumas espécies de fungos manchadores são capazes de atravessar a parede celular do hospedeiro através de penetração mecânica, com a formação de apressórios salientado por Furtado (2000). Entretanto, a hifa penetra na parede celular com o diâmetro entre 0,2 a 0,6 $\mu$ m, após a travessia a hifa, volta ao seu diâmetro normal, de 5 a 10 $\mu$ m; não foi detectado qualquer sistema enzimático envolvido neste processo, ou seja, aparentemente a passagem é obtida simplesmente por pressão hidrostática (LEPAGE *et al.*, 1986).

Oliveira *et al.* (1986), salienta que a infestação ocorre macroscopicamente, a madeira atacada apresenta no alburno áreas de coloração e velocidade de penetração variável nas superfícies longitudinais, em cortes transversais e radial.

Apesar da falta de informações sobre a espécie do fungo manchador citado por Moreschi (1998), a velocidade de penetração diferenciam nos três sentidos anatômicos da madeira para *Pinus spp.* A propagação da velocidade de penetração analisada em 48 horas no alburno de *Pinus spp.*, determinou que no sentido radial a penetração variou de 3,0mm a 2,0mm; no sentido tangencial 1,2 a 1,0mm e na secção longitudinal de 9,0 a 5,5mm. Da mesma forma Fares *et al.* (1980) descreveu a anatomia do crescimento do fungo manchador *Ophiostoma minus*. As hifas inoculadas na região do cambio penetram na madeira principalmente através dos raios. Assim, o seu crescimento inicial ocorre radialmente no

sentido cambio-medula, apresentam taxas de crescimento de 2,5 mm ao dia em boas condições de temperatura.

Similarmente foi observado em um prazo de 48 horas após a inoculação, a uma temperatura controlada, o fungo manchador *Ophiostoma minus*, obteve taxas de crescimento de 10 a 15 mm e 50 mm durante uma semana nas direções radial e longitudinal, respectivamente, inoculadas artificialmente na madeira de *Pinus sylvestris* (HENNINGTON e LUNDSTROM, 1974).

Goldhammer et al. (1989) investigaram a taxa de crescimento radial e produção de *Chalamydospore var. barrasii SJB 122* no sentido tangencial, radial e longitudinal das madeiras. Eles concluíram, assim como os outros Parmeter et al., (1992), essa taxa de crescimento e a velocidade de penetração depende da condição das árvores e estado nutricional.

Parmeter et al. (1989) avaliaram e mediram o crescimento emparelhado dos isolados dos fungos *Ophiostoma nigricarpum* e *Leptographium terebrantis* inoculado na madeira de *Pinus ponderosa* com 10 a 25cm de DAP. As taxas de propagação na direção radial variou de 2,0 mm na primeira semana para *Ophiostoma nigricarpum* e 6,0 mm na primeira semana para *Leptographium terebrantis*, e no sentido longitudinal de 0,3 mm na primeira semana *Ophiostoma nigricarpum* e 20 mm na primeira semana para *Leptographium terebrantis* no sentido radial.

Lindgren (1942) descreve a velocidade de penetração do fungo manchador *Ceratostomella pilífera* examinado a partir das perspectivas de crescimento na direção da madeira. A velocidade de penetração foi maior na secção longitudinal e a menor na secção tangencial, conforme demonstra a Tabela 7 avaliou a inoculação do fungo manchador em blocos 50 x 50 x 50 mm de *Pinus echinata*.

**Tabela 7.** Comparação na velocidade de penetração no sentido radial, tangencial e longitudinal do fungo manchador *Ceratostomella pilífera* em bloco de *Pinus echinata* inoculados por 24 – 288 horas a temperatura de 25 a 28 °C. Fonte: Lindgren (1942)

Período de inoculação horas	Velocidade de Penetração					
	Tangencial (mm)		Radial (mm)		Longitudinal (mm)	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo
24	0	0	0,3	0,5	0,5	0,7
48	0,3	0,4	1,2	1,4	5,5	6
72	0,8	0,9	1,7	2	10,5	11,5
96	1,1	1,3	3	5,5	16	17,5
288	6	8	10	12	45	51

Lindgren (1942) comenta que sob condições ideais, o fungo manchador pode desenvolver-se em 24 horas até 0,5mm no plano tangencial, 1,0mm no radial, e 5,0mm no longitudinal, podendo atingir camadas profundas no alburno da madeira *Pinus echinata*. Zabel e Morrell (1992) observaram que as manchas internas em secções transversais de toras, desenvolvem a pigmentação entre 5 a 6 dias, após a sua instalação na madeira. Eaton e Hale (1993) acrescentam, ainda, que o crescimento das hifas ao longo do parênquima radial está relacionado com a presença de açúcares e amidos nestas células.

Pesquisas feitas por Breuil et al. (1994) demonstraram que o fungo manchador *Ophiostoma piliferum* não cresce no cerne do *Pinus contorta*. Por conseguinte, os casos de má indução ou crescimento de fungos naturais podem ocorrer como resultado da presença do cerne em amostras de madeira.

Da mesma forma Hunt e Garratt (1963), descrevem certamente que o fungo da mancha azul não se desenvolve no cerne e as propriedades mecânicas do alburno, quando atacadas por estes organismos, não são reduzidas significativamente, com exceção da resistência ao choque. Entretanto em contraste com a literatura IS 401 (1982) descreve que o cerne é geralmente escolhido para estudos de durabilidade com fungos manchadores, e que no caso da madeira de seringueira, não há distinção visual entre o cerne e alburno.

### 3.5 Características e comportamento dos Cupins

Os cupins são insetos da ordem Isoptera, que contém cerca de 2800 espécies catalogadas no mundo. Esses insetos são mais conhecidos por sua importância econômica, como praga de madeira e outros materiais celulósicos (LEPAGE, 1986; ACKERMAN et al. 2009).

Os cupins são insetos sociais polimorfos que constroem seus ninhos, conhecidos por cupinzeiros ou termiteiros, para a produção da colônia, armazenamento de alimento e manutenção de condições ótimas para o desenvolvimento dos indivíduos (BERTI FILHO, 1993). O nome Isoptera deriva do fato de as formas aladas possuírem dois pares de asas membranosas sub-iguais ( Iso = igual; *pteron* = asas). São insetos mastigadores e desenvolvem-se por metamorfose incompleta (ovo, ninfa e adulto) (GALLO et al., 2002).

A sociedade dos cupins geralmente é constituída por três castas: reprodutores, operários e soldados. Os reprodutores são indivíduos destinados a propagação da espécie fora do cupinzeiro em que se originam e para o estabelecimento de novas colônias, sendo a única casta fértil. Os reprodutores podem ser primários (originários de indivíduos alados, responsável pela fundação de novas colônias) ou secundários (oriundos de ninfas ou operários, chegando em alguns casos a fundar novas colônias); os operários constituem a maior parte da população do cupinzeiro, desempenhando as funções de alimentação, construção e manutenção da colônia; e os soldados têm a função de proteger a colônia, colaborando ainda, com os operários nos seus trabalhos (LEPAGE, 1986 e KOFOID, 1934 citado por PESSOA, 2002).

Os cupins por possuírem fototropismo negativo, vivem confinados no interior dos ninhos e não possuem olhos (Grassé, 1984). Conforme o autor, os quimiorreceptores que se localizam nas extremidades das antenas, em conjunto com pêlos sensoriais, são os responsáveis pela percepção dos estímulos olfato e tato. O autor menciona, ainda, que tais insetos possuem sensilas nos palpos maxilares e labiais, e a importância da olfação é a evidência pela detecção de alimentos ou de outras substâncias pelas quais são repelidos quando nocivas.

Os térmitas classificados como cupins de madeira úmida, não foram relatados no Brasil como praga em construções. Segundo Edwards & Mill (1986), esses cupins estão associados a madeiras atacadas por fungos e a aparência do dano varia de acordo com o nível do apodrecimento e a quantidade de umidade presente na madeira.

Os cupins chamados de subterrâneos pertencem à família Rhinotermitidae, se alimentam de materiais de origem celulósica, abrindo caminhos em materiais não celulósicos, como poliestireno, plásticos, cabos subterrâneos, reboco entre outros, aumentando o problema da intensidade do ataque por esses cupins, como relatado por (HARRIS, 1971; ARAÚJO, 1980; LELIS, 1995, FONTES, 1995 e MYLES, 1999). No Brasil, os ataques mais freqüentes às edificações urbanas têm sido ocasionados por cupins pertencentes a dois grupos: cupins subterrâneos e cupins de madeira seca (LELIS, 1976).

O cupin de madeira seca como os da espécie *Cryptotermes brevis* vivem em madeiras com baixo teor de umidade. As colônias se desenvolvem em madeiras com umidades abaixo de 30% (BRAZOLIN et al., 2001). A própria madeira e o ambiente que vive, provêem à umidade que os insetos necessitam para a sobrevivência. Por viverem dentro da madeira seca, os cupins são frequentemente transportados de um local para o outro, em móveis infestados, caixas ou “containers” de madeira, estrados, molduras de quadros, entre outros (PORTUGUAL, 2003; SCHEFFRAHN e SU, 2005).

O cupim de madeira seca é considerado como o mais importante agente xilófago, do ponto de vista econômico, no Brasil (CONSTANTINO, 2005). Araújo (1977) e Fontes (1996) mencionam que *Cryptotermes brevis* é a principal praga das construções do sudeste brasileiro, ocorrendo também nas regiões norte e sul do Brasil. Do mesmo modo Harris (1971) relata o grande potencial de destruição, causando danos e prejuízos em madeiras das estruturas de edificação, móveis e demais produtos oriundos de celulose.

Em síntese Marer (2002) relata que os cupins desse gênero infestam madeira secas não apodrecidas, ramos de árvores vivas em locais sombreados, árvores em pomares, postes e madeiras armazenadas.

De acordo com Edwards e Mill (1986), Rudolph et al. (1990) e Waller e Lepage (1986), os cupins de madeira seca reutilizam a água do seu metabolismo,

recuperando-a do seu excremento, antes de eliminá-lo, e que a umidade do ar é fonte indireta de umidade para colônia.

Constatando-se portanto que o *Cryptotermes brevis* conseguem sobreviver em condições de baixa umidade, como comprovado nas fezes deste inseto, as quais formadas por pelotas fecais secas, comprimidas durante o processo de excreção, a fim de não perder água no processo de eliminação de impurezas orgânicas. Essas fezes ficam armazenadas por um tempo em uma câmara no ninho e podem ser usadas para fechar canais que eventualmente não estejam mais sendo utilizados, ou ainda, para fins de defesa da colônia (GONÇALVES e OLIVEIRA, 2006). Essa espécie ataca fortemente madeiras de coníferas e algumas angiospermas de baixa resistência natural como a madeira de seringueira. A celulose presente na parede celular da madeira é digerida e a lignina depositada nas pelotas fecais mencionadas anteriormente (Stumpp *et al.* 2006).

Colônias de *C. brevis* são normalmente pequenas chegando a no máximo 1000 indivíduos, sendo que Marer (2002) descreve que ela apresenta um número ainda menor, variando de 100 a 250 indivíduos por colônia.

De acordo com Steward (1982), as colônias de *Cryptotermes brevis* que forem eventualmente transportadas pelo homem, dependerão do vôo de dispersão para estabelecerem novas infestações. Para o autor, esta espécie tem atingido grande sucesso em ambientes urbanos devido a sua capacidade de reproduzir-se em condições de umidade moderadamente baixas e de temperaturas elevadas próximo a 30°C.

O sinal mais característico de infestação por térmitas de madeira seca é a presença de grânulos fecais, que são colocados para fora da peça atacada. Quando as colônias são pequenas, a quantidade de grânulos fecais eliminados para fora da colônia é mínimo o que dificulta sua detecção. Esses grânulos são secos e apresentam a coloração da madeira da quais os cupins se alimentam (EDWARDS e MILL, 1986; OLIVEIRA *et al.*, 1986; SU e SCHEFFRAHN, 1991 e VAN DEN MEIRACKER, 1998).

Segundo Marer (1991), os resíduos fecais desses cupins possuem características específicas: são alongados (cerca de 0,08 mm de comprimento), com extremidades arredondadas e com seis sulcos ou depressões, separadas por seis arestas longitudinais achatadas. O autor salienta que quando inspecionando cupins de madeira seca,

além de constatar a presença dos grânulos fecais, deve-se verificar a ocorrência de tampões nos orifícios por onde os cupins jogam esses resíduos para fora da peça infestada.

A coloração da substância utilizada para o fechamento assemelha-se à cor da madeira atacada o que dificulta a visualização de tais aberturas. Após a localização dos orifícios, devem ser feitas sondagens em peças de madeira próximas a atacada, aplicando-se batidas com chave de fenda, “picador de gelo” ou faca. A emissão de um som oco é indício da existência de galerias internas, desta maneira pode-se estimar a extensão do ataque (Edwards e Mill, 1986 e Koehler, 1996).

Segundo Potter (1997), a presença de formas aladas ou acúmulo de asas, revelam a ocorrência de revoadas e podem ser indício de infestação. De acordo com Koehler (1997), nas peças atacadas por cupins de madeira seca, os túneis e as galerias são feitos transversalmente à grã da madeira e os cupins destroem tanto o lenho inicial quanto o lenho tardio. Examinando-se essas peças, quando muito danificadas, essas características podem ser observadas.

Marer (1991) salienta a existência de outros métodos de detecção de cupins de madeira seca além dos citados anteriormente. Estes métodos incluem a utilização de cães, detetores de odor (emissão de metano pelos cupins) e sensores de vibração. Dentre estes métodos, o único considerado como efetivo é a utilização de sensores de vibração, mas seu custo é alto o que o torna inviável. Portanto, o método mais utilizado para a inspeção para cupins de madeira seca é o da busca visual.

No Brasil, pouco ou quase nada se conhece a respeito do comportamento real da madeira da espécie do gênero *Hevea* em relação à resistência ao ataque de cupim de madeira seca. Poucos estudos foram desenvolvidos, e os resultados revelaram que algumas espécies são mais suscetíveis a tais insetos que outras, mas no geral, todas apresentam resistência natural variando de baixa a moderada.

Trabalhos relatados na literatura mencionam e relacionam a resistência natural de madeiras de folhosas e coníferas ao ataque de cupins de madeira seca visando o uso racional da madeira (Gonçalves e Oliveira 2006, Paes et al. 2002).

Silva et al. (2004) analisando o ataque de *Cryptotermes brevis* em *Eucalyptus grandis*, em quatro diferentes idades (10, 14, 20 e 25 anos), afirmaram que a madeira de 10 anos apresentou o mesmo comportamento da testemunha *Pinus elliottii*,

altamente suscetível ao ataque de cupins. Os mesmos autores encontraram diferenças estatísticas entre as madeiras de 14, 20 e 25 anos, sendo classificadas pela norma como danos acentuados.

Gonçalves e Oliveira (2006) analisaram a resistência ao ataque de cupim de madeira seca em seis espécies florestais brasileiras, concluíram que as espécies menos susceptíveis ao ataque foram cedro-rosa, pequi e cupiúba, entretanto o guapuruvu; cedro australiano e a cacunda foram às espécies que apresentaram maiores níveis de danos.

Oliveira (1997), estudando o comportamento da madeira de sete espécies de eucalipto, verificou que as madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake foram altamente suscetíveis ao ataque de cupins de madeira seca, em condições laboratoriais. Esse mesmo autor notou que as madeiras de *Eucalyptus microcorys* F.Muell., *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Jhonson e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. Apresentaram elevada resistência ao ataque de *Cryptotermes brevis*, confirmando, inclusive, várias citações da literatura. Tal resultado se mostrou correlacionado com a baixa massa específica e, principalmente, ao teor de extrativos, permitindo concluir que, quanto mais elevado for a massa específica e, principalmente, o teor de extativos, mais reduzido será o desgaste provocado pelos cupins de madeira seca.

Conforme mencionado anteriormente a resistência ao ataque de *Cryptotermes brevis* está correlacionado à densidade da madeira, segundo Berh et al. (1972) que apresentaram uma correlação linear ( $r = 0,83$ ), para perdas de massa em porcentagem por densidade, exposta ao ataque de térmita.

IPT (1989) relataram que o alburno da madeira de *Eucalyptus grandis*, *E.urophylla* e *C.citriodora* apresentou baixa resistência e conseqüentemente elevado desgaste ao ataque de cupim de madeira seca. No caso específico do *E.grandis*, até mesmo o cerne exibiu elevado desgaste, quando comparado com as demais espécies em questão.

Rudman e Gay (1967) estudaram, em laboratório, a suscetibilidade da madeira do cerne e do alburno de *Eucalyptus marginata* Donn ex Sm. ao ataque de duas espécies de cupins subterrâneos. Após 56 dias de exposição, os autores encontraram variações quanto ao grau de ataque nas diferentes posições, a partir da medula para a casca. Observaram, ainda, que as árvores mais jovens e provenientes de rápido crescimento apresentaram melhor

desempenho quanto à resistência ao ataque, em relação às árvores de maior idade, provenientes de povoamentos naturais.

Na Malásia avaliaram 10 espécies de madeira tratadas e não tratadas quimicamente. Exposta ao ataque de *Coptotermes curvignathus*, a madeira de seringueira (Rubberwood), apresentou uma densidade de 0,55 g/cm<sup>3</sup> e uma perda de massa de 8,5 %, classificada entre 5% – 10% como moderadamente resistente ao ataque. (SAID, ROSLI e RAHIM, 1982).

Dourojeanni (1967) relata danos na madeira de *Hevea brasiliensis* provocados por *Cryptotermes brevis* em diversas partes do mundo, seus ataques foram constatados no Brasil; Guiana Britânica; e provavelmente também na Venezuela; Suriname e Caribe, provocando sérios danos estruturais na madeira e conseqüentemente danos econômicos. Anuwongse e Cholprasert (1976) e Yamamoto e Hong (1989), relatam que a madeira de *Hevea brasiliensis* apresenta danos de nível quatro, classificado como danos acentuados, quando atacada por *Cryptotermes brevis*.

A madeira de *Hevea brasiliensis* quando atacada por *Cryptotermes brevis* pode ser comparada com a madeira de *Eucalyptus grandis* que obteve nota quatro (THORNTON et al. 1993), Ipê - *Tabebuia serratifolia* nota um - danos superficial ao moderado (MAYORCA, 1972), e a madeira de Pau Marfim – *Balfourodendro riedelianum* com nota quatro (CHUDNOFF, 1984).

### **3.6 Tratamentos Preservativos da Madeira de Seringueira**

Dos fatores capazes de controlar o manchamento da madeira, os principais relacionam-se à rapidez no seu processamento, desde o abate da árvore até a secagem do produto final, e o envenenamento da fonte de nutrientes (COSTA, 1999).

Milano e Vianna Neto (1982) comentam que o período de tempo entre o abate da árvore e o desdobro da tora na serraria, oscila entre 7 até 45 dias, e que as toras chegam a permanecer até 30 dias na mata sem qualquer tipo de cuidado preventivo. Para tanto, sugerem racionalização no processo de extração da madeira na mata, e o desdobro das toras no máximo 48 horas após o seu abate, como forma de controlar o problema da mancha azul e o bolor em madeira de *Pinus* spp.

A recomendação de tratamento químico na madeira de seringueira é a mesma para outras madeiras em geral. A escolha do tratamento mais adequado depende da finalidade a que se destina o material.

Existem dois métodos básicos de tratamento: a) com pressão e/ou industriais, o produto químico penetra mais profundamente e atinge através da injeção do preservativo nas células da madeira por pressão, várias combinações entre pressão e vácuo são usadas para atingir níveis adequados de produto químico dentro da madeira; que utilizam equipamentos mais complexos e caros sendo indicado para grandes volumes de madeira; b) tratamento sem pressão e/ou caseiro, os quais não necessitam de equipamentos sofisticados, e consiste no método simples de aplicação de produto preservativo por brocha ou pincel, spray ou banho da parte a ser tratada, garantindo o envenenamento da fonte de nutrientes pelo produto químico adequado (WEHR, 1985; SANTINI, 1988; GALVÃO, 1975; LEPAGE, 1986; MORAES, 1997; OLIVEIRA, 2000; MAGALHÃES e PEREIRA, 2003 e PAES et al., 2005).

O método de imersão simples apresenta um curto período de tempo, não superior a três minutos, por meio do qual ocorre a penetração do ingrediente ativo apenas na camada superficial da madeira, variando de 2 a 5 mm de profundidade, formando uma barreira química à entrada dos reagentes deterioradores (HING, 1993 e MOHD et al., 1994). Empregado em madeiras de alta permeabilidade tais como a bracatinga (PAES, 1991) e seringueira (TAN et al., 1979, HARIDASAN, 1989; e PERIES, 1990).

Desta forma a madeira de seringueira é considerada por Santana (1998), de fácil tratamento, pois apresenta elementos celulares com paredes finas, o que favorece a entrada de preservativos, mas quando não tratada proporciona um ambiente favorável à entrada de microrganismos xilófagos.

Haridasan (1989) salienta que o método mais comum para preservar a madeira de seringueira, consiste em pulverizar ou imergir a madeira logo após o corte em uma mistura de sódio pentaclorofeno1 (contra fungos), bórax a 1-2% (contra insetos) e ácido bórico a 25%. São necessárias três semanas para completar o tratamento. Cada prancha é mergulhada na solução por 5 a 10 minutos e empilhadas uma sobre as outras com um pequeno espaço entre cada uma delas, posteriormente a pilha deve ser coberta com uma lona de polietileno por três semanas. Normalmente utiliza-se esse tipo de tratamento em móveis que não serão

expostos à chuva, pois o boro absorvido pelas células de madeira é solúvel em água, sendo facilmente lixiviado. Segundo Tan et al. (1979) o tratamento por difusão protege a madeira apenas superficialmente.

Déon (1989) também descreve que a imersão rápida baseia-se na característica de algumas formulações químicas solúveis em água se difundirem na madeira com umidade superior a 60%. Quando aplicada em tábuas recém serradas, o produto químico, inicialmente se concentra na superfície da madeira, é diluído até o momento em que os teores se tornam iguais nas camadas internas e externas da madeira. Wehr (1985) resume o fenômeno como tendência de uma substância em uma região de alta concentração, neste caso a solução com produto químico, passa para uma região de baixa concentração, que seja a madeira verde.

Logo após o tratamento por imersão, recomenda-se que a madeira deve ser empacotada, colocando as tábuas sobrepostas umas às outras, com as faces justapostas de forma que não haja circulação de ar entre as peças, por um período que varia entre 6 a 24 horas. Este procedimento potencializa o fenômeno da difusão, favorecendo a penetração e uma maior fixação do preservativo na madeira. A madeira empacotada deve estar em local coberto e protegido de intempéries (Montana, 2010).

Roff et al. (1974) afirmaram que a qualidade da madeira durante a sua estocagem, quando tratada com pentaclorofenato de sódio, diminui com o tempo e que o banho de imersão é mais eficiente na madeira serrada (maior superfície) que na madeira aplainada. As retenções alcançadas com a madeira serrada são de 1/3 a 1/2 maiores que quando aplainadas. A retenção mínima aceitável é de 0,05 mg/cm<sup>2</sup> na madeira devidamente embalada.

Estudos conduzidos por Ilhan e Perten (1976) atestam que o pincelamento das extremidades de toras com pentaclorofenol e bórax, imediatamente após a derrubada da árvore, confere uma boa imunização ao material. Nesse experimento, as toras tratadas permanecem estocadas na floresta por dois meses e foram transportadas com casca para a serraria.

### 3.6.1 Principais produtos químicos usados nos tratamentos de imersão da madeira de *Hevea brasiliensis*

Os produtos químicos preservativos de madeira podem ser classificados como oleosos, que são solúveis em produtos orgânicos e hidrossolúvel aqueles solúveis em água (KATO e TAKEDA, 1970; IPT, 1986 e LEPAGE, 1986).

Para o tratamento temporário de madeira de seringueira as formulações químicas indicadas são os hidrossolúveis, principalmente por não alterarem a coloração natural da madeira e por permitirem um acabamento posterior ao tratamento químico (KRONKA, 2010).

Os produtos preservantes hidrossolúveis são, em geral, soluções de sais tóxicos, amplamente utilizado em todo o mundo. Para Micklewright (1993), esses preservativos são os mais empregados pela indústria de tratamento de madeira, em função da sua fácil aplicação, baixo custo, por manter a aparência clara da madeira após o tratamento, além de possuírem um largo espectro de atuação devido suas características (MILANO, 1981).

Hayward et al. (1984) avaliaram o efeito de 49 combinações de formulações fungicidas na prevenção do ataque de fungos causadores de mancha, bolor e apodrecimento, através de ensaio rápido em laboratório, utilizando madeira de *Pinus radiata*. As combinações que apresentaram maior eficiência no controle destes fungos foram metil tiofanato + clorotalonil, seguido de perto pela combinação do metil tiofanato + benzisotiazolona e metil tiofanato + ditio-bis (benzmetilamido).

Eslyn (1983) testaram a eficiência do 3-iodo-2 propinil butil carbamato (IPBC) como fungicida isolado e combinado com bórax e com sorbato de potássio em diferentes níveis de concentração, através de experimentos de campo, no controle de manchas em tábuas de *Liriodendron tulipifera* e *Pinus echinata*. E nesse estudo puderam observar uma boa proteção contra fungos manchadores utilizando o pentaclorofenato de sódio (PCP-Na) e o Quinolinolato de cobre-8.

O pentaclorofenato de sódio (PCP-Na) tem sido uma formulação química mais amplamente utilizada no tratamento da madeira, incluindo a seringueira (Moldrup, 1993), contra fungos manchadores e emboloradores. Segundo Cserjesi e Johnson (1982), a reação PCP-Na com os componentes ácidos da madeira, promove a conversão dos

seus sais em fenóis insolúveis na superfície da madeira.

O Pentaclorofenol é um preservativo organoclorado obtido pela cloração direta do fenol e o cloro, até a completa substituição de todos os átomos de hidrogênio por átomos de cloro, de baixa pressão de vapor e essencialmente insolúvel em água. É extremamente tóxico aos organismos xilófagos, não é volátil e é resistente a lixiviação. O pentaclorofenol pode ser utilizado juntamente com outros preservantes aumentando a eficiência destes, principalmente em situações bastantes desfavoráveis a madeira (MENDES e ALVES, 1988 e CAVALCANTE, 1982).

Entretanto, as restrições com relação ao uso deste organoclorado têm aumentado devido, principalmente, a presença de dioxinas tóxicas, que podem gerar graves problemas aos seres humanos, inclusive alterações cromossômicas, conforme indica o trabalho de Bauchinger et al. (1982), e ao seu impacto sobre o meio ambiente (Eaton e Hale, 1993). Assim, Costa (1999) relata que em alguns países, com a Suécia e Japão, seu uso foi proibido desde o início da década de 1980.

Contudo no Brasil, apesar de sua utilização ser proibida para fins agropecuários (Portaria nº 329, de 02/09/1985 do Ministério da Agricultura - MA), o PCP-Na continua permitido para o tratamento preservativo de madeiras (Portaria nº 424, de 07/11/1985).

### **3.6.2 Efeito do tratamento de imersão na resistência ao manchamento e a deterioração por cupins em tábuas de *Hevea brasiliensis*.**

Balasundaran e Gnanaharan (1990) observaram que a madeira de seringueira tratada com uma solução composta por 10 % de bórax e ácido bórico por 0,5% de pentaclorofenato de sódio (PCP-Na) foi altamente resistente ao ataque de fungos apodrecedores.

Entretanto Shields et al. (1974), descrevem produtos não convencionais para inibir a contaminação por fungos manchadores, em experimentos com *Pinus* recém cortados, verificaram que o óxido de zinco em meio amoniacal, para banho de imersão rápido, mostrou ser eficiente contra mancha azul e outras descolorações da madeira.

Atrelado a essas informações Hulme e Thomas (1975), verificam que a soluções de zinco são mais eficazes que o pentaclorofenato de sódio no controle de manchas produzidas por fungos e que as soluções amoniacas sem zinco são ineficientes.

Cserjesi e Roff (1975), citam que compostos amoniacaais de óxido de zinco e tiocianatos de zinco mostraram ser mais efetivos que o carbonato de zinco nos testes contra 7 espécies de fungo manchador e bolores, entretanto, ambos os compostos produzem manchas de coloração verde oliva e pontos cinza claro sobre a madeira.

Para a eficácia no controle de insetos xilófagos, o Lindane conhecido como Cipermetrina ou gamma-hexachclohexame ( $\gamma$ -HCH) também é reconhecido pelo seu impacto negativo sobre o meio ambiente e o ser humano. Diversas alternativas ao Lindane são apresentadas, como é o caso dos piretróides sintéticos notadamente as permetrinas e as decametrinas, que são derivados sintéticos dos ácidos crisantêmicos (SAMPAIO e GUERRA, 1988). Segundo Lepage (1986) a permetria apresenta um coeficiente de segurança (CS) de 2200, 63 vezes superior ao Lindane, que é 35. Contudo, Hong *et al.* (1982) salientam que estes produtos, apesar de sua eficiência, possuem baixa utilização em razão do seu alto custo de mercado. Entretanto Santana (1998) transcreve uma alternativa de uso no controle de ataque de insetos xilófagos, o composto de boro, na forma de bórax e ácido bórico sendo muito eficiente, inodoros e muito menos tóxicos para os seres humanos do que o Lindane ( $\gamma$ -HCH).

Se por um lado à eficiência do PCP-Na e do Lindane ( $\gamma$ -HCH) são reconhecidas devido ao amplo espectro de ação e a versatilidade em uso, por outro, eles representam uma ameaça à saúde humana e ao meio ambiente. O grande desafio da maioria das pesquisas na área do desenvolvimento de novas formulações químicas para o tratamento de madeira tem sido aliado na eficácia do preservante à sua baixa toxidez ao meio ambiente e ao homem (BUTCHER, 1985; PIZZI, 1993 e COSTA, 1999).

Já o Quinolinolato de Cobre-8 é um produto incolor organocúprico, que de acordo com Nicolas (1999) é derivado da reação entre o cobre com o quinolinol, podendo ser formulado tanto em água como em solventes hidrocarbônicos. Galvão (1975) o descreve como indoro e incolor, possibilitando acabamento posterior da madeira. Foi aprovado para tratamentos de materiais que estejam em contato com alimentos. Costa (1999), acrescenta que, além de mostrar bom desempenho no controle e prevenção da mancha e do bolor, o Quinolinolato de Cobre-8 está entre as mais promissoras formulações em relação

àquelas que apresentam baixo risco à saúde humana e ao meio ambiente. No Brasil este produto é classificado na classe toxicológica IV (ANVISA, 2010).

O Tribromofenato de Sódio (TBP-Na) é um produto organobromado hidrossolúvel de ação fungicida (Anvisa, 2010). Moldrup (1993) menciona o TBP-Na como produto alternativo ao uso do PCP-Na, principalmente por ser este menos tóxico quando comparados seus valores relativos à Dose Letal Oral (LD<sub>50</sub>). A produção nacional do TBP-Na corresponde a apenas 0,8% da soma total dos preservativos químicos (Costa et al. 2002). Neto (2003) enfatiza que a madeira de seringueira é altamente suscetível ao ataque de fungos manchadores em condições de campo, quando submetida ao tratamento adequado às formulações à base de Tribromofenato de Sódio combinado com Lindane ( $\gamma$ -HCH), apresentaram bons resultados.

A Tabela 8 apresenta a composição das formulações de PCP-Na, Quinolinolato de Cobre-8, TPB-Na e Lindane utilizada nos produtos comerciais, obtidas junto aos fabricantes dos respectivos produtos.

Tanto o Quinolinolato de Cobre-8 como o TBP-Na, se apresentam como potenciais substitutos ao PCP-Na. Como formulações químicas alternativas ao Lindane são relacionados principalmente os piretróides sintéticos, tais como as cipermetrinas ou deltametrinas. Moldrup (1993); Santana (1998) e Neto (2003) ressaltam que o custo destas formulações ainda é muito alto, restringindo sua utilização comercial.

Milano (1981), quando da realização de testes de campo com uma série de formulações visando a proteção de madeira recém serrada de *Pinus elliottii*, identificou o 2-(tiocianometiltio) benzotiazol (TCMTB) a 1,5% como uma alternativa ecologicamente mais interessante que o PCP- Na, no controle de fungos manchadores.

**Tabela 8.** Características das formulações químicas utilizadas comercialmente para a preservação de madeira.

Formulação do produto	Denominação	Concentração do ingrediente ativo
Pentaclorofenato de sódio		31,230% p/v
Borax		3,00% p/v
Tensoativos	PCP-Na	0,660% p/v
Corante		0,28% p/v
Água		100%
Quinolinolato de Cobre-8		2,0%
Bórax decaidratado	Cobre-8	59,0 %
Água e ingredientes inertes		39,0%
Sal de sódio do 2,4,6 – tribromofenol (tribromofenato)	TBP-Na	64%
Isômeros Gama do 1,2,3,4,5,6		
Hexaclorociclohexano		
Emulsionante	Lindane	10% p/v
Solvente		100%

Legenda: p/v (porcentagem em massa do volume – indica a massa em gramas do soluto em 100ml de solução)

A Tabela 9 apresenta as propriedades toxicológicas dos ingredientes ativos utilizados para o tratamento de madeira. Lepage (1986) comenta que quanto menor a LD<sub>50</sub> mais tóxico será o produto.

**Tabela 9.** Propriedade toxicológica das formulações à base de Pentaclorofenato de Sódio, Tribromofenato de Sódio, Quinolinolato de Cobre-8 e Lindane.

Ingredientes ativos	Propriedades toxicológicas
Pentaclorofenato de Sódio	218 <sup>a</sup>
Tribromofenato de Sódio	1.400 <sup>a</sup>
Quinolinolato de Cobre - 8	4.700 <sup>a</sup>
Lindane	200 <sup>b</sup>

Legenda: LD<sub>50</sub> Lethal Dosis 50%, ou seja dose letal para 50% da população em teste. Trata-se de um parâmetro toxicológico para determinar se uma substância é tóxica ou não para uma determinada espécie. Sendo <sup>a</sup> Dose Letal Oral (Ld<sub>50</sub>) para ratos em mg/kg; <sup>b</sup> Dose Letal Oral (LD<sub>50</sub>) para mamíferos em mg/Kg.

Costa (1999), realizou um avaliação do desempenho de quatro formulações químicas de baixa toxicidade, isoladas e combinadas entre si, na proteção da madeira de *Pinus taeda* a fungo manchadores e emboloradores. A formulação de tri-n-butyltin choride (TBTO) a 0,000061% com o Iodo Propinil Butil Carbamato (IPBC) a 0,125% de concentração de ingredientes ativos foi a que melhor protegeu as camadas externas e internas das tábuas do ataque destes microrganismos, com uma eficiência equivalente às formulações à base de PCP-Na a 0,7%, TBP-Na a 5% e Quinolinolato de Cobre-8 a 4%, que foram utilizados como referências. Também a combinação TBTO a 0,000046% com o IPBC a 0,0938% e o TBTO a 0,000076% com o IPBC a 0,1563%, apresentaram resultados muito próximos aos da combinação citada, mostrando serem boas alternativas para o tratamento temporário da madeira de *Pinus taeda*.

Wong e Sabri (2000) experimentaram com uma boa eficiência a formulação de MBT 0,03% + 2-Thiocyanomethylthio benzotiazol (TCMTB) 0,03% no controle de fungos manchadores.

Dickinson (1977) testou em madeiras verdes de *Pinus sylvestris* um amplo espectro de biocidas contra mancha azul e bolores. O metilenobistiocianato (MBT) mostrou eficiente no controle de mancha azul a uma concentração entre 0,1 a 0,3%.

Experimentos conduzidos por Duguet e Dartigues (1987) concluíram que a combinação de TCMTB (50g/L) + metil-bis-tiocianato (MBT) (50g/L) + Deltametrina (2,5g/L), tanto a 6% quanto a 15% de diluição, foi eficiente no controle do manchamento e do ataque de insetos em madeira serrada de seringueira.

## 6. MATERIAL E MÉTODOS:

### 6.1 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo está localizada no município de Macaubal, região noroeste paulista do Estado de São Paulo, cuja propriedade está situada entre as coordenadas geográficas: 20° 52' 31" S e 49° 55' 53" O, e apresenta uma altitude de 516 m.

A madeira utilizada no presente estudo foi proveniente de um povoamento homogêneo de seringueira *Hevea brasiliensis* Mull Arg. clone RRIM 600 com 26 anos de idade, no qual apresentava um espaçamento de 3m x 8m, resultando em uma densidade de 416 indivíduos por hectare.

A área do seringal em estudo apresenta 42,50 hectares, um clima tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso, portanto do tipo Aw na classificação de Koppen. A temperatura média anual é de 24,1 °C, tendo uma média mensal de 20 °C na estação fria e 26,3 °C na quente. A precipitação média anual é de 1.300mm, apresentando nos meses mais seco precipitações médias mensais inferiores a 60 mm (Antunes, 1986). O local da seleção e coleta das árvores é evidenciado na Figura 1.



**Figura 1.** Plantio de *Hevea brasiliensis* clone RRIM 600, com 26 anos de idade, Macaubal/SP

## **6.2 Seleção das árvores no seringal**

Foram selecionadas 6 árvores de seringueira foi realizado no povoamento por uma avaliação dendrométrica do diâmetro a altura do peito (DAP). As árvores selecionadas foram marcadas e classificada na classe de 30 à 35 cm de diâmetro (DAP) como observado na Figura 2.



**Figura 2.** Seleção dendrométrica das 6 árvores de *Hevea brasiliensis*

A operação de abate das árvores foi realizada com auxílio de uma motosserra cortadas o mais próximo possível do solo para aproveitar ao máximo a área do fuste das árvores de *H.brasiliensis*.

### **6.3 Corte das árvores e preparo do material**

Após a derrubada das árvores foram demarcadas as classes de diâmetros no topo de cada fuste com o auxílio de um giz de cera. Em seguida as toras foram traçadas em secções de 2,5 metros de comprimento.

Posteriormente foram retirados discos de 40 mm de espessura, sendo o primeiro localizado na base da árvore, o segundo discos no topo da tora, como demonstrado em detalhes na Figura 3.



**Figura 3.** A) Retirada do disco da base da árvore de *Hevea brasiliensis*; B) Comprimento da tora com 2,50 metros; C) Marcação dos discos com lápis cópia e D) Dois discos representativos para a obtenção da massa específica básica da madeira de *H. brasiliensis*.

Todo o material foi identificado com lápis cópia e os discos armazenados em sacos plásticos e transportados ao Laboratório de Secagem e Preservação da Madeira pertencente a FCA-UNESP de Botucatu/SP. Para este estudo, foram utilizadas toras agrupadas na seguinte classe diamétrica 30 à 35 cm.

Após o traçamento das toras as mesmas foram transportadas para uma serraria, localizada no distrito industrial do município de Poloni-SP. As toras foram desdobradas em pranchas com 100 mm de espessura, em uma serra de discos duplos com as seguintes características: diâmetro dos discos: 400mm; RPM do motor: 1800 RPM; potência de cada motor: 4 Hp; altura do corte máximo da serra: 1000 mm; espessura do disco: 3 mm e espessura do corte do disco de 6 mm.

Durante o processamento da madeira das toras de *Hevea brasiliensis*, cada tora foi desdobrada de maneira a obter apenas as pranchas centrais, perfeitamente orientadas com relação aos anéis de crescimento (orientado radialmente) e com espessura final de 100mm, conforme sistema de corte apresentado na Figura 4.



**Figura 4.** A) Serra de disco duplo utilizada no desdobro das toras; B) Detalhe do alinhamento e orientação do pranchão central; C) Retirada das costaneira e D) Detalhamento na finalização do pranchão central das toras de *Hevea brasiliensis*.

Após a retirada dos pranchões centrais aplicou-se sobre ele, uma solução preservativa à base do ingrediente ativo 2,4,6 -Tribromofenol a 4,0% de concentração (conforme a recomendação do fabricante) Figura 5.

Com auxílio de um pulverizador costal da marca Stihl modelo 5G 20, com o objetivo do preservativo penetrar superficialmente na madeira e em rachaduras ou outras aberturas que a madeira possa vir apresentar, inibindo a ação e possível infestação de fungos manchadores antes da retirada dos corpos de prova. O pranchão central logo após o tratamento foi empacotado com auxílio de uma lona plástica preta e fita adesiva, e em seguida transportados para o Laboratório de Secagem e Preservação da Madeira pertencente a FCA-UNESP de Botucatu/SP.



**Figura 5.** Aplicação do preservativo (2,4,6 –Tribromofenol) por pulverização na superfície do pranchão central afim evitar a possível infestação de fungos manchadores antes da retirada dos corpos de prova.

### 6.3.1 Determinação do teor de umidade e da massa específica básica das toras

Os ensaios para a determinação da massa específica básica e do teor de umidade das toras foram realizados utilizando todos os discos coletados entre as toras e o topo do fuste de cada árvore. Uma média simples entre a massa específica básica dos discos e o teor de umidade médio de cada um deles, representou cada tora envolvida no estudo.

A umidade inicial com base em massa seca foi determinada pelo método da estufa ou gravimétrico e através do uso da equação (1).

$$U\% = \frac{Mu - Ms}{Ms} * 100 \quad (1)$$

Sendo:

$U\%$  = Umidade da madeira, %;

$Mu$  = Massa úmida, g;

$Ms$  = Massa seca em estufa à  $103 \pm 2$  °C até massa constante, g.

Para determinar a massa específica básica, utilizou-se uma balança de precisão de 0,1g e uma estufa com regulagem de temperatura à  $103 \pm 2$  °C. A massa específica básica foi determinada pelo método de amostras saturadas em água, ou seja amostras com volumes saturados ou máximos. A equação (2) estabeleça o empuxo.

$$E = \rho \cdot V \cdot g \quad (2)$$

Onde:

$E$  = empuxo;

$\rho$  = densidade ou massa específica da água, g/cm<sup>3</sup>;

$V$  = volume da amostra, cm<sup>3</sup>;

$g$  – aceleração da gravidade local, cm/s<sup>2</sup>.

Desta forma, levando-se em consideração o sistema de unidades CGS, pode-se considerar a equação (3)

$$E \cong V \quad (3)$$

Onde se pode interpretar que o empuxo exercido por uma massa em gramas (convertendo 1 Kg para N), o valor é numericamente igual ao volume em cm<sup>3</sup>.

A estufa proporcionou a obtenção da massa seca das amostras após completa secagem  $103 \pm 2$  °C, tnedo como indicativo, leituras repetidas de massa, ou seja, massa constante.

Desta forma pela equação (4), obtem-se a massa específica básica, oferecendo mais uma caracterização da madeira estudada.

$$Meb = \frac{Ms}{Vsat - Vsi} \quad (4)$$

Onde:

$Meb$  = massa específica básica, g/cm<sup>3</sup>;

$Ms$  = massa seca em estufa à  $103 \pm 2$  °C até o peso constante, g;

$Vsat$  = volume saturado, g; e

$Vsi$  = volume saturado imerso, g.

### 6.3.2 Preparo dos corpos de prova da madeira juvenil e adulta de *Hevea brasiliensis*

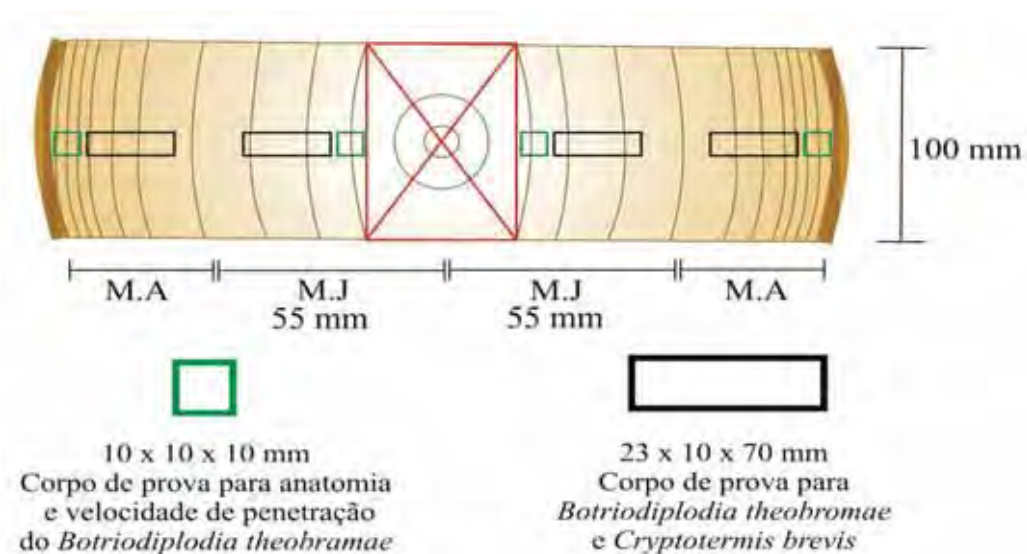
Os 6 pranchões centrais de *Hevea brasiliensis* devidamente embalados foram transportados a Marcenaria pertencente a Faculdade de Medicina da UNESP de Botucatu-SP, onde foram desdobrados em tábuas utilizando-se uma serra circular, seguindo um padrão de corte tangencial, em dimensões de 100 mm X 2500 mm, respectivamente em espessura e comprimento, sendo que a largura variou de acordo com o diâmetro das toras. A Figura 6 evidencia de fato, todo o processo de desdobro do pranchão central em corpos de prova.



**Figura 6.** A) Prancha central empacotada com lona plástica após o desdobro na serraria em Poloni-SP; B) Prancha central desdobrada ao meio e subdividida em três seções; C) e D) Processamento e confecção dos corpos de prova em suas respectivas regiões e orientações; E) corpos de prova separados e numerados para o ensaio de ASTM 4445 (2003) e IPT (1980) e E) corpos de provas para o ensaio anatômico e velocidade de penetração fungo manchador.

Durante o desdobro dos pranchões centrais foi delimitada a região do lenho juvenil segundo Ferreira (2011), ocorre iniciando na medula até os primeiros 55 mm de raio e posteriormente segue a ocorrência do lenho adulto até a região mais externa do fuste, próximo ao cambio.

De acordo com a literatura, foram demarcadas e separadas duas regiões de cada pranchão central, na direção radial da árvore madeira juvenil (MJ), madeira adulta (MA). Por fim, de cada pranchão foram confeccionados os corpos de prova, previamente classificados em dois grupos, de acordo com o tipo de lenho (juvenil ou adulto), como ilustrado na Figura 7 que indicam as posições da retirada dos corpos de prova em seus respectivos lenhos.



**Figura 7.** Esquema para a retirada dos corpos de prova para o material em estudo.

Para a preparação e confecção dos corpos de prova foi considerado um prazo máximo de 48 horas da derrubada das árvores e coleta das toras nos campo, conforme sugerido pela literatura e pela norma ASTM- 4445 (2003). Separou-se uma quantidade significativa pré-estabelecidos para possível repetição de cada ensaio. Os corpos de prova foram separados e armazenados e resfriados em sacos de polietileno, hermeticamente embalados.

A retirada dos corpos-de-prova foi baseada no ensaio ASTM 4445, no qual a madeira deve apresentar o teor de umidade acima de 40%, sem manchas ou defeitos para garantir a precisão do estudo. As dimensões dos corpos-de-prova para o ensaio e avaliação do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* foram 20 mm secção transversal, 10 mm de espessura e 70 mm no sentido longitudinal na região do lenho juvenil e posteriormente no lenho adulto. Para atender as exigências estatísticas utilizou-se uma quantidade de 5 repetições para cada tipo de lenho em cada secção, totalizando 15 repetições por árvore, para cada tipo de lenho e tratamento químico, totalizando 540 corpos de prova.

#### **6.4 Coleta e isolamento do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae*.**

Foram coletadas aleatoriamente 5 plantas doentes em um talhão de seringueira, pertencente ao Departamento de Defesa Fitossanitária da FCA - UNESP de Botucatu/SP, com incidência da doença de morte descendente, cancro do enxerto e podridão do caule, no qual está associado a penetração do fungo *Botryodiplodia theobromae* no interior dos tecidos da planta através de ferimentos e rachaduras da casca causadas por agentes físicos ou biológicos.

Das árvores que apresentavam claramente os sintomas de doença de morte-descendente foram coletadas amostras do tecido da região contaminada e sadia do caule das árvores de *Hevea brasiliensis* RRIM 600 conforme demonstrado na Figura 8 para permitir melhor avaliação no laboratório.



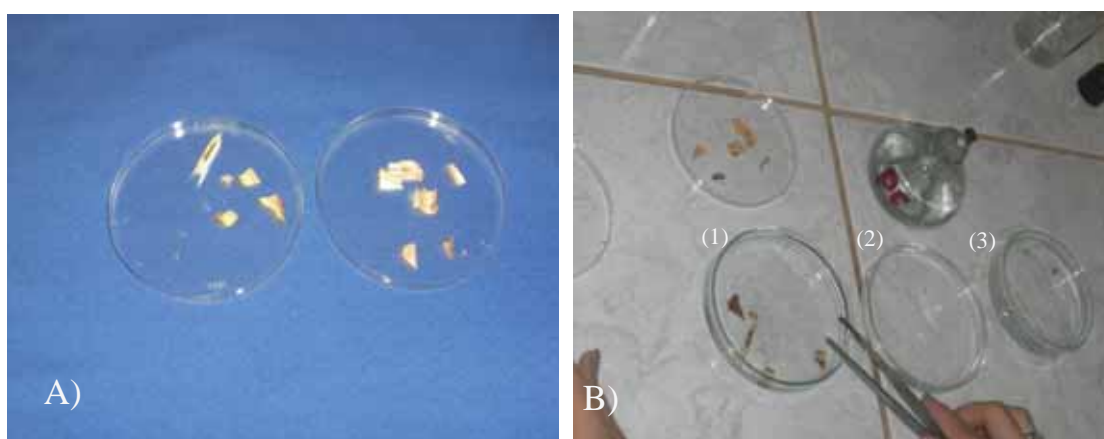
**Figura 8.** A) Sintomas da Podridão-do-caule, na região de soldadura do enxerto e progride no sentido ascendente, formando um V invertido e B) Coleta do material na região do caule com os sintomas característicos da Podridão-do-caule na seringueira causado por *Botryodiplodia theobromae*.

O isolamento do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* foi elaborado a partir da retirada de 5 a 8 pequenos pedaços de tecidos da região de transição do lenho doente e sadio dos troncos das plantas de *H. brasiliensis* afetadas demonstrada na Figura 8. A desinfestação foi feita mergulhando-se os tecidos em álcool 96°GL e posteriormente deixados em hipoclorito de sódio durante 1 minuto e meio. A fonte de hipoclorito usado foi “água sanitária”, na proporção de 2:1; v.v (Figura 9). Após a desinfestação, os pedaços de tecidos foram colocados em placas de Petri com meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar) e incubados em estufa à 25°C, por 15 dias.

Após a incubação, evidenciado o crescimento micelial, partes das colônias foram transferidas para outras placas de petri com meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar), Difco® (39 g/L) e oxitetraciclina (0,06 g/L), depois foram mantida em Biological Oxygen Demand (BOD) a temperatura de 25±1 °C, durante 8 dias. A cultura foi registrada no livro de registros de materiais do Laboratório de Fitossanidade pertencente ao Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Estadual Paulista, sob o número de registro Fito 2960-3E.

A preservação em óleo mineral foi feita a partir de tubos de ensaio contendo meio BDA, este foi autoclavado e distribuído para os tubos contendo 5 mL de meio, após autoclavagem foram colocados em inclinação para sua solidificação. Na câmara de fluxo laminar foram colocados discos de 7 mm no centro e tampados com algodão esterilizado e, mantidos em BOD a temperatura de 25 °C, durante 5 dias. Após seu crescimento foram depositados 6 mL de óleo mineral autoclavado, ficando um centímetro acima do crescimento do fungo (SIERRA, 2010).

A preservação, do método Castelani foi feita em frascos de penicilina contendo 10 mL de água esterilizada e autoclavada. Foram adicionados oito discos de 7mm da colônia fúngica e posteriormente foram tampados com tampa de borracha e lacre de alumínio e, finalmente, fechados com alicate de recrava (SIERRA, 2010)



**Figura 9.** A) Pequenos pedaços dos tecidos da região de transição do lenho contaminado e sadio retirado do tronco da árvore *Hevea brasiliensis* e B) A desinfestação dos tecidos em álcool 96°GL por 1 minuto condição (1) e posteriormente deixados em hipoclorito de sódio durante 1 minuto e meio (2) e por último hidratado com água destilada por mais um minuto.

### **6.4.3. Identificação do fungo**

A identificação do fungo foi feita através do estudo das características morfológicas apresentadas, comparando-as com espécies já descritas na literatura, (Punithalingam, 1976 e Sutton, 1980). Em cultura na placa de petri com BDA, a colônia de *Botryodiplodia theobromae*, apresentou coloração de acinzentada à negra, com abundante micélio aéreo. Formam picnídios simple ou compostos, frequentemente agregados, estromáticos, ostiolados, subovóides para elipsóide – oblongos, com parede espessa a base truncada. Os coídios maduros de *Botryodiplodia theobromae*, apresentaram dimensões que variaram entre (18 - 25) X (10 - 15)  $\mu\text{m}$ . As paráfises presentes são hialinas, cilíndricas, algumas vezes septadas, tendo mais de 50  $\mu\text{m}$  de comprimento.

## **6.5 Tratamento químico preservativo da madeira de *Hevea brasiliensis*.**

### **6.5.1 Seleção das formulações químicas utilizadas no processo preservativo dos corpos de prova.**

Para a execução dos trabalhos, foi estabelecido um cronograma de atividades que permitisse o tratamento dos corpos de provas num período inferior a 48 horas, após o abate das árvores.

As formulações químicas utilizadas são denominadas por seus ingredientes ativos principais. Os corpos de provas ainda verdes da madeira de seringueira do lenho juvenil e adulto foram preservadas pelo método simples de imersão segundo critérios de diluição, período de imersão e de empacotamento, mostrado na Tabela 10 conforme o portfólio vigente pelos fabricantes dos produtos preservativos representados por Jimo Química Industrial Ltda; Montana Química S/A; Isograma Industria Química Ltda e Lanxess Indústria de Produtos Químicos e Plásticos Ltda.e a metodologia proposta pela norma ASTM 4445 (2003) adaptada para as condições e legislações brasileira. Para a escolha das formulações químicas levou-se em consideração a sua disponibilidade no mercado, bem como sua facilidade de aquisição e uso.

**Tabela 10.** Produtos químicos utilizados para o tratamento de *Hevea brasiliensis*, seus ingredientes e períodos de imersão empregados no tratamento dos corpos de prova.

Ingredientes ativos	Concentrações (%)	Período de imersão (s)	Empacotamento (horas)
Quinolinolato de Cobre - 8 e Carbendazim <sup>1</sup>	4,0	30	24
2-4-6 Tribromofenol (TBF) <sup>1</sup>	4,0	30	24
Extrato Vegetal - ingrediente ativo Tanino <sup>1</sup>	6,0	30	24
Carbendazim e Prochloraz <sup>1</sup>	4,0	30	24
Ciflutrina <sup>2</sup>	6,0	60	24
Cipermetrina (C-10) <sup>2</sup>	8,0	60	24

Sendo: 1 – Fungicida; e 2 – Inseticida.

Os ingredientes ativos selecionados em suas respectivas concentrações e características físicas dos produtos preservantes foram os seguintes:

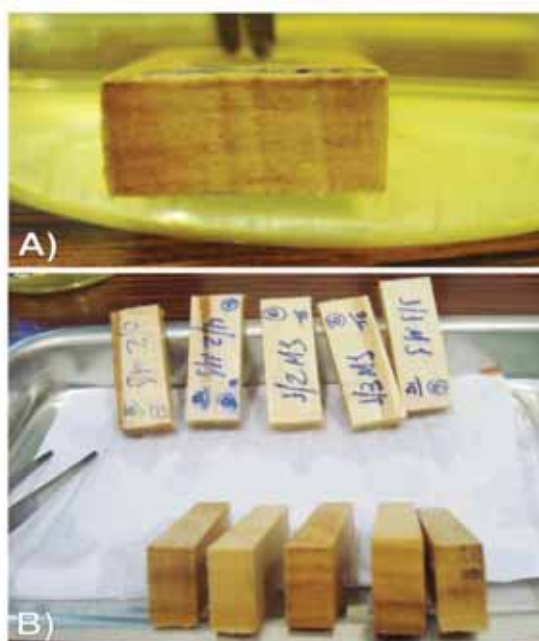
- Tratamento 1 - Quinolinolato de Cobre – 8 e Carbendazim a 4,0 % volume/volume seguindo o portfólio, com aspecto de líquido viscoso;
- Tratamento 2 – Ingrediente ativo 2-4-6 Tribromofenol a uma concentração de 4,0% volume/volume, em solução de líquido transparente âmbar;
- Tratamento 3 – Ingrediente ativo a base de Tanino a uma concentração de 6,0% volume/volume, em solução aquosa;
- Tratamento 4 - Ingrediente ativo a base de Carbendazim e Prochloraz a 1,0% volume/volume, em solução Supo-emulsão para fungos manchadores;
- Tratamento 5 – Ingrediente ativo a base de Ciflutrina a 4,0% de concentração volume/volume;
- Tratamento 6 – Ingrediente ativo a base de Cipermetrina a uma concentração de 6,0 % volume/volume para cupim de madeira seca caracterizado por solução aquosa incolor.

Desta forma, foram empregadas quatro formulações químicas prontas comercialmente para avaliação da infestação do fungo manchador e duas formulações químicas específicas para cupim de madeira seca, tanto no lenho juvenil quanto no lenho

adulto. Para cada tratamento foram utilizadas dez repetições, conforme preconiza a norma técnica ASTM 4445 (2003).

### 6.5.2 Tratamento preservativo dos corpos de prova por imersão.

Após o preparo das soluções e com suas respectivas concentrações, foi realizado o tratamento de imersão, em Becker de 600 ml, acomodando e inserindo o corpo de prova por vez até o fundo do recipiente. Após inserir todos os corpos de prova na solução e concentração química preparada, durante 30 segundos, para os tratamentos de 1 à 4 e 60 segundos para os tratamento 5 e 6, retirou-se o material, e acomodou-se sobre uma bandeija de alumínio um período de 12 horas, a fim de retirar o excesso de solução química aderida e promover maior fixação do ingrediente ativo (MILANO, 1984). A Figura 10 permite a visualização de melhor detalhamento do procedimento prático adotado.



**Figura 10.** A) Detalhe do tratamento de imersão sobre o corpo de prova e B) Acomodação dos corpos de prova sobre a bandeija de alumínio a fim de retirar o excesso da solução.

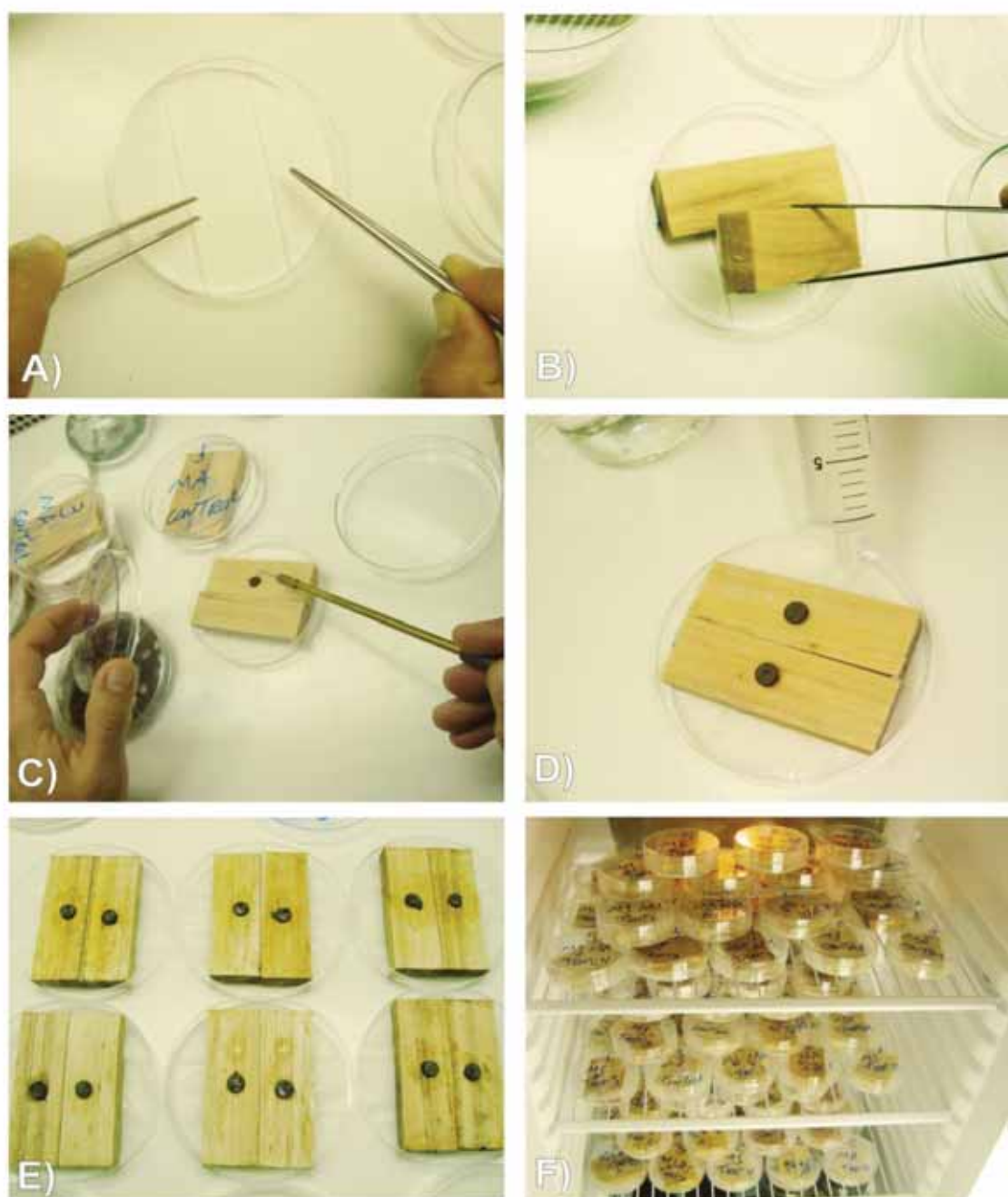
Após a drenagem do excesso de solução dos corpos de prova, os mesmos foram embalados em sacos plásticos, a fim de que o ingrediente ativo tenha tempo necessário a ser fixado na madeira, por um período de 24 horas, segundo a recomendação do

Portfólio de cada produto químico fornecido pelos fabricantes: - Jimo Química Industrial Ltda; Montana Química S/A; Isograma Industria Química Ltda e Lanxess Indústria de Produtos Químicos e Plásticos Ltda e fornecedores químicos dos produtos comercializados.

### **6.5.3 Ensaio de resistência ao fungo manchador.**

A metodologia proposta para o ensaio de resistência ao fungo manchador foi seguindo na norma ASTM 4445 (2003) mantida em uma temperatura de  $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , e a umidade relativa entre 70 a 80%, adaptada para as condições e legislações brasileira. Para efetuar a inoculação do fungo manchador na madeira de seringueira manteve-se a umidade alta (70%) nas placas de Petri, durante o período de teste. Para tanto, foram inseridas duas camadas de papel absorventes no fundo de cada placa de Petri, umedecendo-os com água destilada. Para evitar as bolhas de ar presas entre os discos de papel absorventes sobre o fundo da placa de Petri, os mesmos foram pressionado com o auxílio de um bastão esterilizado.

Após essa etapa foram inserida duas varetas de vidro com 3 mm de diâmetro cada em cima do papel para posteriormente acomodar os corpos de prova tratados quimicamente a espera da inoculação do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae*, conforme ilustrado na Figura 11 .



**Figura 11.** A) Disposição dos bastões de vidro sobre o papel filtro; B) Acomodações dos corpos de prova sobre os bastões de vidro; C) Inoculação do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* sobre a superfície da madeira; D) Umidecendo os papeis filtro com água destilada; E) Corpos de prova inoculados e E) Ensaio montado e acomodado dentro da BOD com as condições de umidade e temperatura controlada.

### 6.6.3 Avaliação qualitativa e quantitativa do teste de inoculação do fungo manchador na madeira de seringueira.

Após 4 (quatro) semanas de inoculação do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae*, a estimativa do crescimento do fungo foi realizada de modo visual e utilizando uma escala de pontuação de 0 a 3, sendo 3 intensidade máxima segundo preconiza Benko e Highley (1990). A porcentagem sobre a intensidade do crescimento e a descoloração da madeira de *Hevea brasiliensis* nos lenhos juvenil e adulto, está diretamente relacionada à atividade e velocidade de penetração do fungo manchador na madeira de seringueira.

Como parâmetro de complementação à norma ASTM 4445 o monitoramento das escalas de nota existentes na literatura para fungo manchador descrita por Benko e Highley (1990) foi utilizadas conforme demonstra a Tabela 11. Essa escala avalia o percentual do grau de manchamento da madeira, na mensuração de danos causados qualitativamente.

**Tabela 11.** Escala de Manchamento proposta por Benko e Highley (1990). com modificações pelo autor para avaliação do crescimento micelial na madeira.

Notas	Sinais e Manchas
	<u>Sem mancha</u>
0	Sem sinais visíveis de manchamento ou fungos na superfície. Não sofreria alteração no seu valor comercial
	<u>Madeira ligeiramente manchada</u>
1	Pontos minúsculos e individuais, com diâmetro máximo de 2 milímetros. Com até 40% de sua superfície infectada, sofreria certa desvalorização da madeira
	<u>Madeira moderadamente manchada</u>
2	Ao menos um terço da superfície manchada ou com manchas em linhas em até um meio da superfície; Manchas e/ou fungos cobrindo entre 40 a 70% da superfície da madeira. Madeira extremamente desvalorizada no mercado consumidor
	<u>Madeira severamente manchada</u>
3	Mais de 70% da superfície manchada; manchas cobrem que por total a superfície da madeira. Madeira rejeitada pelo mercado consumidor

Concomitantemente, foi realizada uma avaliação quantitativa por análise de imagens, referente à área de infecção do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* nos diferentes tipos de lenhos e tratamentos químicos. Para a observação e infestação do fungo manchador sobre a madeira de seringueira, utilizou-se um suporte de apoio desenvolvido no Laboratório de Secagem e Preservação da Madeira (UNESP-Botucatu/SP) para acoplar uma câmera digital, e obter uma imagem do corpo de prova infectado. Essas imagens capturadas foram registradas na forma de arquivo com extensão *jpeg*, com auxílio de um software que delimita e quantifica a área contaminada (manchada) sobreposta sobre uma área sadia (coloração natural da madeira) por variação de cor.

As imagens foram analisadas por um software desenvolvido por Alex Sander Porcena, no qual foi possível obter a segmentação das regiões de interesse da imagem que foram quantificadas em valores e medidas de áreas conforme Gonzalez e Wood (1993); Van den Bulcke et al. (2005) e Van den Bulcke et al. (2006) enfatizam a possibilidade da determinação da área ocupada pelo desenvolvimento e crescimento micelial em medidas. O software desenvolvido foi embasado no programa gratuito AFSoft da Embrapa Instrumentação Agropecuária, que é uma ferramenta para análise foliar (CASTRO, 2009).

## **6.5 Análise e avaliação da velocidade de penetração do fungo manchador na madeira de *Hevea brasiliensis***

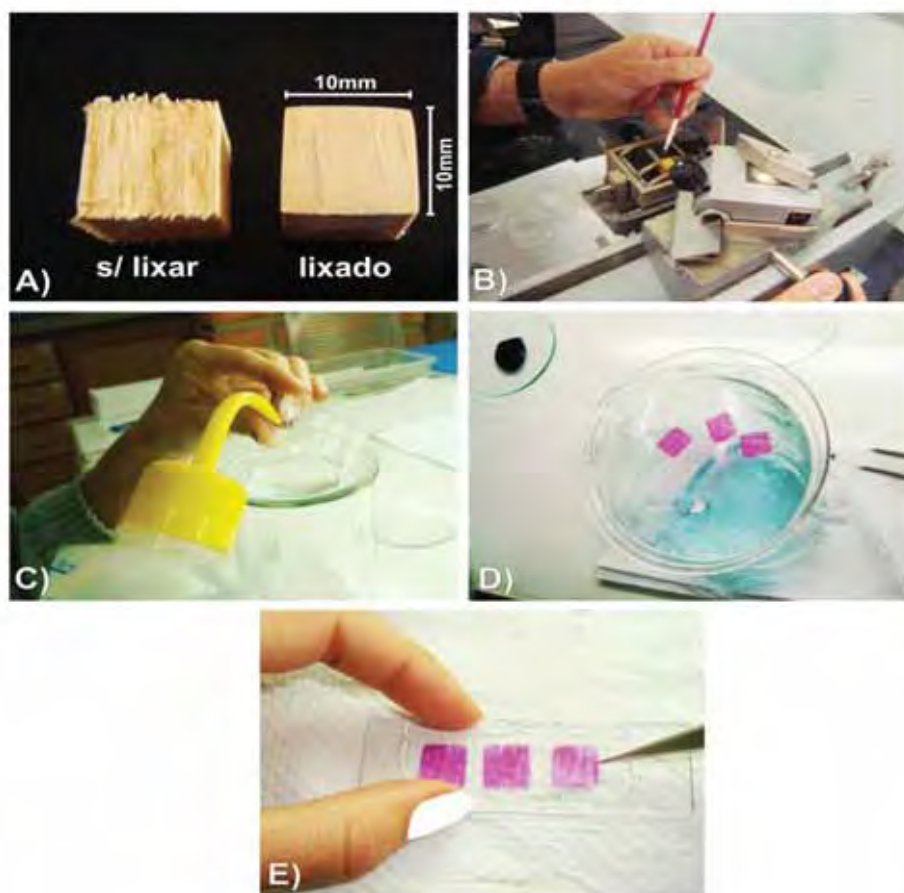
### **6.5.1 Análise microscópica**

Para uma análise anatômica microscópica coerente foram adotadas Normas de Procedimentos em Estudos em Anatomia de Madeira do IBAMA (Coradin e Muñiz, 1991), de acordo com a COPANT (1974) e IAWA Committee (1989). As características anatômicas observadas: vasos, pontuações (intervasculares e pontuações radio vasculares), plano longitudinal, tangencial e radial e demais características no plano transversal foram comparadas com as lâminas histológicas dos lenhos juvenil e adulto sem tratamento químico (controle).

O preparo dos cortes histológicos e montagem de lâminas histológicas, para análise da velocidade de penetração do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* foi elaborado a partir de corpos de prova com e sem tratamentos químicos, inoculados com o fungo manchador. Os corpos de prova controle de ambos os lenhos foram inseridos em um béquer de 250 ml, com água destilada para a sua hidratação por 24 horas antes da inoculação.

Os corpos de provas tiveram as suas arestas desbastadas nas dimensões de 1 cm<sup>3</sup>, nas superfícies transversal, longitudinal tangencial e radial antes do tratamento químico e inoculação do fungo manchador. Após o período de 24 horas de inoculação, o corpo de prova foi fixado em micrótomo de deslize (marca Zeiss, modelo Axioskop 40) com o parênquima radial perpendicular (corte transversal e longitudinal tangencial) e paralelo ao operador (corte longitudinal radial). Com uma navalha tipo C foram seccionados os cortes histológicos com 18 µm de espessura e removidos da navalha com um pincel chato de pelos macios, a frio, umedecendo o corpo de prova com água destilada para cada lâmina retirada Figura 12.

Após efetuar o corte histológico com auxílio do micrótomo com uma espessura 18 µm o material foi transferido para uma lâmina de vidro sempre umedecida com a solução alcoólica de 20% para ficarem distendidos e divididos. Seus conteúdos foram corados com safrabau: solução com dois corantes, 1) azul de astra a fim de contrastar as estruturas celulares em azul e o outro 2) safranina cora a paredes celulares lignificadas em vermelho, detelhando a penetração ou não das hifas do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae*.



**Figura 12.** Determinação microscópica do manchamento de *H. brasiliensis* por *Botryodiplodia theobromae*. A) Desbaste das arestas do corpo de prova; B) Retirada das lâminas do corpo de prova com auxílio da navalha do micrótomo; C) Cortes histológicos sendo lavado com água destilada para ser corado; D) Detalhe das lâminas de madeira corada para diferenciar as estruturas celulares das infectadas e E) Lamina de vidro pronta para avaliar a velocidade de penetração do fungo manchador na madeira de seringueira.

Para uma maior precisão na avaliação dos elementos celulares no lenho juvenil e adulto foram montadas para cada tipo de lenho, 20 corpos de prova no sentido radial, 20 no longitudinal e 20 no transversal totalizando 60 corpos de prova por tratamento químico. Na avaliação da velocidade de penetração nos corpos de prova controle foram montadas 40 lâminas para o lenho juvenil e mais 40 lâminas para o lenho adulto por árvore, totalizando 480 lâminas controle avaliadas.

Foram retiradas lâmina com 18  $\mu\text{m}$  de espessura até a extinção das hifas do fungo manchador no corpo de prova, logo após período de 24 horas, 48 horas e 72 horas de inoculação do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* na madeira de *Hevea brasiliensis*, a fim de obter a profundidade real do fungo manchador na madeira de seringueira no sentido transversal, radial e longitudinal.

Cada lâmina foi analisada por um microscópio de luz (objetiva 40X e posteriormente objetiva 100X) com tambor micrométrico.

### 6.6 Ensaio de resistência da madeira de *Hevea brasiliensis* ao cupim de madeira seca *Cryptotermes brevis*.

Os insetos selecionados correspondem aos cupins da madeira seca - *Cryptotermes brevis*, da família *Kalotermitidae*. Eles foram coletados em mobiliário de madeira *Cordia trichotom* (Louro-Pardo), numa fazenda localizada no município de Bofete/SP e também de colônias pré-estabelecidas em peças de madeira de *Eucalyptus grandis* fornecido pelo Departamento de Defesa Fitossanitária, Laboratório de Insetos Sociais-Pragas da UNESP/FCA de Botucatu/SP conforme mostra a Figura 13. Os insetos foram mantidos, em sala climatizada a uma temperatura de  $(25 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de ar de  $(70 \pm 5) \%$ , seguindo as recomendações da norma ASTM 3345 (2008).



**Figura 13.** A) Procedimento da abertura das madeiras infectadas por *Cryptotermes brevis*; B) Detalhe da retirada do *C. brevis* dentro das galerias da madeira *Eucalyptus grandis* e C) Insetos inseridos na placa de petri para o reconhecimento entre indivíduos antes do ensaio cupim x madeira.

Foram coletados aproximadamente 6 colônias de cupins de madeira seca, apresentando em média cada uma de 100 a 250 indivíduos totalizando 1600 indivíduos. Os cupins foram retirados dos blocos de madeira colocados em placas de Petri, mantidas no escuro por aproximadamente 24 horas. E posteriormente, serem montados os ensaios sobre os corpos de prova de madeira controle e preservadas de seringueira.

### **6.6.1 Confeção e Preservação dos corpos de prova para experimento de cupim de madeira seca**

A montagem do experimento baseou-se no Método IPT – N<sup>o</sup> 1157 – D/D2 DIMAD – 1980 Ensaio Acelerado de Laboratório da Resistência Natural ou de Madeira Preservada ao Ataque de Térmitas do Gênero *Cryptotermes* (Família Kalotermitidae) e na metodologia proposta em critérios de avaliação adaptado pela norma ASTM 3345 - D (ASTM, 1990), perda de massa e danos causados a exposição aos termitas.

Para cada tipo de lenho (juvenil e/ou adulto) da madeira de *Hevea brasiliensis* foram confeccionados corpos de prova cujo dimensionamento baseou-se na norma (IPT, 1980), resultando nas dimensões de 23mm largura x 70mm comprimento x 10mm espessura, evidenciado em detalhes na Figura 7 da pg 60. Para cada tipo de lenho foram utilizados 20 corpos de prova pareados, perfazendo 10 repetições cada tratamento e determinado seus respectivos teores de umidade.

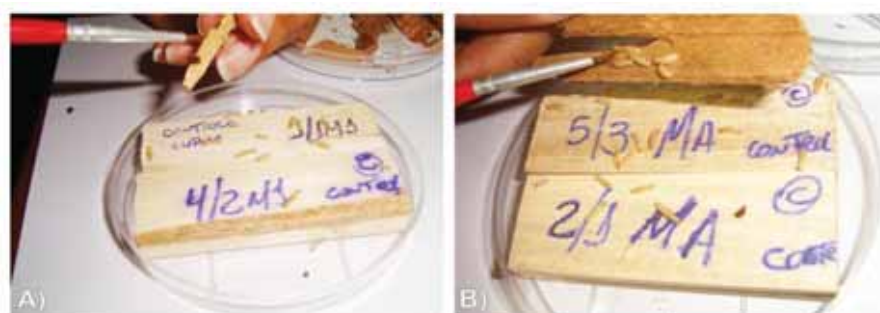
Para a determinação da umidade dos corpos de prova adotou-se o método gravimétrico, conforme NBR 6230 (ABNT, 1990). Foram selecionados 60 corpos de prova para determinar a massa no estado seco e úmido. O estado seco corresponde à constância de massa após a permanência em estufa na temperatura de  $(103 \pm 1) ^\circ\text{C}$ . Utilizou-se uma balança de precisão duas casas de centésimo de gramas, sendo determinada pelo cálculo percentual do teor de umidade através da equação (1) da pg 57.

Posteriormente parte dos corpos de prova tanto do lenho juvenil quanto do lenho adulto foram tratados com ingrediente ativo Ciflutrina (Tratamento 5 ) e com o ingrediente ativo Cipermetrina (C-10) (Tratamento 6), ambos apresentando soluções aquosa incolores.

A aplicação dos produtos presevantes sobre os corpos de prova foi realizada de acordo com as instruções da norma DIN 68800 (DIN, 1988), relativa à obtenção de retenção mínima de  $75 \text{ g/m}^2$ . Para tal, realizaram-se imersões, de 60 segundos cada, como evidenciado anteriormente na Figura 10 da pg 66.

O período de absorção dos produtos químicos sobre os corpos de prova, estendeu-se por 7 dias, para garantir a fixação do preservante aplicado.

Após as etapas de tratamento químico, os corpos-de-prova já dimensionados com  $70 \text{ mm} \times 23 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$  foram inseridos em placas de Petri com diâmetro interno (d) de 88 mm, altura interna líquida (h) de 15 mm e volume interno líquido (V) de  $116700 \text{ mm}^3$ , sendo unido aos pares sobre dois bastões de vidro com 3mm de diâmetro externo, para o lenho juvenil e adulto controle e os tratamentos químicos, para a instalação do experimento (madeira x cupim), como detalhado na Figura 14.



**Figura 14.** A) Inserção dos cupins de madeira seca no lenho juvenil e o detalhe dos corpos de prova unidos ao pares sobre os bastões de vidro e B) Contagem dos cupins para o ensaio inseridos no lenho adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, composto pelo Tratamento 5, Tratamento 6 e Controle (testemunha), sendo 10 repetições cada tratamento químico em seus respectivos lenhos juvenil e adulto.

Em cada repetição foram colocados 40 cupins, na proporção de 38 ninfas para 2 soldados por placa, na condição de câmara climatizada, ausente de fotoperíodo, sob a temperatura de  $(27 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa de  $(70 \pm 2) \%$ , por um período de 60 dias com observações em intervalos periódicos de dois dias.

### 6.6.2 Avaliação quantitativa e qualitativa do experimento (madeira x cupim)

Os resultados foram avaliados quantitativamente por perda de massa dos corpos de prova do Lenho Juvenil e Adulto da madeira de *H. brasiliensis*, antes e após o ensaio de resistência natural ao *C. brevis* conforme a equação (5).

$$PM = \left( \frac{m_i - m_f}{m_i} \right) * 100 \quad (5)$$

Onde:

$PM$  = perda de massa, em %;

$m_i$  = massa inicial absolutamente seca (antes da exposição ao *C. brevis*), em g; e

$m_f$  = massa final absolutamente seca (após 60 dia de exposição ao *C. brevis*), em g.

E qualitativamente classificados por danos ocasionados por *C. brevis* de acordo com a norma IPT – N<sup>o</sup> 1157 – D/D2 DIMAD – 1980, sendo considerados os seguintes critérios para avaliação da eficácia dos produtos preservantes; mortalidade dos cupins e perfuração dos corpos de prova tratados, atribuindo notas que variam de 0 (zero) a 4 (quatro), com a seguinte relação: 0 = nenhum dano; 1 = dano superficial; 2 = dano moderado; 3 = dano acentuado; e 4 = dano profundo – correspondente ao desgaste observado na testemunha, para o dano provocado pelos cupins às madeiras. A variável resposta analisada foi o dano provocado pelos cupins.

Para a avaliação do comportamento e números dos cupins mortos, foi submetida à análise de variância. As comparações múltiplas das médias dos tratamentos químicos nos lenhos juvenil e adulto, tanto do número de cupins mortos, como dos danos causados, foram obtidas com aplicações de teste estatístico.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 7.1. Características gerais da madeira de *Hevea brasiliensis*

A Tabela 12 apresenta os valores médios das massas específicas básicas e dos teores de umidade determinados para as toras de *Hevea brasiliensis* utilizadas na pesquisa.

O valor médio da massa específica básica da madeira de *Hevea brasiliensis* foi de 0,534 g/cm<sup>3</sup>, sendo classificada como madeira de massa específica básica média, de acordo com a classificação proposto por Melo et al. (1990). Semelhante às madeiras de *Eucalyptus grandis*, *Swietenia macrophylla* (mogno) e *Balfourodendron riedelianum* (pau marfim) apresentado na literatura pelos autores (AUTRAN, 2005; SOUZA et al., 1997; MELO et al. 2002 e CENTER FOR WOOD ANATOMY RESEARCH, 2011).

**Tabela 12.** Teor de umidade e massa específica básica das toras de *Hevea brasiliensis*.

Base da Árvore			Topo da Tora		
Árv/Disco/ Diâmetro	Ubs	M.E.B	Árv/Disco/ Diâmetro	Ubs	M.E.B
(Árvore)	(%)	(g/cm <sup>3</sup> )	(Árvore)	(%)	(g/cm <sup>3</sup> )
1/1/33,50	103,58	0,487	1/2/27,00	86,52	0,555
2/1/30,50	115,03	0,485	2/2/25,50	91,48	0,550
3/1/31,00	117,71	0,479	3/2/27,50	96,20	0,536
4/1/29,00	102,82	0,537	4/2/21,00	100,61	0,535
5/1/35,00	98,06	0,530	5/2/31,00	93,87	0,543
6/1/32,00	95,18	0,533	6/2/24,00	98,09	0,570
<b>Média</b>	<b>104,89</b>	<b>0,508</b>	<b>Média</b>	<b>94,46</b>	<b>0,548</b>
Desvio Padrão	9,08	0,017	Desvio Padrão	4,58	0,013
Coefic. Var. (%)	5,41	2,77	Coefic. Var. (%)	5,97	2,131

Sendo : Ubs – Teor de umidade inicial com base em massa seca, %; M.E.B – Massa Específica Básica, g/cm<sup>3</sup>; Coefic. Var. – Coeficiente de variação, %.

Os coeficientes de variação da massa específica básica das toras de *Hevea brasiliensis* foram inferiores a 2,77 %, mostrando que a madeira de *Hevea brasiliensis* apresenta uma massa específica homogênea compreendida na faixa de 0,479 a 0,570 g/cm<sup>3</sup>, com o valor médio de 0,534 g/cm<sup>3</sup>. Resultados semelhantes foram obtidos em trabalhos publicados por Santana *et al.* (2001), demonstrando as massas específicas básicas de 0,49, 0,510 e 0,470 g/cm<sup>3</sup> para os clones IAN 873, GT 711 e IAN 717, respectivamente. Norhayati (1995) e Allwi (2006) apud (BHATT *et al.*, 1984 e), relataram massas específicas básicas de 0,430 a 0,620 g/cm<sup>3</sup> para os clones de RRIM 600 e RRIM 623. Lim *et al.* (2003) relataram a massa específica básica de diversos clones de seringueira, para o clone RRIM623 com 20 anos de idade, foi de 0,590 g/cm<sup>3</sup>. Para o clone PB260 com 3, 8 e 14 anos de idade, apresentaram-se na ordem de 0,520, 0,540 e 0,534 g/cm<sup>3</sup> respectivamente. O Clone RRIM 600 com idades de 8, 24 e 29 anos, na ordem de 0,540, 0,590 a 0,600 g/cm<sup>3</sup>. Valores que corroboram com 0,534 g/cm<sup>3</sup> de massa específica básica encontrada na pesquisa da madeira de *Hevea brasiliensis*.

A Tabela 12 apresenta valores do teor de umidade na madeira de *Hevea brasiliensis* (26 anos idade) que variaram de 86,31% a 117,71%. Esses valores são superiores aos encontrados na literatura pois Killmann e Hong (2000) e Peries (1990) mostraram que os teores de umidade para a madeira de seringueira recém-cortada foram de 60 % a 80%. Resultados semelhantes foram obtidos por trabalhos publicados por Norhayati (1995), que encontrou variabilidade no conteúdo dos teores de umidade de diversos gêneros de *Hevea*, destacando a variação de 60,77% a 75,67% para RRIM 600 (com 22 anos de idade) e entre 62,53 a 85,27% para RRIM 600 (com 35 anos de idade). Essa variabilidade encontrada na pesquisa pode ser conseqüência das diferenças entre os elementos anatômicos: a espessura da parede celular, o comprimento das fibras e possivelmente pela maior quantidade de vasos saturados impregnados por extrativos (FUJIWARA et al. 1991 e BURGER e RICHTER, 1991).

A avaliação anatômica perfaz necessário, com intuito de justificar a diferenciação entre as velocidades de penetração do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* no lenho juvenil e adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*.

Os resultados obtidos microscopicamente na avaliação anatômica destacam-se na Tabela 13, permitem demonstrar os valores de mínimo, máximo e médio para os elementos anatômicos: fibras e vasos dos lenhos juvenil e adulto de *H. brasiliensis*.

Os valores apresentados na Tabela 13, para a madeira de *H. brasiliensis* apresenta uma diferenciação entre os lenhos juvenil e adulto. O valor médio obtido na pesquisa para o comprimento das fibras foi de 1,078mm para o lenho juvenil e 1,854mm para o lenho adulto, condizentes com os valores fornecidos pela literatura, do comprimento das fibras. Santana et al. (1999), descrevem valores médios de comprimento de fibra para os clones IAN 717; RRIM 600 e GT 711 foram de 1618,13  $\mu\text{m}$ , 1143,25  $\mu\text{m}$  e 1630,99  $\mu\text{m}$  respectivamente. Já para *Hevea brasiliensis* o comprimento das fibras segundo Autran (2005) apresentou um valor médio foi de 1318,79  $\mu\text{m}$ ; Naji (2011) de 1187,00  $\mu\text{m}$  e Ferreira, Severo e Calonego (2009) de 1352,67  $\mu\text{m}$ .

**Tabela 13.** Valores médios da mensuração dos caracteres anatômicos dos lenhos juvenil e adulto de *H. brasiliensis*.

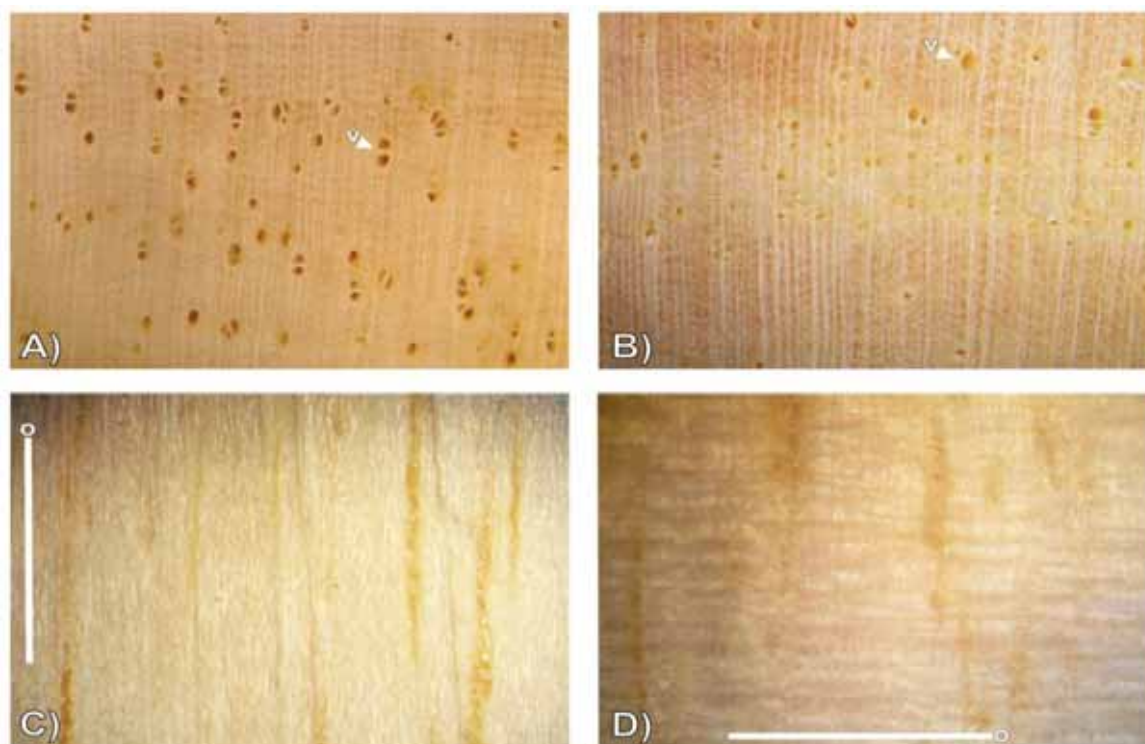
Clones	Elementos Anatômicos	Comprimento ( $\mu\text{m}$ )		
		Mínimo	Máximo	Média
RRIM 600 L.J	Frequência de Vasos ( $\mu\text{m}/\text{mm}^2$ )	5,0	9,0	7,0
RRIM 600 L.A	Frequência de Vasos ( $\mu\text{m}/\text{mm}^2$ )	3,0	6,0	5,5
RRIM 600 L.J	Fibras (mm)	0,942	1,321	1,078
RRIM 600 L.A	Fibras (mm)	1,241	2,053	1,854
RRIM 600 L.J	Diâmetro dos Vasos ( $\mu\text{m}^2$ )	137	182	146
RRIM 600 L.A	Diâmetro dos Vasos ( $\mu\text{m}^2$ )	185	205	193

Onde: LJ – Lenho Juvenil e LA – Lenho Adulto

Os valores da frequência de vasos ( $\mu\text{m}/\text{mm}^2$ ), demonstram que médias diferenciam entre o lenho juvenil 7,0 ( $\mu\text{m}/\text{mm}^2$ ) e do lenho adulto 5,5 ( $\mu\text{m}/\text{mm}^2$ ). Entretanto o diâmetro médio dos vasos do lenho adulto 193  $\mu\text{m}^2$  são maiores que os 146  $\mu\text{m}^2$  do lenho juvenil.

A madeira de seringueira possui anéis de crescimento distintos e irregulares; há predominância de grã direita; possui textura média com brilho moderado; possui linhas vasculares pouco destacadas em forma de V, causada pelas camadas de crescimento; o cheio é imperceptível quando seca, porém quando recém cortada ou imersa em água, apresenta um odor desagradável e apresenta uma resistência baixa ao corte no micrótomo considerada macia.

Descrição macroscópica da madeira de *Hevea brasiliensis* pode ser evidenciada na Figura 15, por exame da estrutura anatômica da madeira pelo aspecto macroscópico 10X tomada em aparelho da marca Olympus, modelo 5ZX7 para obtenção das fotomacrografia.



**Figura 15.** A) Fotomacrográfica do lenho juvenil da madeira de seringueira no corte transversal: v – vasos condutores; B) Fotomacrográfica do lenho adulto da madeira de seringueira no corte transversal; C) Secção Longitudinal Tangencial, sendo a letra o indicada pela orientação das fibras e D) Secção Longitudinal Radial, a letra o – indica orientação dos raios na madeira de *Hevea brasiliensis*.

Os vasos são visíveis com dificuldade a olho nu, pouco numerosos (média 4 vasos/mm<sup>2</sup>); com coloração marrom pálido para o lenho juvenil, evidenciado pequena diferença no lenho adulto, apresenta coloração de um tom mais pálido escuro; diâmetro médio dos vasos, com distribuição solitários ou de múltiplos de dois a oito, indicado pela letra v, em sua maioria preenchidos por extrativos esbranquiçados; placa de perfuração simples, como descrito e enfatizado por Santana et al. (1999), observa-se uma variação na espessura das paredes celulares e o diâmetro dos elementos de vaso entre o lenho juvenil e adulto de *Hevea brasiliensis*. A partir dos resultados de 60 amostras anatômicas, as Figuras 15 A e B, foram avaliados os diâmetros dos vasos, na região do lenho adulto são maiores que do lenho juvenil como demonstrado os valores microscópicos na Tabela 13. Entretanto Kollmann and Côtê (1968) descreveram que as células em madeira adulta demoram o dobro do tempo para formação em comparação com a madeira juvenil para ambas as fibras e vasos. Contudo

os diâmetros dos vasos também aumentam com a distância da medula Ohbayashi e Shiokura (1990), notaram que o diâmetro dos vasos e comprimento das fibras aumentou com a idade do anel até 30 anos, no entanto, não havendo diferenças na espessura das paredes das fibras.

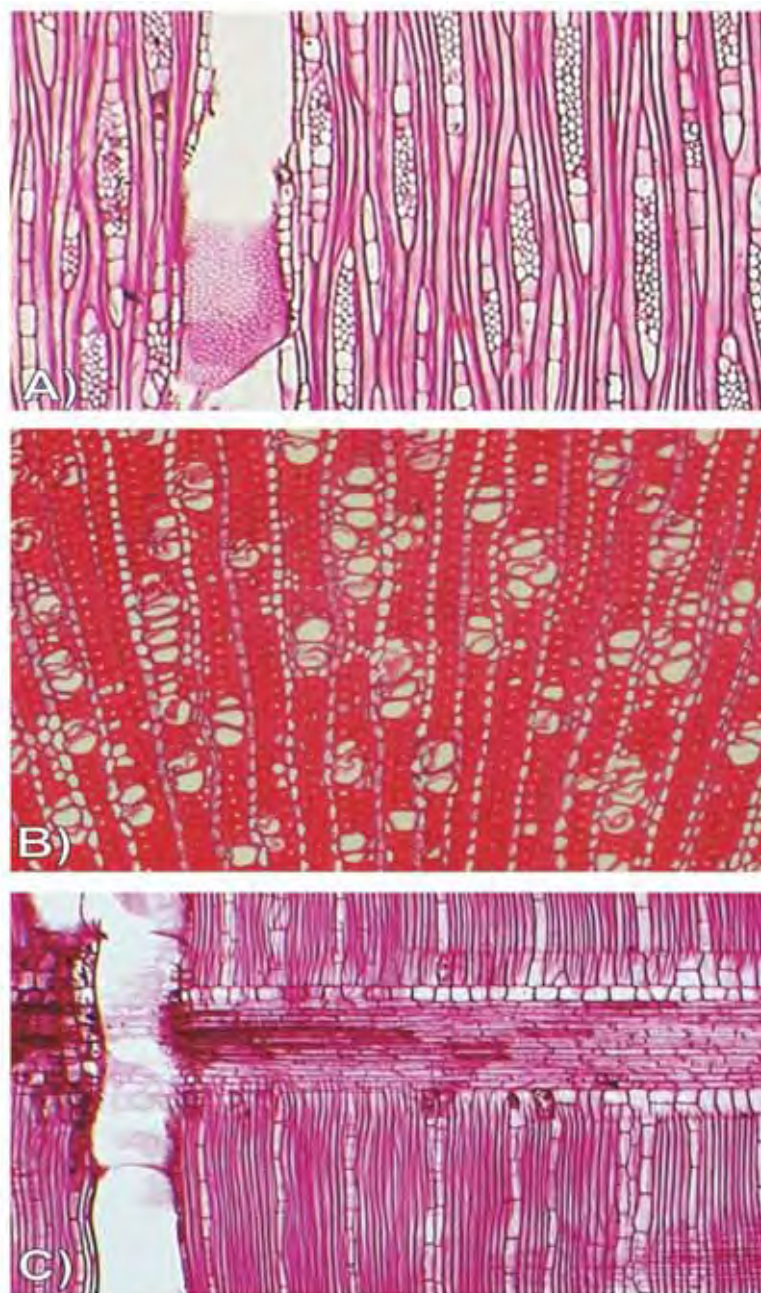
Entretanto na observação visual macroscópica pode-se observar que a madeira de *Hevea brasiliensis* de 26 anos de idade, não possui distinção na coloração entre o cerne e alburno, esses resultados também foram evidenciados por Killmann e Hong (2000); Peries (1990) e Okino et al, (2000).

A diferenciação imperceptível a olho nu da coloração entre o lenho juvenil e adulto pode estar relacionada a depósitos freqüentes de vários materiais, em cavidades celulares que muitas vezes torna-se o lenho adulto mais escuro que o lenho juvenil quando analisado microscopicamente (DINWOODIE, 1981).

O parênquima axial longitudinal observado na Figura 15 C: visíveis sob lente de aumento de 10 vezes, orientação do sentido dos vasos indicado pela letra o, numerosas, formando reticulado com diferenciações quase imperceptíveis entre o lenho juvenil e adulto.

Raios: Visíveis sob lente com aumento de 10 vezes; numerosos; contrastando com a face radial orientação dos raios indicado pela letra o, com diferenças imperceptíveis entre o lenho juvenil e adulto evidenciado na Figura 15 D. Os raios foram delimitados como uma faixa agregada de células, formado pelo cambio e estendendo-se radialmente sobre o xilema e floema (Anon, 1971). Entretando Melay (1980) afirmou a inclusão de substâncias amorfas e cristais, em células parenquimáticas do tecido.

Camadas de crescimento: ligeiramente demarcadas por zonas fibrosas mais escuras e pelo tamanho diferenciado dos poros; transição suave entre as camadas de lenho juvenil e adulto na Figura 15 B. Na Figura 16 apreciamos aspectos das estruturas anatômicas da madeira de *Hevea brasiliensis* em fotos microscópicas da Secção Longitudinal Transversal e Radial.



**Figura 16.** Aspectos das estruturas anatômicas da madeira de *Hevea brasiliensis*. A) Foto microscópica da Secção Tangencial Longitudinal (x40), B) Foto microscópica da Secção Transversal (x40) e C) Foto microscópica da Secção Radial (x40).

Ao avaliar microscopicamente e posteriormente macroscopicamente a madeira de *Hevea brasiliensis*, trata-se de uma madeira com grã direita e macia ao corte, não apresentando problemas na confecção dos corpos de prova.

## **7.2. Avaliação da velocidade de penetração do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* nos três planos anatômicos da madeira sem tratamento de *Hevea brasiliensis***

Na avaliação do ensaio de velocidade de penetração do fungo *Botryodiplodia theobromae* na madeira de *Hevea brasiliensis*, o primeiro sinal de infestação foi o surgimento de mancha azul. Foi observada a proliferação intensa das hifas *Botryodiplodia theobromae* e o aparecimento de lista manchada na superfície dos corpos de prova e nas extremidades das arestas da madeira.

A velocidade de penetração do fungo foi diferenciada nos três sentidos anatômicos e entre os lenho juvenil e adulto da madeira *Hevea brasiliensis* conforme a análise de variância entre as médias apresentadas na Tabela 14.

A propagação da velocidade de penetração foi analisada após 24, 48 e 72 horas de inoculação, em 24 horas determinou-se que no sentido radial do lenho juvenil a penetração variou de 1,088mm (60 lâminas x 18  $\mu$ m) a 1,355mm (75 lâminas x 18  $\mu$ m); na secção longitudinal de 0,720 mm a 0,954 mm e no sentido transversal 0,144 a 0,360 mm e respectivamente; após o período de 48 horas a velocidade de penetração manteve-se na faixa de crescimento de 1,710 mm a 2,124 mm no sentido radial do lenho juvenil; na secção longitudinal de 2,160 mm a 3,240 mm e no sentido transversal e 0,360 mm a 0,450 mm; após as últimas 72 horas de inoculação na madeira juvenil a velocidade de penetração apresentou valores médios de 2,880 mm a 3,780 mm na secção radial, 5,700 mm a 7,200 mm na secção longitudinal e na secção transversal 1080 mm a 1440 mm.

**Tabela 14.** Efeito do tipo de lenho e do plano de corte anatômico na velocidade de penetração do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* na madeira de *H. brasiliensis*

Velocidade Média de Penetração após 24 horas				Velocidade Média de Penetração após 48 horas			Velocidade Média de Penetração após 72 horas		
P.A	L.J	L.A	Red. ou (Aum.) %	L.J	L.A	Red. ou (Aum.) %	L.J	L.A	Red. ou (Aum.) %
T	0,2465	0,2666	(8,2) % <sup>ns</sup>	0,4051	0,3897	3,8 % <sup>ns</sup>	1,2687	1,3006	(2,5)% <sup>ns</sup>
R	1,1979	1,5139	(26,4)% <sup>*</sup>	1,8985	2,1704	(14,3)% <sup>*</sup>	3,2604	4,6608	(42,0)% <sup>*</sup>
L	0,8423	0,9651	(14,6)% <sup>*</sup>	2,7229	4,0391	(48,3)% <sup>*</sup>	6,4995	7,1836	(10,5)% <sup>*</sup>

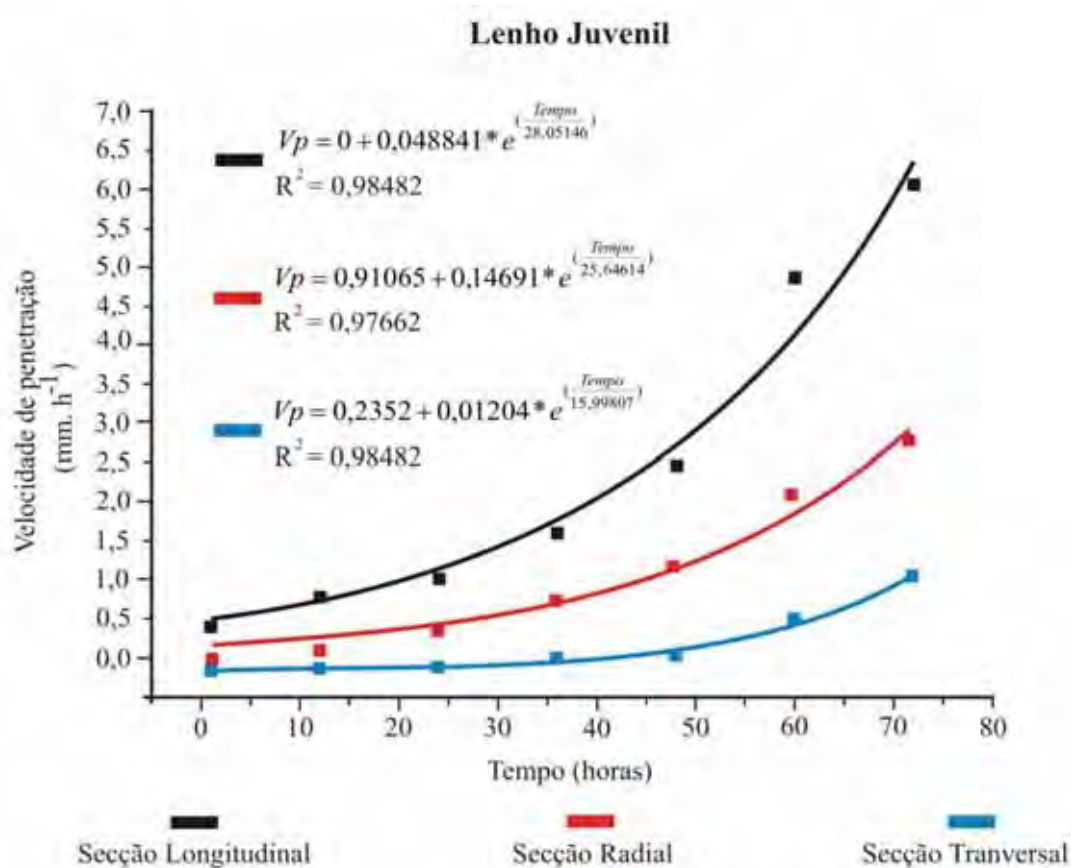
Sendo - \* diferença significativa ao nível de 5% de significância, pelo test F; NS – diferença não significativa. Onde: P.A – Plano Anatômico; T – Transversal; R – Radial; L – Longitudinal; LJ – Lenho Juvenil; LA Lenho Adulto; Red – Redução ou Aum. – Aumento.

Contudo no lenho adulto da madeira *Hevea brasiliensis* o fungo *Botryodiplodia theobromae*, desenvolveu velocidades de penetração maiores que no lenho juvenil após 24 horas de inoculação, valores que variam de 1,170 mm a 2,124 mm na secção radial; no sentido transversal de 0,216 mm a 0,306 mm e na secção longitudinal de 0,810 mm a 1,080 mm; em 48 horas a velocidade de penetração manteve-se na faixa de crescimento de 1,800 mm a 2,340 mm, no sentido radial; na secção transversal de 0,270 mm a 0,450 mm e na secção longitudinal de 3,240 mm a 4,500 mm; após as últimas 72 horas de inoculação na madeira de lenho adulto a velocidade de penetração apresentou valores mínimo de 3,600 mm e máximo de 5,400 mm na secção radial, 0,900 mm a 1,530 mm na secção transversal e 5,400 mm a 8,640 mm na secção longitudinal. De conformidade Lindgren (1942) e Lindgren (1946) comentam a velocidade de penetração do fungo manchador *Ceratostomella pilifera* na madeira de *Pinus echinata*, pode desenvolver-se em 24 horas até 0,5mm no plano tangencial, 1,0mm no radial, e 5,0mm no longitudinal, podendo atingir camadas profundas no alburno da madeira.

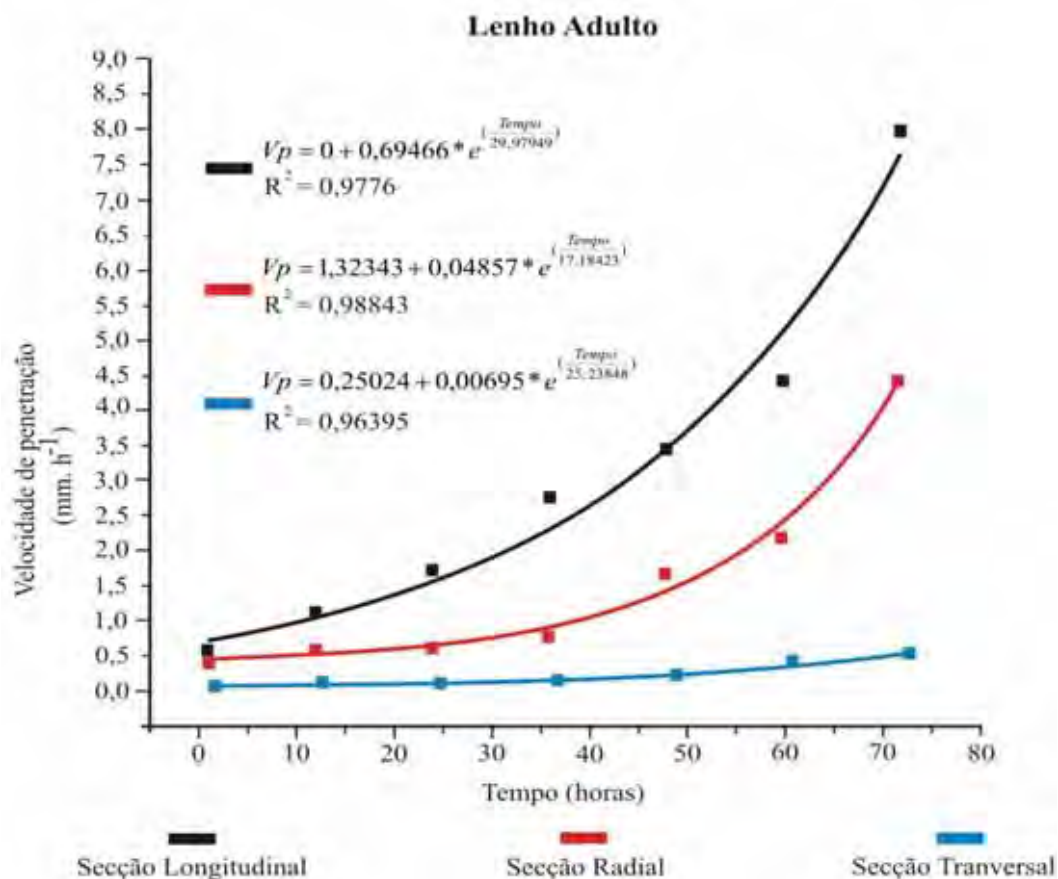
A diferenciação da velocidade de penetração do fungo manchador *B. theobromae* entre os lenhos juvenil e adulto, está relacionada aos elementos de vasos celulares, como apresentado na Tabela 13 da pg 80, o lenho juvenil apresentou uma média de frequência de vasos 7,0 mm<sup>2</sup>, lenho adulto foi de 5,5 mm<sup>2</sup>, entretanto, os diâmetros de vasos

são maiores no lenho adulto  $193 \mu\text{m}^2$  do que os  $146 \mu\text{m}^2$  do lenho juvenil. Esse fatos corroboram com Foelkel (2007) e Foelkel (2009), descreve a frequência de vasos de 5 a  $8 \text{mm}^2$  para o lenho juvenil e 15 a  $20 \text{mm}^2$  para lenho adulto de Eucalipto, o diâmetro de vasos são maiores no lenho adulto quando comparado com lenho juvenil.

Observando as Figuras 17 e 18 que ilustram o comportamento do efeito da direção anatômica na velocidade do crescimento micelial do fungo *Botryodiplodia theobromae* em função do tempo nas Secções Transversal, Radial e Longitudinal nos lenhos juvenil e adulto de *Hevea brasiliensis*.



**Figura 17.** Efeito da direção anatômica na velocidade de penetração do fungo *Botryodiplodia theobromae* no lenho juvenil da madeira de *H. brasiliensis*.



**Figura 18.** Efeito da direção anatômica na velocidade de penetração do fungo *Botryodiplodia theobromae* no lenho adulto da madeira de *H. brasiliensis*.

Pode-se concluir que o modelo geral apresentado, como não linear do tipo exponencial (Growth 1), que melhor se ajustou aos dados experimentais de todas as seções dos lenhos juvenil e adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*, apresenta-se na equação (6).

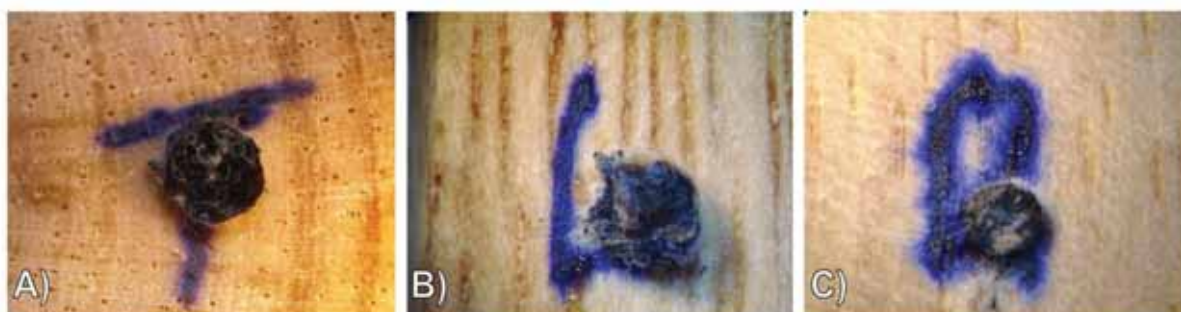
$$Vp = A + B * e^{\left(\frac{\text{Tempo}}{t_1}\right)} \quad (6)$$

Onde:  $Vp$  = Velocidade de penetração do *Botryodiplodia theobromae* na madeira de *H. brasiliensis*

$A$ ;  $B$  e  $t_1$  = são constantes.

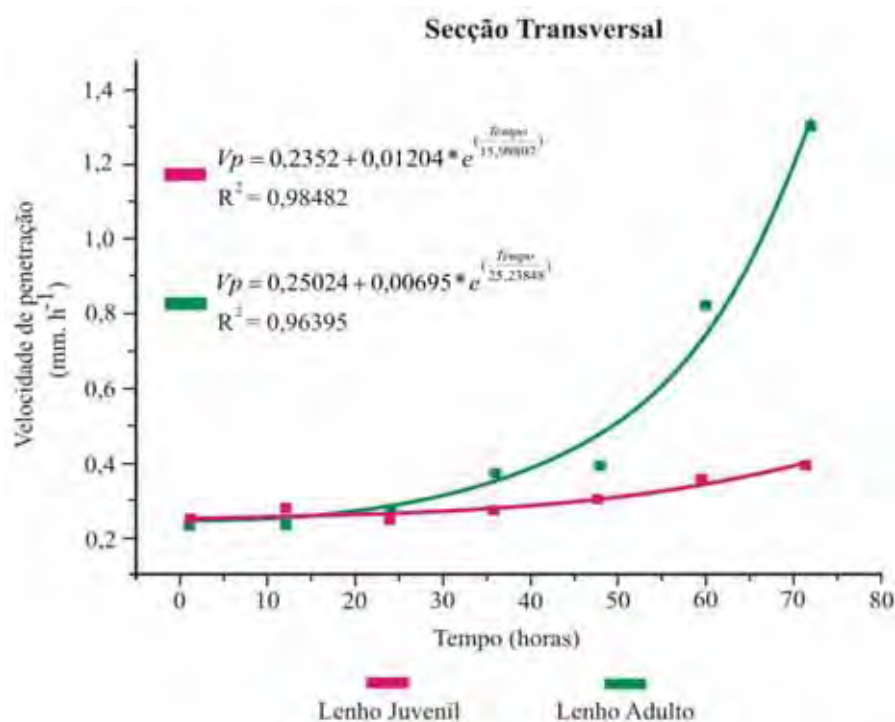
Conforme análise da variância apresentado na Tabela 12, a interação entre a velocidade de penetração do fungo manchador no lenho juvenil Figura 17 e lenho adulto Figura 18, indica excelentes precisões estatísticas e um ótimo ajuste dos respectivos modelos que representa a velocidade de penetração nas diferentes direções anatômicas da madeira de *H. brasiliensis*. Podendo verificar que o resultado teórico está muito próximo do experimental, condizentes com as informações citadas por (INTRODUCTION MYCOLOGY, 2011) que descrevem o crescimento dos fungos em um dado meio com substrato, o que apresenta um crescimento exponencial acelerado em função do tempo, com crescimentos em torno de 0,1 e/ou 2 mm/hora. Trinci (1969) realça em sua investigação que comportamento de crescimento micelial do fungo *Penicillium chrysogenum*, foi exponencial quando cultivado em placas de Petri.

Após 12 horas de inoculação, as hifas aprofundam-se rapidamente no sentido e orientação da madeira como detalhado nas Figuras 17, 18 e 19, tornando a sua remoção por aplainamento ineficiente, como corroborado por HUNT e GARRATT (1963), prejudicando assim o aspecto estético e conseqüentemente, afetando o preço final da madeira (FLORENÇA, 1991 e FLORENÇA, et al., 1996). A alta susceptibilidade a ataques severos do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* na madeira de seringueira deve-se ao fato que árvores recém abatidas apresentaram alto teor de açúcares livre (SIMATUPANG e SCHMITT, 1992). Fato esse corroborado por Ali e Kong, (1988), Azizol e Rahim, (1989), Kuppusamy e Srinivasan, (1989), Eaton e Hale (1993), Hong e Sim (1994), onde afirmaram que o alto teor de carboidratos (açúcares e amido) armazenados em células de parênquima radial justifica a alta contaminação por fungos manchadores na madeira de seringueira.



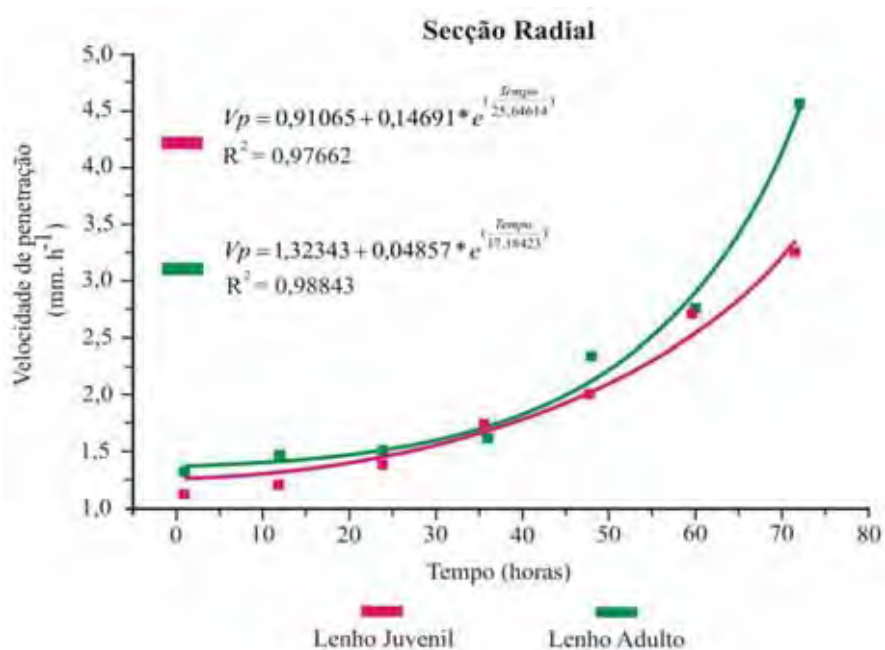
**Figura 19.** Detalhes do crescimento das hifas *Botryodiplodia theobromae*, após 12 horas de inoculação nas Secções: A) Transversal; B) Longitudinal e C) Radial.

As informações do alto teor de amido existentes na madeira de *Hevea brasiliensis* distribuídos de forma diferenciada entre os lenhos juvenil e adulto, interferem positivamente na velocidade de penetração do fungo *Botryodiplodia theobromae* na direção anatômica da madeira de *H. brasiliensis* evidenciado nas Figuras 20, 21 e 22.

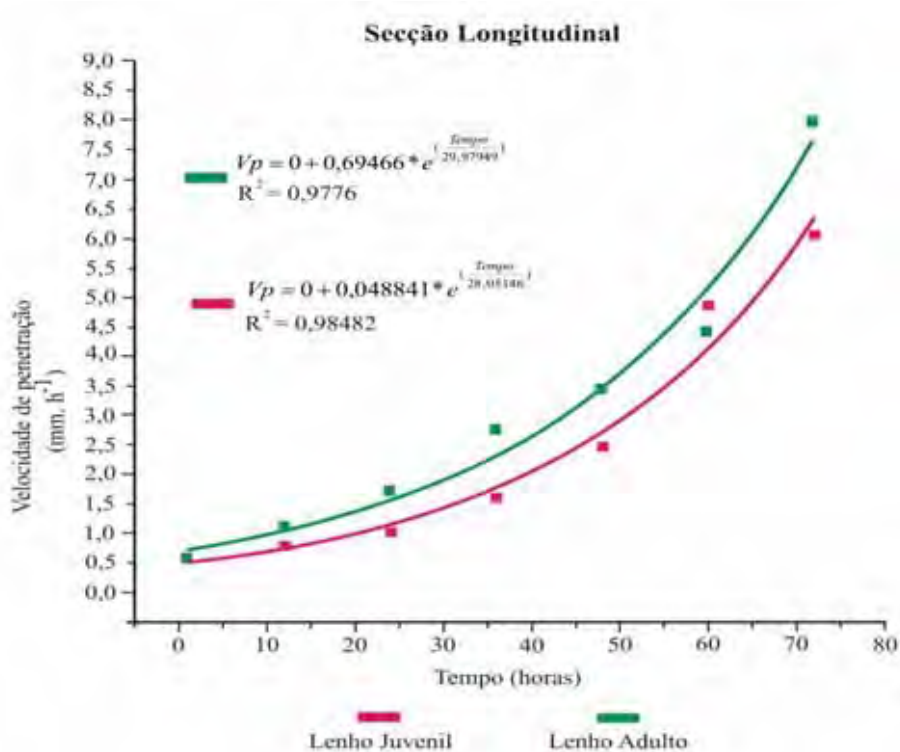


**Figura 20.** Efeito do tipo de lenho na velocidade de penetração do fungo *B. theobromae* na Secção Transversal da madeira de *H. brasiliensis*.

A diferenciação na porcentagem de amido existente na madeira de seringueira foi enfatizada por Moldrup (1993) transcreve que a porcentagem de carboidratos na madeira de seringueira pode chegar a ser maior do que 78%, principalmente na forma de amido; Allwi (2006), cita em síntese que o conteúdo do teor de holocelulose foi de 70%; Semelhantemente Teixeira (1993) transcreve o teor de holocelulose em 78% e Oliveira (2011) narra a veracidade da diferenciação entre o conteúdo médio de holocelulose no Lenho Adulto apresentou 73,75% e no Lenho Juvenil com 72,54% em Pé Franco de *Hevea*.



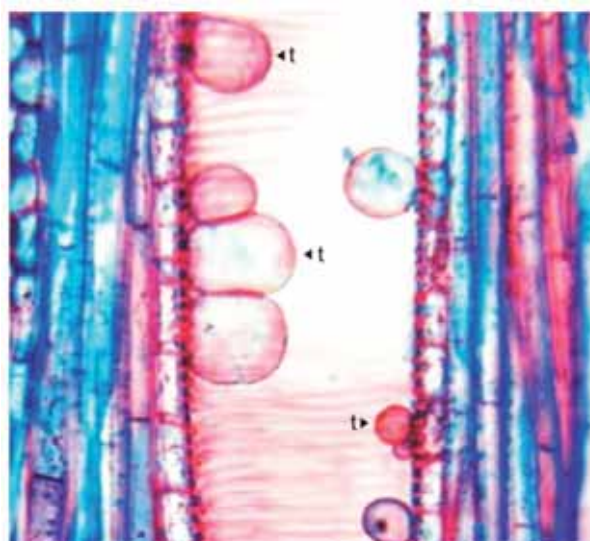
**Figura 21.** Efeito do tipo de lenho na velocidade de penetração do fungo *B. theobromae* na Secção Radial da madeira de *H. brasiliensis*.



**Figura 22.** Efeito do tipo de lenho na velocidade de penetração do fungo *B. theobromae* na Secção Longitudinal da madeira de *H. brasiliensis*.

Outra justificativa é a diferenciação da velocidade de penetração do fungo *B. theobromae* no lenho adulto quando comparado com o lenho juvenil de *Hevea brasiliensis*, que pode ser afetada de forma indireta, conforme evidenciado microscopicamente devido ao fato dos corpos de prova do lenho adulto ser retirado da madeira, correspondente à proximidade da região funcional do xilema o alburno. Consequentemente os corpos de prova do lenho juvenil permaneciam inseridos em uma região do cerne, onde evidenciou grande concentração de tiloses e extrativos, conferindo a possível obstrução dos vasos em comparação com a região do lenho adulto, como demonstrado em fotomicroscopia na Figura 23.

A incidência de Tilose no lenho juvenil de *Hevea brasiliensis* destacada uma característica importante na formação do cerne, ocorre à oclusão de vasos por tiloses. A tilose provoca, então, o entupimento dos poros e, conseqüentemente, reduz de forma significativa a permeabilidade da madeira com relação aos fluídos e preservativos (ZIMMERMANN, 1983; BURGER e RICHTER, 1991; MARRA, 1992). Essas informações asseveram com os resultados obtidos por Tomazello Filho et al (2008), correspondente à espécie de *Corymbia citriodora* à região do cerne apresentou acumulo de extrativos e tiloses nos vasos, em relação ao alburno, com vasos abertos, funcionais e sem extrativos.



**Figura 23.** Fotomicrográfrica (100x) detalhando as tiloses, indicada pela letra t, no vaso da Secção Longitudinal Tangencial do Lenho Juvenil da madeira de *Hevea brasiliensis*.

Outro fator atrelado à diferenciação na velocidade de penetração deve-se possivelmente ao fato da alta incidência de cristais e sílica evidenciados microscopicamente, na grande maioria das vezes nas células parênquimáticas axial do lenho juvenil e nas células parênquimáticas dos raios madeira de *H.brasiliensis*. Esse fato foi exposto por Kollmann (1968) relatando surgimento de substâncias minerais na madeira, ocasionando obstrução de vasos e por Wellw (1976) relatando que duas espécies *Sclerobium albiflorum* e *S. guianensis*, foram encontrados em abundância grão de sílica na secção radial, também a ocorrência simultânea de sílica e cristais em *Dicorynia macrophylla*.

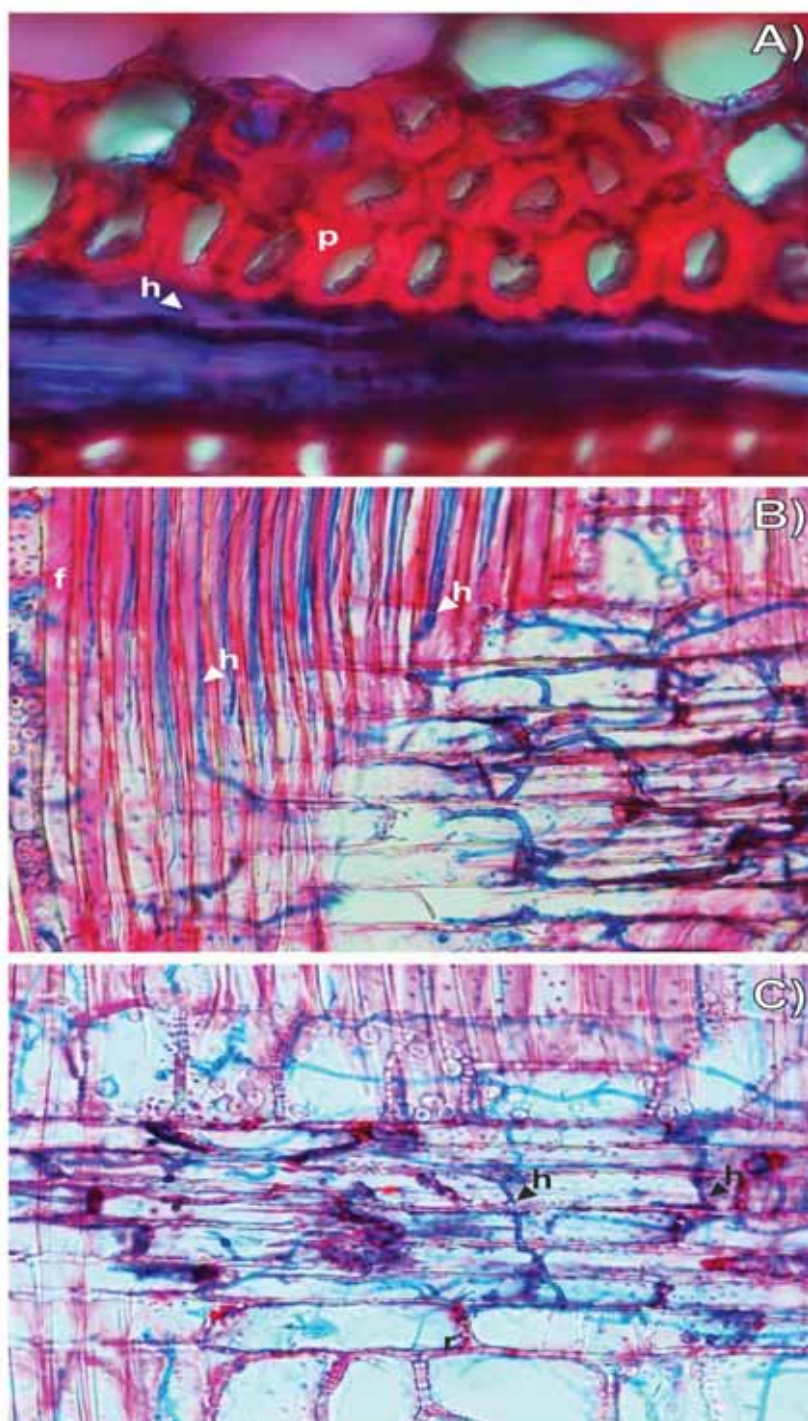
O fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* apresentou altos índices de contaminação nos três sentidos anatômicos da madeira *Hevea brasiliensis*, resultados semelhantes foram obtidos por (NEWSAN et al. (1967); SEGURA (1970); ENCINAS (1996); WONG, et al. (1998) e HANADA et al. (2003).

Entretanto por falta de material literário não existem índices comparativos da velocidade de penetração do fungo manchador entre o lenho juvenil e adulto de *H. brasiliensis*. Um comparativo que certamente poderia explicar essa diferença da velocidade de penetração, foi descrito por Balatinecz e Kennedy (1967), demonstraram que nos estágios iniciais da penetração das hifas no lenho adulto, a estrutura da parece celular apresentam uma maior resistência a penetração do fungo manchador, porém apresentam pontuações maiores, quando comparado com de lenho juvenil de *Pinus* spp. Como consequência as paredes celulares da lamela média dos raios oferecem pouca resistência à penetração de hifas (Ballard et al., 1984), esse resultado de fato foi evidenciado no lenho adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*, apresentando um número extremamente maior de hifas dentro dos tecidos parenquimáticos radiais, exibindo uma proliferação extensivamente das hifas, quando comparado com o lenho juvenil da madeira de *H. brasiliensis*.

Nesse íterim, comparamos a velocidade de penetração do fungo *Botryodiplodia theobromae* em madeira de *Hevea brasiliensis* após 24 horas de inoculação na secção radial do lenho juvenil foi 1,198mm e no lenho adulto de 1,514mm. Resultados superiores descritos na literatura, foram encontrados por Fares et al. (1980) em madeira de *Pinus sylvestris*, apresentaram taxas de crescimento do fungo manchador *Ophiostoma minus* na secção radial de 2,5 mm em 24 horas.

Os resultados apresentados da velocidade de penetração *Botryodiplodia theobromae* após 48 horas de inoculação na madeira de *H. brasiliensis*, foram valores médios de crescimentos de 1,899mm nas secções radiais do lenho juvenil e de 2,170mm no lenho adulto; para secção longitudinal valor médio de 2,723mm para o lenho juvenil e 4,039mm para o lenho adulto. Resultados similares (HENNINGTON e LUNDSTROM, 1974). em prazo de 48 horas após a inoculação do *Ophiostoma minus* em *Pinus sylvestris*, obteve taxas de crescimento de 1,0mm na secção radial e 1,5mm na secção longitudinal. Parmeter et al. (1989) mediram dois isolados inoculado na madeira de *Pinus ponderosa* e as taxas de propagação na direção radial variaram de 2,0 mm na primeira semana para *Ophiostoma nigricarpum* e 6,0 mm na primeira semana para *Leptographium terebrantis*, e no sentido longitudinal de 0,3 mm na primeira semana *Ophiostoma nigricarpum* e 20 mm na primeira semana para *Leptographium terebrantis* no sentido radial.

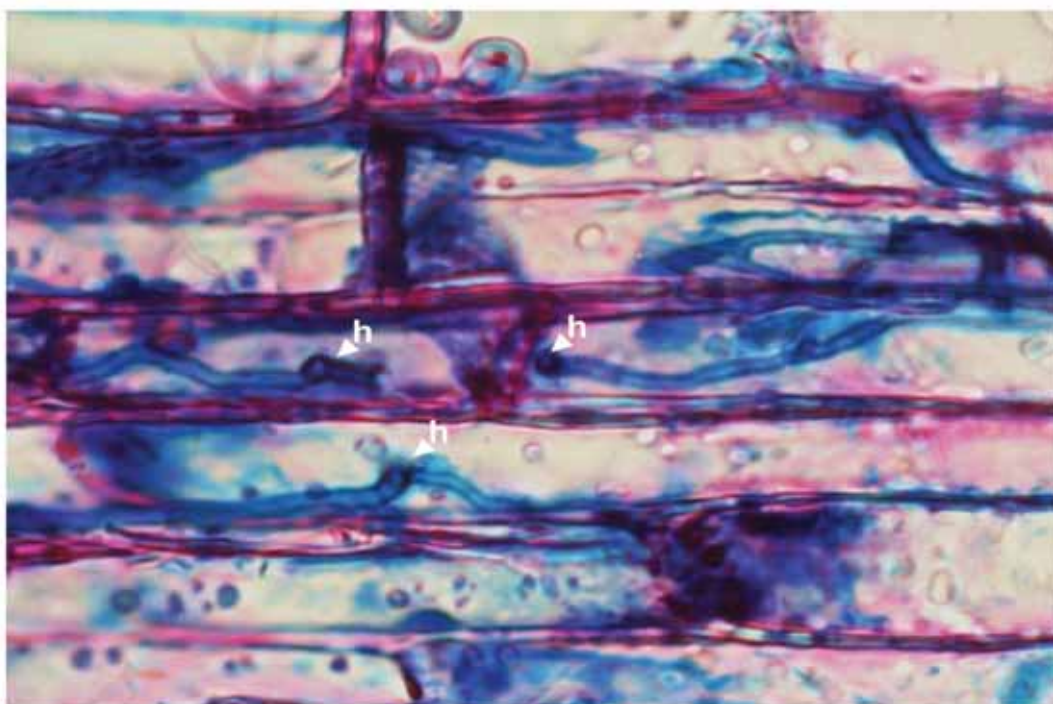
O crescimento da *B. theobromae* pode ser observado no interior dos tecidos da madeira juvenil e adulta, como se torna evidente na Figura 24 por microscópio de luz, as hifas penetram na madeira nos três planos transversal, longitudinal e radial, à constituição deste fungo é caracterizada pela presença de hifas, que são os filamentos longos e finos e do conjunto dessas hifas o micélio distribuídos nos lumes celulares e nos espaços intracelulares da madeira de *H. brasiliensis*.



**Figura 24.** A) Fotomicrográfica (100x) da Secção Transversal: p – indica a parede celular dos vasos condutores, h - hifa do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae*; B) Fotomicrográfica (40x) Secção longitudinal radial, a letra f – indica a fibra da madeira de *Hevea brasiliensis*; C) Secção Radial, onde a letra r indica as células parenquimáticas radial.

Hifas de diferentes diâmetros foram encontradas de forma irregular, dentro e entre as células parenquimáticas, no sentido radial e longitudinal da madeira em ambos os lenhos. Essa irregularidade de sentido e diâmetro das hifas pode estar ligada, ao crescimento das hifas nas direções irregulares das paredes celulares da madeira de *Hevea brasiliensis*, pois a trajetória está diretamente relacionada às orientações das paredes celulares.

Na avaliação de lâminas no sentido Transversal, Secção Longitudinal e na Secção Radial da madeira, com lâminas de espessura de 18 $\mu$ m em ambos os lenhos juvenil e adulto da madeira de *H. brasiliensis*, observa-se, um crescimento micelial no lúmen celular e uma penetração passiva através das pontuações das paredes celulares sobressai pela fotomicrografia (100x) da Figura 25. Encinas (1996) relata uma penetração ativa através das pontuações das paredes celulares, em estado avançado do manchamento, apresentando uma separação parcial da lamela média, característico do ataque do fungo manchador *L. theobromae* em madeira de *Pinus caribea*.



**Figura 25.** Fotomicrográfica (100x) evidencia a penetração passiva da hifa (indicada pela letra h) do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* através da pontuação da célula parenquimática radial da madeira *Hevea brasiliensis*.

Foram encontrados em grande quantidade hifas do fungo *Botryodiplodia theobromae* no interior das células parenquimáticas radiais, devido à presença de uma quantidade expressiva de substâncias de reserva de açúcares livres existentes no lúmen celular da secção radial da madeira de *Hevea brasiliensis*, sendo infestados primeiro, sequencialmente secção longitudinal e transversal respectivamente. Foram evidenciadas as características finas das hifas do fungo *Botryodiplodia theobromae* com ramificações laterais mais grossas, de coloração marrom escuro nas Secções Radial, Transversal e Longitudinal da madeira de *H. brasiliensis*.

Resultados encontrados são correspondentes ao descrito por Pawsey (1968) revelando que *Lasiodiplodia theobromae* invadiu todos os elementos de *Pinus caribaea* e a velocidade de penetração foi mais rápida na direção radial, apresentando uma grande quantidade de hifas pigmentadas de coloração marrom escura nos raios da madeira.

Estas observações diferem das Olofinboba (1974), que relataram que o fungo manchador *L. theobromae* produziu dois tipos de hifas no *africana antiaris*: primeiro tipo foi hifas finas localizadas principalmente nos raios medulares e o segundo tipo de espessura variável e pigmentação escura crescendo predominantemente na direção longitudinal no sentido nos vasos e fibras.

O fungo *B.theobromae* se desenvolve na direção e orientação dos elementos estruturais das paredes celulares. O desenvolvimento *B. theobromae* apresentou-se em abundância, nos raios, apresentando uma penetração passiva através das pontuações das paredes celulares, deparamos com uma anormalidade do crescimento micelial, a presença da distensão e/ou ruptura da parede celular, por degradação química.

A infestação do fungo manchador *B. theobromae*, ocorre na madeira como já relatado na literatura por Lindgren (1942); Fourgerousse, (1958) Hunt e Garratt (1962); Segura, (1970); Fares et al. (1989); Encinas, (1996); Eaton e Hale (1993); e Furtado (2000), hifas penetram na madeira, colonizando quase que exclusivamente as células do parênquima radial, principalmente na madeira de seringueira (Milingliang e Zhijuan, 2008), não sendo capaz de perfurar as paredes das células, dependem de aberturas naturais entre as células para penetrarem na madeira e do rompimento mecânico das membranas das pontuações, no qual é capaz de atravessar a parede celular, graças à formação de apressórios, o que sugere um mecanismo de penetração mecânica, não envolvendo ataque químico,

classificado como fungo manchador.

Resultados evidenciaram que em aspectos anatômicos, de micrografias analisadas, o fungo *B. theobromae* apresentou possíveis degradações químicas nas paredes celulares lignificadas, principalmente no lenho adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*, embora neste caso, as degradações não podem ser afirmadas em sua extensão durante o período de exposição do ensaio, em função da observação não efetuada em nível de camadas S1 e S2 da parede celular. Mais se pode evidenciar que as hifas do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* apresentaram possível erosão e degradação química na parede celular.

Portanto o fungo *Botryodiplodia theobromae* antes classificado como fungo manchador, agora pode ser classificado também como fungo de podridão mole tipo-2 evidenciado por (MORRELL e ZABEL 1992). Os resultados são semelhantes aos encontrados Wong e Singh (1998) que descrevem o desgaste das paredes irregularidade da face lúmen. A área degradada na camada da parede do lúmen apresentou uma degradação tipo-2 podridão mole por *Botryodiplodia theobromae* em blocos teste de madeira de seringueira. Essa degradação pode ser responsável por cerca de 10% da perda de massa, examinada por microscopia de luz em 1000 vezes de ampliação (WONG, 1993 e FLORENÇA, 1991).

Este tipo podridão mole tipo 2 causada por *Botryodiplodia theobromae* em fibras lignificadas de seringueira é prontamente confirmado por Wong e Singh (1998), e provavelmente as perdas de massa da madeira de seringueira na região do alburno atacada por *Botryodiplodia theobromae*, chega a porcentagens de 7-26%, após 1 à 6 meses de incubação, pode ser atribuída a degradação de podridão mole tipo 2 ambas as fibras da madeira e do parênquima (HONG 1976, FLORENÇA 1991, WONG 1993, ENCINAS E DANIEL 1995, 1996, 1997). A capacidade de *Botryodiplodia theobromae* para causar a podridão mole tipo 1, provocando cavidades na camada S2 da parede secundária da célula é considerada duvidosa (ENCINAS e DANIEL, 1995).

Essas informações anteriores foram descritas por Wilcox (1973) que em níveis microscópicos de ataque: 1) Tipo-1, ocorre a formação de cavidades na camada S2 da parede secundária da célula; 2) Tipo 2, apresenta erosão das camadas da parede celular ao redor das hifas que estão crescendo no lume da célula. O ataque tipo 2 ocorre predominantemente em madeiras de folhosa de baixa resistência natural a fungos

apodrecedores. De maneira geral, os fungos classificados como de podridão mole degradam primariamente a celulose e hemiceluloses de 5 carbonos (pentosanas), Já a degradação da lignina é mais lenta e depende da espécie de fungo e da madeira (WILCOX, 1973; NILSSON, 1973; ERIKSSON e WOOD, 1985 e EATON e HALE, 1993).

Esses resultados são explicados por Encinas (1996) e Wong e Singh (1998) devido à morfologia das hifas do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae*, provavelmente sugere que o organismo é altamente adaptado a ambientes como o substrato madeira, a penetração mecânica entre as paredes celulares do parênquima e a capacidade de degradar as paredes lignificadas da madeira e não-lignificada. Entrementes, as hifas analisadas apresentaram formação de apressórios, pois em contato com o torus da pontuação celular, permite que o fungo move-se entre células adjacentes do lume celular como discutido por vários autores: LINDGREN (1942); HUNT e GARRATT (1962); SEGURA, (1970); FARES et al. (1989); ENCINAS, (1996); EATON e HALE (1993); e FURTADO (2000). Ainda assim, *Botryodiplodia theobromae*, aparentemente, possuem enzimas degradantes de madeira especializado para causar podridão mole tipo 2. Resultados encontrados são evidenciado por Wong e Singh (1998), no qual narra o auxílio a movimentação das hifas através da digestão das paredes celulares das fibras, sendo considerado como um outro modo efetivo do movimento de hifas entre as células parenquimáticas.

Outra característica relevante discutido por Blanchette et al. (1994), fibras lignificadas da madeira de seringueira, apresentam uma tensão e são suscetíveis a infestação *Botryodiplodia theobromae* a qual implica que a madeira é extremamente vulnerável à degradação microbiana. Essa influência de tensão na madeira é indesejável, a porcentagem de madeira de tensão varia, mas é medianamente alta, podendo apresentar tensões de 50% ou mais, em área ao longo do fuste como investigado por (ANI e LIM, 1992 e LIM, 1998). Esses resultados são fortalecidos e narrados por Wong e Singh (1998, observação pessoal), na qual o fuste da madeira *Hevea brasiliensis*, pode possuir tensão de 80% nos tecidos da madeira, examinada na seção de corte transversal. Outras investigações propostas Wong e Koh (1991); Florence (1991); e Encinas e Daniel (1997), relatam que a parcialidade significativa da tensão na madeira de seringueira, pode ser um dos fatores que interferem na alta suscetibilidade ao ataque de fungos manchadores, quando equiparados com outros materiais não duráveis de ligno-celulose.

Estes resultados corroboram parcialmente com os publicados por Findlay e Pettifor (1939), Findlay (1959), Seifer (1999) e Schirp et al. (2003) o qual mostraram que o manchamento provocado por *L. theobromae* apresentaram manchas profundas que se difundem na parede celular causando redução na força e tenacidade. Além da diminuição a resistência à flexão em madeira tropical de baixa densidade. No entanto, estes resultados são opostos ao analisados e discutidos por Lambeth *et al.* (1989), onde publicaram que a coloração azul induzidas por fungos manchadores, normalmente não afetam a força e as propriedades mecânicas da madeira; Oliveira et al. (1986) e Schirp et al. (2003) reforçam que os fungos manchadores, não alteram a densidade ou resistência da madeira, apresentam essencialmente alterações estáticas, afetando o seu valor comercial.

Portanto para o fungo *Botryodiplodia theobromae*, verifica-se a necessidade de estudos mais aprofundados, no âmbito comparativo entre alteração da densidade e resistência mecânica entre lenhos juvenil e adulto da madeira de seringueira.

### **7.3 Efeito do tipo de lenho e do tratamento preservativo na madeira de *Hevea brasiliensis* atacada pelo fungo manchador *Botryodiplodia theobromae*.**

Como parâmetros de complementação à norma ASTM 4445 o monitoramento da escalas de nota existente na literatura para fungo manchador descrita por Benko e Highley (1990), avalia percentual do grau de manchamento da madeira, na mensuração de danos causados qualitativamente. Esse método visual analisou todos os corpos tratados quimicamente e avaliados com o índice de intensidade de manchas, não apresentaram notas superiores a 0 (zero) – Sem sinais visíveis de manchamento na superfície ou fungos superficiais, não sofrendo alteração no seu valor econômico de mercado.

Já os corpos de prova controle do lenho juvenil e lenho adulto foram classificados com nota 2 - apresentaram manchas que cobriam mais de 40% da superfície dos corpos de prova da madeira de *Hevea brasiliensis* como pode ser evidenciado. Contudo mesmo os Lenhos Juvenil e Adulto controle serem infestados por *B.theobromae*, não apresentaram diferença significativa ao nível de 5 % de significância, quando comparados entre si, conforme constatado da Tabela 14.

Vale ressaltar que as notas foram atribuídas numa escala de notas de 0 a 3 baseado por Benko e Highley (1990), sendo muito subjetivas, mascarando os resultados como evidenciados pela análise de variância.

Concomitantemente, foi realizada uma avaliação quantitativa por análise de imagens por um software desenvolvido na Unesp-Botucatu embasado no programa gratuito AFSoft que é uma ferramenta para análise foliar da Embrapa Instrumentação Agropecuária (CASTRO, 2009), o software desenvolvido é específico para avaliação à área de infecção do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* nos diferentes tipos de lenhos e tratamentos químicos.

Os valores quantitativos encontram-se na Tabela 15, com os principais parâmetros estatísticos da análise dos resultados da porcentagem da área manchada dos corpos de prova do Lenho Juvenil e Adulto controle e dos tratados quimicamente com os seus respectivos ingredientes.

**Tabela 15.** Efeito do tipo de lenho e do tratamento de imersão em diferentes produtos químicos no manchamento da madeira de *H. brasiliensis* provocado pelo fungo manchador *B. theobromae* após o ensaio de 4 semanas.

Tratamento	N	Escala Benko e Highley (1990)		Área de Manchamento %		Redução ou (Aumento) %
		Lenho Juvenil	Lenho Adulto	Lenho Juvenil	Lenho Adulto	
Controle	18	2 <sub>H</sub>	2 <sub>H</sub>	40,1 <sub>a</sub>	40,3 <sub>a</sub>	(0,5%) NS
T1 - Quinolinolato de Cobre -8 e Carbendazim	18	1 <sub>H0</sub>	1 <sub>H0</sub>	6,4 <sub>b</sub>	7,6 <sub>b</sub>	(18,8%) NS
T2 - 2-4-6 Tribromofenol	18	0 <sub>H0</sub>	0 <sub>H0</sub>	4,5 <sub>b</sub>	4,7 <sub>b</sub>	(4,4%) NS
T3 - Tanino	18	1 <sub>H0</sub>	1 <sub>H0</sub>	9,2 <sub>b</sub>	9,3 <sub>b</sub>	(1,1%) NS
T4 - Carbendazim e Procholaz	18	0 <sub>H0</sub>	0 <sub>H0</sub>	4,1 <sub>b</sub>	4,6 <sub>b</sub>	(12,2%) NS

Onde: Letras diferentes = Há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância; Letras iguais = Não há significativa na interação ao nível de 5% de significância; NS – diferença não significativa; H0 - As distribuições das médias de notas das amostras são idênticas, pelo teste de Friedman; H = As distribuições das notas não são iguais entre si, ao nível de 1% de significância pelo teste de Friedman.

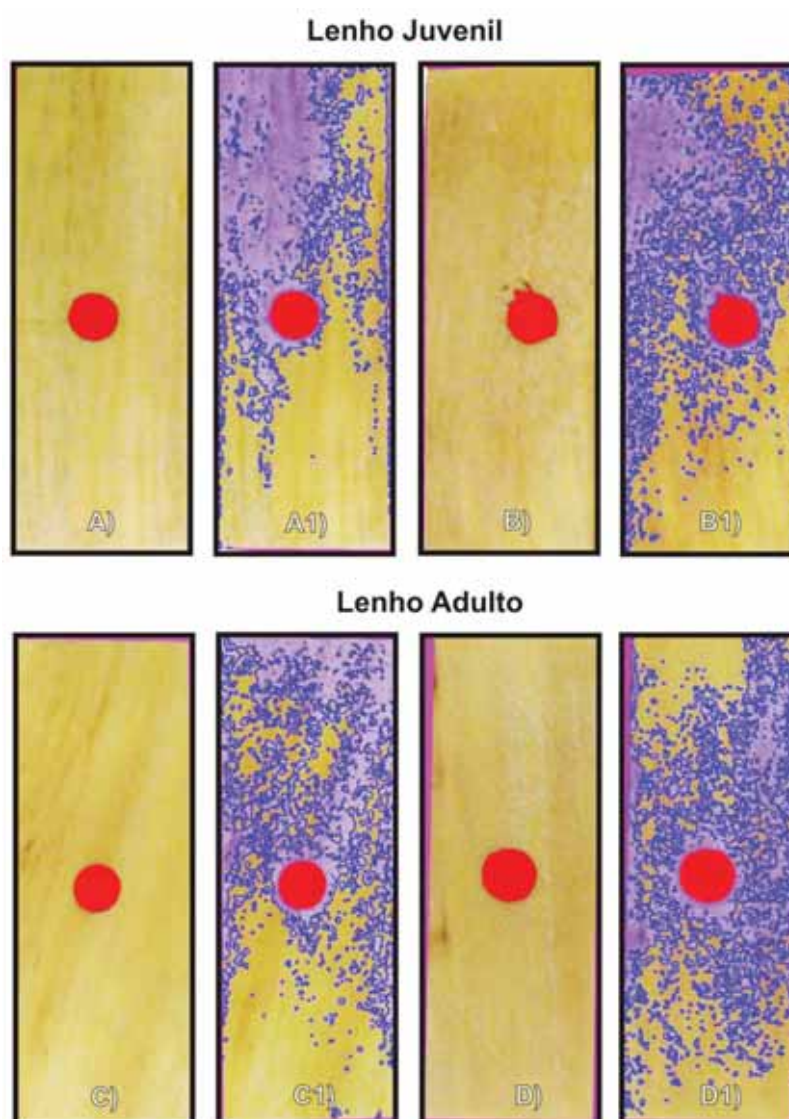
Para uma avaliação qualitativa foi baseado escala de manchamento proposta por Benko e Highley (1990) por escala de sinais de manchas ao *Botryodiplodia theobromae* nos lenhos juvenil e adulto da madeira de *H. brasiliensis*, a escala de notas não apresentaram diferença significativa entre os Tratamentos, somente o teste controle diferencia dos demais tratamentos, conforme constatado no teste não-paramétrico de Friedman na Tabela 15, ressaltamos que as notas foram atribuídas numa escala visual de 0 a 3. Ao inverso da avaliação quantitativa a qualitativa avaliada de uma forma muito subjetiva, conseqüentemente, não apresenta uma forma verdadeira e única capaz de avaliar a eficácia dos ingredientes ativos e suas respectivas concentrações, de uma forma exata na área infectada com o fungo manchador *B.theobromae* nos corpos de prova da madeira de *Hevea brasiliensis*, e seus respectivos lenhos.

Entretanto podemos observar que na Tabela 15 e Figura 26, o método quantitativo utilizado na avaliação da eficácia dos ingredientes ativos para o Lenho Juvenil e Adulto da madeira de *Hevea brasiliensis* apresentou índices altamente significativos com a porcentagem da área manchada dos corpos de prova. Evidenciando desta forma que os ingredientes ativos selecionados do Tratamento 1, Tratamento 2, Tratamento 3, e Tratamento 4, não foram eficaz na avaliação laboratorial da infestação do fungo manchador *B.theobromae* para a madeira de *Hevea brasiliensis*, em ambos os lenhos juvenil e adulto, seguindo a norma técnica ASTM 4445 (2003).

Contudo, o Tratamento 1, com o ingrediente ativo a base de Quinolinolato de Cobre – 8 e Carbendazim a 4,0 % de concentração, apresentou valor médio da área de manchamento 6,38011% para os corpos de prova do lenho juvenil e 6,38011% do valor médio da área manchada dos corpos de prova do lenho adulto para a madeira de *Hevea brasiliensis*, não apresentando diferença estatística ao nível de 5% de significância entre esses valores de manchamento.

Para o Tratamento 2, com o ingrediente ativo 2-4-6 Tribromofenol a 4,0% de concentração, apresentando valor médio da área de manchamento por *B.theobromae* 4,66089% para os corpos de prova do lenho juvenil e 4,51158% do valor médio da área manchada dos corpos de prova do lenho adulto da madeira *Hevea brasiliensis*, conseqüentemente, não apresentando diferença estatística ao nível de 5% de significância entre esses valores de manchamento.

Para o Tratamento 3, com o ingrediente ativo a base de Tanino a 6 % de concentração, apresentou valor médio da área de manchamento 9,22005% para os corpos de prova do lenho juvenil e 9,26333% do valor médio da área manchada dos corpos de prova do lenho adulto da madeira *Hevea brasiliensis*, não apresentando diferença estatística ao nível de 5% de significância entre esses valores de manchamento.



**Figura 26.** Metodologia utilizada para os cálculos na determinação da área sadia e manchada dos corpos de prova. A), B), C) e D) Corpos de prova aparentemente sadios com áreas manchadas não definidas visualmente. A1), B1), C1) e D1) Sobreposição de imagens da área sadia e área contaminada expressa pela coloração azulada sobre os corpos de prova.

Para o Tratamento 4 com o ingrediente ativos a base de Carbendazim e Prolcholz a 1,0% de concentração, apresentando valor médio da área de manchamento 4,10341% para os corpos de prova do lenho juvenil e 4,54686% do valor médio da área manchada dos corpos de prova do lenho adulto para a madeira de *Hevea brasiliensis*, conseqüentemente, não apresentando diferença estatística ao nível de 5% de significância. Entre os valores de manchamento dos corpos de prova, contra o ataque do fungo manchador *B.theobromae* na madeira de *H. brasiliensis*, o produto químico com o ingrediente ativos a base de Carbendazim e Prolcholz a 1,0% de concentração (T4) apresentou menor intensidade de manchamento quando comparado com os tratamentos T1, T2, T3.

Os resultados acima indicam que os produtos químicos testados, apresentam potencial para proteger adequadamente a madeira em condições normais de secagem, requerem ajustes nas concentrações. Essa informação é adicional a um experimento de campo realizado por Bravery e Dickinson (1984) com IPBC (3-Iodo – 2 Propinil Butil Carbamato), a uma concentração mais elevada do que a recomendada e testada no presente estudo, mostrou que o produto foi eficiente na prevenção da mancha azul, mesmo após as amostras tratadas terem sido submetidas a diferentes sistemas de lixiviação artificial.

Entretanto, concentrações mais elevadas do que as testadas e recomendadas pelos fabricantes, foram eficientes para o controle de fungos manchadores em experimentos de campo (MILANO, 1981; PLACKETT, 1982; MILANO e VIANNA NETO, 1982; LEIGHTLEY, 1985). Sugerimos concentrações mais elevadas, independente do custo de tratamento, apresentar melhores resultados do que os encontrados no presente estudo.

Embora os produtos selecionados para os ensaios laboratoriais, em concentrações compatíveis com as recomendações para o uso prático, recomenda-se testes específicos para a madeira de *Hevea brasiliensis*, no qual apresenta alto teor de carboidratos (açúcares e amido), em função da prevenção do fungo *Botryodiplodia theobromae*.

#### **7.4 Efeito do tipo de lenho e do uso de inseticida no índice de ataque de *Cryptotermes brevis* (Isoptera : Kalotermitidae) na madeira de *Hevea brasiliensis*.**

Avaliaram-se quantitativamente as perdas de massa em graus diferenciados entre o lenho juvenil e adulto da madeira *H. brasiliensis* causado por *C. brevis*

estão presentes na Tabela 16, onde apresentaram diferenças significativas entre médias pelo teste de ANOVA, com 5% de probabilidade, concluiu-se que as perdas de massa são diferentes entre os lenhos juvenil e adulto, seguindo critérios de avaliação da norma ASTM 3345 - D (ASTM, 2008).

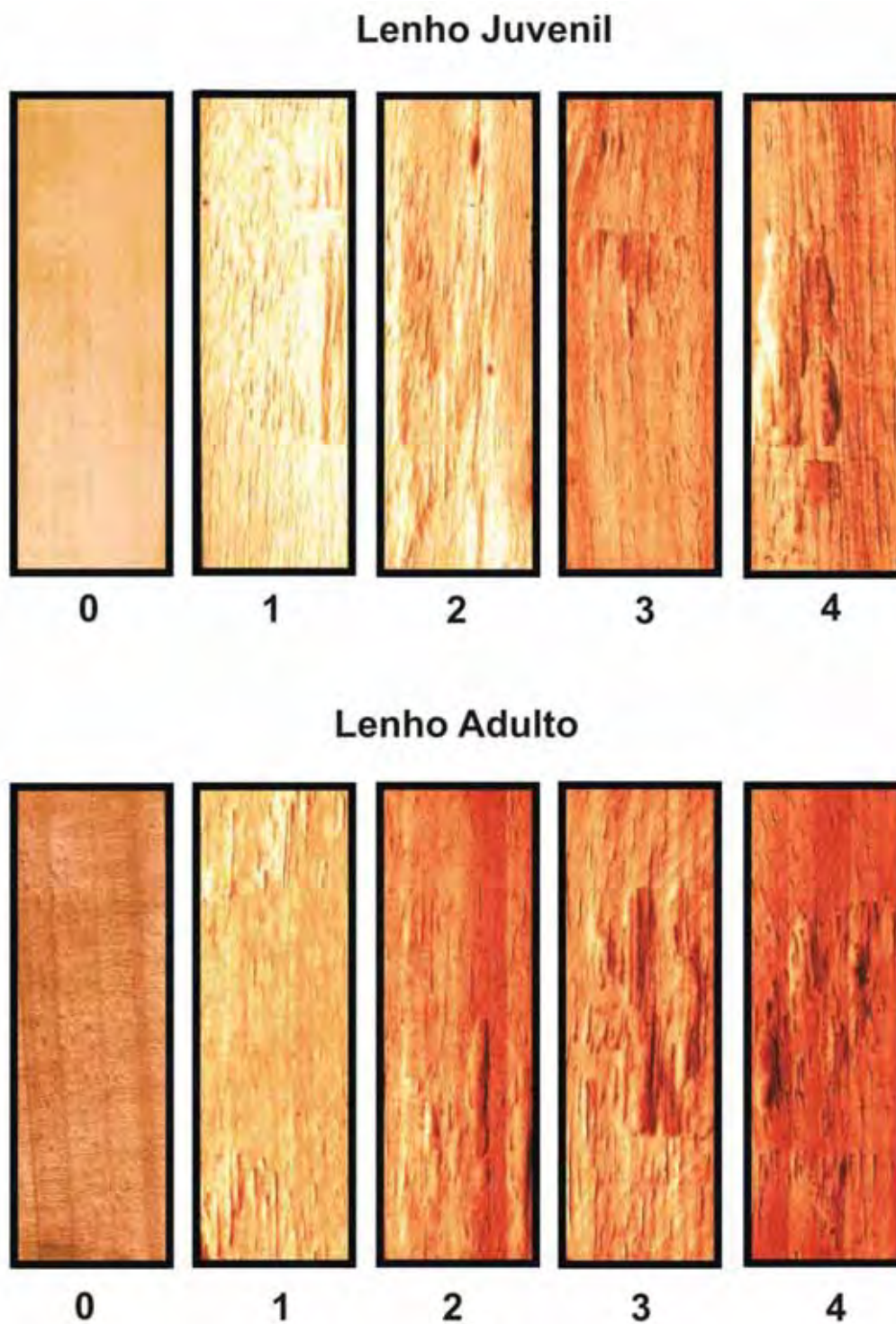
As perdas de massa dos corpos de prova do lenho adulto apresentam-se 47% maior que o lenho juvenil. O que evidencia uma maior preferência alimentar aos corpos de prova do lenho adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*.

**Tabela 16.** Efeito do tipo de lenho na perda de massa da madeira de *H. brasiliensis* e na sobrevivência dos cupins *C. brevis* durante o ensaio de resistência natural.

Tipo de Lenho	Perda de Massa corpos de prova		Massa Excremento	Nota	Sobrevivência de <i>C. brevis</i>	
	N	Média (%)	Média (%)		N	Média (%)
Lenho Juvenil	20	9,42	2,78	2,55	10	221,20
Lenho Adulto	20	13,85	3,39	2,70	10	242,00
Redução ou (Aumento)	-	(47,0) *	(21,9) <sup>NS</sup>	(5,9) <sup>NS</sup>	-	(9,4) <sup>NS</sup>

Onde: N = número de amostras no ensaio; NS = Não há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância; \* = há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância.

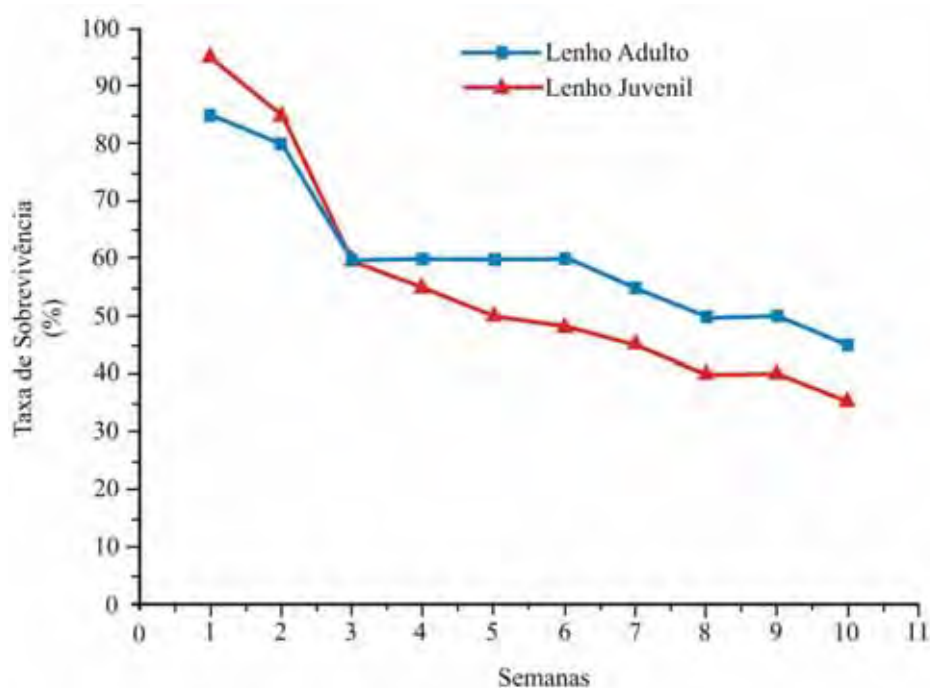
Entretanto avaliação qualitativa foi baseado no Método IPT (1980) de danos ao ataque por *C. brevis* nos lenhos juvenil e adulto da madeira de *H. brasiliensis*, a escala de danos não apresentaram diferença significativa entre si, conforme constatado na análise de variância da Tabela 16, ressaltamos que as notas foram atribuídas numa escala visual de notas de 0 a 4, apresentando maiores notas de danos no lenho adulto da madeira de *H. brasiliensis*. Ao inverso da avaliação quantitativa a qualitativa avaliada de uma forma muito subjetiva, por apresentar variabilidade diferenciada na percepção e classificação entre os danos causados por *C. brevis* nos corpos de prova (Figura 27).



**Figura 27.** Escala visual de notas para avaliação de danos provocados por *C. Brevis* na madeira de *H. Brasiliensis* e seus respectivos lenhos. Nota 0 (zero) nenhum corpo de prova obteve essa nota; nota 1 = dano superficial; nota 2 = dano moderado; 3 = dano acentuado e 4 = dano profundo.

A taxa de sobrevivência dos *C. brevis*, pode ser verificada na análise de variância Tabela 16, as comparações entre as médias de sobrevivência dos *C. brevis*, não houve diferenças significativas ao nível de 5 % de significância, quando comparado com o lenho juvenil e adulto da madeira de *H. brasiliensis*.

O número dos cupins *C. brevis* em atividade entre os lenhos juvenil e adulto da madeira controle de *H. brasiliensis*, apresentaram 60% de sobrevivência nas três primeiras semanas considerada um baixo índice de sobrevivência, independentemente do tipo de lenho da madeira estudada. A taxa de sobrevivência dos *C. brevis* apresenta-se na Figura 28, após 60 dias de contato com os lenhos juvenil e adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*, sem tratamento preventivo, conforme os critérios de avaliação proposto pela norma ASTM 3345 - D (ASTM, 2008).



**Figura 28.** Comparação da taxa de sobrevivência do *C. brevis* no lenho juvenil e adulto da madeira de *H. brasiliensis*.

Diante do exposto, de não haver diferenças significativas na interação entre as taxas de sobrevivência ao nível de 5% de significância entre os lenhos juvenil e adulto da madeira de seringueira é provável que, essa mortalidade pode ser resultante da ação ao

consumo dos compostos química presentes na madeira, como terpenos, extrativos ou polifenóis, que agem como repelente e/ou como tóxico aos *C. brevis* aos seus simbioses. Hillis e Yazaki (1973); Bultman e Parrish (1991); Scheffrahn (1991) e Cornelius et al. (1995), relacionaram as substâncias químicas com o desequilíbrio e mortes dos *C. brevis*, causado por seus simbioses. Pois, segundo Supriana (1985), citado por Abreu et al. (2000) e Pessoa (2002), a quantidade desses microrganismos, presentes no intestino dos cupins, pode se tornar insuficiente para digerir a celulose, influenciando o hábito alimentar desses insetos.

Estes resultados demonstram que a madeira do lenho adulto, se mostra mais favorável ao estabelecimento e desenvolvimento de uma colônia de *C. brevis* que o lenho juvenil do material analisado. Sob o ponto de vista nutricional, presentes neste lenho estão mais aximiláveis para os insetos e seus simbioses.

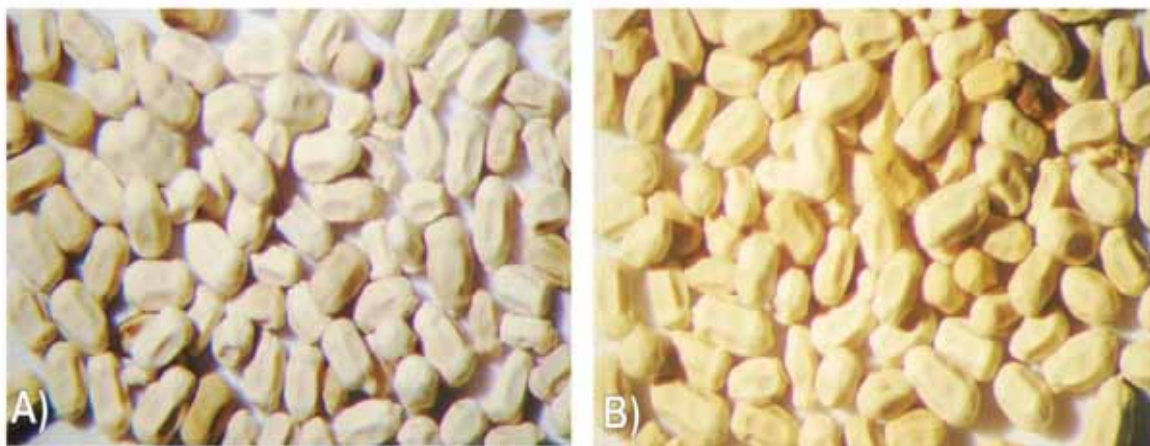
Quanto ao uso de inseticida ao ataque de *Cryptotermes brevis*, foi evidenciado que os dois produtos químicos T5 (Ciflutrina) e T6 (Cipermetrina), utilizados para tratar os corpos de prova do lenho juvenil e adulto de *H. brasiliensis*, provocaram 100% de mortalidade dos *C. brevis* em 24 horas, mesmo não sendo constatado ataque de perfuração ou qualquer outro dano mensurável nos corpos de prova. Tal fato é atribuído à quantidade e ao nível de toxicidade dos ingredientes ativos impregnados na superfície da madeira de *H. brasiliensis*.

Ao obter contato com a madeira de seringueira, os cupins se comportaram naturalmente, se alimentaram, assim como quando em contato com uma madeira sem tratamento preventivo. Após uma hora do início do experimento todas as placas foram observadas e constatou-se a diminuição de atividade e mudanças no comportamento. Estes voltavam seu abdome para cima, e apresentavam uma grande movimentação de pernas e vibração intensa das antenas, sinais de intoxicação. Após a terceira hora do início do experimento foi possível verificar que os insetos se encontravam completamente imóveis, com o abdome distendido (Figura 29).



**Figura 29.** *Cryptotermes brevis* (Isoptera : Kalotermitidae) intoxicação após a terceira hora do início do experimento a exposição aos corpos de prova tratados.

Outra característica distinta e importante é diferenciação na coloração do excremento de *C. brevis* entre os lenhos juvenil e adulto da madeira de *H. brasiliensis* como evidenciado na Figura 30.

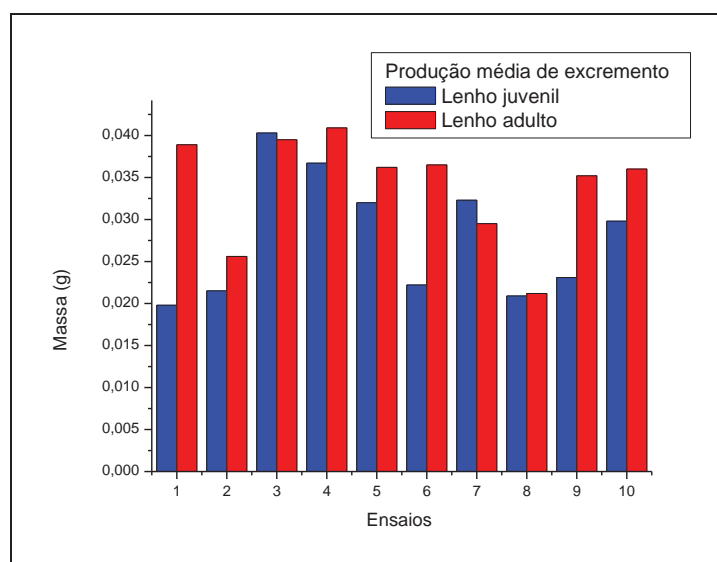


**Figura 30.** A) Excremento de *Cryptotermes brevis* (Isoptera : Kalotermitidae) quando alimentado pelo lenho juvenil da madeira de *Hevea brasiliensis* e B) Excremento de *C. brevis* quando alimentado pelo lenho adulto de *H. brasiliensis*.

Pode-se observar que em ambas as partículas de excremento analisadas apresentaram o mesmo formato com seis superfícies laterais impressas, dando uma secção hexagonal e pontiaguda, o tamanho é similar nos dois lenhos juvenil e adulto. Quanto à

coloração, quando alimentados com lenho juvenil estes se apresentam na cor bege-claro e para o lenho adulto apresentam-se uma coloração palha. Essa coloração diferenciada pode ser atribuída à quantidade de lignina que não foi substancialmente degradada no processo de digestão dos termitas (BIGNELL, 2006).

Os acumulados da massa do excremento *C. brevis*, quando pesados apresentaram uma variabilidade grande como apresentado na Figura 31, encontrada no máximo de 0,0409 g para o ensaio do lenho adulto e no mínimo de 0,0198 g para o ensaio do lenho juvenil da madeira de *H. brasiliensis*, não apresentando diferença estatística ao nível de 5 % de significância entre as médias da massa de excremento conforme apresentado na Tabela 16.



**Figura 31.** Valores médios das massas de excremento de *Cryptotermes brevis* (Isoptera : Kalotermitidae) em ensaios (cupim x madeira), para o lenho juvenil e adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*.

O peso da massa de excremento dos térmitas está correlacionado à perda de peso dos corpos de prova de ambos os lenhos juvenil e adulto. O lenho adulto da madeira de *H.brasiliensis*, apresentou maior perda de peso, quando comparado ao lenho juvenil, evidenciando de fato que o *C. brevis* apresenta uma maior preferência alimentar pelo lenho adulto de *H.brasiliensis*. Quantificamos o volume máximo do lenho adulto da madeira de *H. brasiliensis* escavado 55,4 mm<sup>3</sup> no ensaio com 40 insetos durante um período de 60 dias

De conformidade com os resultados encontrados neste estudo Myles et al. (2006) relataram que *C. brevis* prefere alimentar-se preferencialmente do alborno ao invés de cerne, em ambas as espécies avaliadas *Cryptomeria japonica* e *Pinus* spp. Por conseguinte, a região atacada do *Pinus* spp citado por Myles et al. (2006), pode ser equiparada com a madeira adulta de *Hevea brasiliensis*, corroborando com os resultados encontrados nesta pesquisa, a preferência alimentar e provavelmente nutricional *C. brevis* pelo lenho adulto da madeira *H. brasiliensis*.

Durante a realização do experimento foi constatado que os cupins mantiveram o seu desenvolvimento biológico. No interior das placas além dos excrementos, haviam exuvias o que indica a troca de instar dos insetos. Foi observado no experimento, o aparecimento de outras castas de *C. brevis*. Foram utilizados 38 ninfas e 2 soldados em cada parcela, 800 cupins inseridos para o teste de resistência com o lenho juvenil e adulto da madeira de *Hevea brasiliensis* por fim foi constatado a presença 56 indivíduos alados. Provavelmente, tal comportamento é uma estratégia dos cupins para salvar a colônia, diante de um ambiente limite e hostil para a sua sobrevivência. Resultado semelhante foi encontrado por Pessoa (2002), em testes de resistência ao *C. brevis* na madeira de *Eucalyptus grandis* termorretrificada, apareceram 192 indivíduos alados no total de 4200 insetos.

Segundo Potter (1997), a presença de formas aladas, revela a ocorrência de revoadas ou início de infestação da colônia na madeira. Borges et al. (2004) e Myles et al. (2006) mencionam que o período de vôo sazonal (revoada), está compreendido entre os meses de Junho a Setembro, período do ensaio madeira x cupim aqui representado..

Outro comportamento verificado entre os cupins em contato com parte do corpo incompleto faltando o abdome, o que indica que houve canibalismo entre os integrantes da colônia. É provável que tal comportamento, esteja relacionado com uma estratégia exibida pelos cupins que é a de sanidade da colônia, na qual indivíduos mortos e adoecidos são devorados por outros indivíduos, em consonância (PESSOA, 2003 e MYLES et al., 2006).

## 8. CONCLUSÃO

Os estudos realizados para avaliar o efeito do tratamento químico na resistência natural da madeira de *Hevea brasiliensis* mostraram que a imersão em produtos preservativos, apresenta-se com grande potencial para melhorar a resistência dos lenhos juvenil e adulto ao fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* e ao cupim *Cryptotermes brevis*.

Com relação ao efeito do tipo de lenho e do tratamento preservativo na resistência da madeira ao fungo manchador, conclui-se que:

- a) A área atacada pelo fungo *Botryodiplodia theobromae* foi de até 9,3% com o tratamento químico e em torno de 40% na madeira sem tratamento.
- b) O lenho adulto apresentou maior índice de manchamento que o lenho juvenil

Com relação à velocidade de manchamento provocado pelo fungo manchador *B. theobromae* nos lenhos juvenil e adulto, conclui-se que:

- a) o comportamento da velocidade de penetração nas secções transversal, radial e longitudinal tanto no lenho juvenil como no lenho adulto é explicado modelo geral apresentado, como não linear do tipo exponencial growth 1

$$Vp = A + B * e^{\left(\frac{Tempo}{t_1}\right)} ;$$

b) A velocidade de penetração do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* é maior no lenho adulto nas secções transversal, radial e longitudinal quando comparado com a madeira do juvenil de *Hevea brasiliensis*.

Com relação ao efeito do tipo de lenho e do tratamento preservativo na resistência da madeira ao cupim *Cryptotermes brevis*, conclui-se que:

a) O lenho adulto apresentou perdas de massa de 13,85% e o juvenil cerca de 9,42% após o contato com os cupins de madeira seca, alimentando-se preferencialmente do lenho adulto da madeira de *H. brasiliensis*.

b) Todos os produtos preservativos foram eficientes para inibir o ataque da madeira *Hevea brasiliensis* pelo cupim estudado.

## 9. RECOMENDAÇÕES

A madeira de seringueira é altamente suscetíveis ao ataque do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae*; aconselha-se a não utilizar essa madeira para fins madeireiros sem um tratamento profilático recomendado, no prazo de no máximo de 24 horas após o desdobro da madeira.

Reavaliar as concentrações de todos os ingredientes ativos, bem como suas potencialidades viáveis para uso prático. Avaliar a diferenciação na penetração dos ingredientes ativos no lenho juvenil e adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*, atrelado ao ensaio de lixiviação dos produtos preservativos.

Recomenda-se proceder a estudos quanto à análise química quantitativa da madeira tratada de *Hevea brasiliensis*, antes e após o período de teste, para determinar a quantidade de ingredientes ativos presentes na madeira, nos diferentes lenhos e níveis de penetração em diversas profundidades.

Como já enfatizado anteriormente, muito pouco tem sido estudado sobre a madeira de seringueira no âmbito nacional. Espera-se que este trabalho contribua para que os olhares técnicos e acadêmicos se voltem para este horizonte muito pouco explorado e com uma extrema potencialidade já utilizada em países asiáticos.

## 10. REFERÊNCIAS

ABDEL-GADIR, A. Y.; KRAHMER, R. L. Estimating the age of demarcation of juvenile and mature wood in Douglas-fir. **Wood and Fiber Science**, Madison, v. 25, n. 3, p. 242-249, 1993.

ABRAHAM, L. et al. Proteinases as potential targets for new generation anti-sapstain chemicals. **Forest Products Journal**, Madison, v. 47, n. 9, p. 57-62, 1997.

ABREU, R. L. S. de; SILVA, K. E. S. da. Resistência natural de dez espécies madeireiras da Amazônia ao ataque de *Nasutitermes macrocephalus* (Silvestri) e *N. surinamensis* (Holmgren) (Isoptera: Termitidae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 229-234, 2000.

ACKERMAN, I. L. et al. Térmita (Insecta: Isoptera) species composition in a primary rain forest and agroforests in central Amazonia. **Biotropica**, Lawrence, n. 41, p. 226-233, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Índice das monografias dos ingredientes ativos de agrotóxicos, domissanitários e preservantes de madeira**. Brasília, DF: ANVISA, 2003. p. 113.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Produtos preservativos e seus respectivos ingredientes ativos para madeira. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/qualidade-ambiental/wp-content/files/Produtos\\_Preservativos\\_de\\_Madeira\\_Registrados-IBAMA.pdf](http://www.ibama.gov.br/qualidade-ambiental/wp-content/files/Produtos_Preservativos_de_Madeira_Registrados-IBAMA.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2010.

AGRIZONIS, N. Crecimiento del manchado azul en rolas de pino caribe. **Boletim Técnico CVG-PROFORCA**, Santa Cruz de Bucaral, v. 9, p. 24-31, 1992.

ALI, A. R. M.; KONG, H. W. Rubberwood: a new timber resource. **The Malaysian Forester**, Selangor, v. 51, n. 3, p. 155-163, 1988.

ALLWI, N. I. B. MD. **Anatomical structure and physical properties of newly introduced *Hevea* species**. 2006. 137 f. Thesis (Master of Science)-School of Gradudies, Universiti Putra Malaysia, Selangor, 2006.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. **D 4445-03**: standard test method for fungicides for controlling sapstain and mold on unseasoned lumber (laboratory method). Philadelphia, 2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIAL. **D-3345**: standard method of laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistance to termites. Philadelphia, 2008. 224 p.

ANON. **Why study wood fibres**. Forpridicom, Forest Product Research and Industries Development Commission, National Service Development Board College, Philippines. p.1-2, 1971. (Technical Note, 123).

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais: Climatologia agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 9-13, 1986.

ANUWONGSE, B.; CHOLPRASERT, T. **The natural durability of thai timber**. Progress Report. Bangkok: Forest Products Division, 1976. 15 p.

ARAÚJO, R. L. **Catálogo dos isoptera do novo mundo**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1977. 92 p.

ASHAARI, H. A. The fibre length of two clones of rubberwood. **The Malaysian Forester**, Selangor, v. 49, n. 1, p. 48-55, Jan-Abr. 1986.

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE PRODUTORES E BENEFICIADORES DE BORRACHA. Heveicultura. **Informativo Apabor**, São José do Rio Preto, v. 4, 2010, 8 p.

AUTRAN, C. S. **Valorização tecnológica das madeiras de *Hevea brasiliensis* Müll Arg. e *Brosimum rubescens* Taub. para a indústria moveleira**. 2005. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005.

AZIZOL, A. K.; RAHIM, S. Carbohydrates in rubberwood (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) **Holzforschung**, Berlin, v. 43, n. 3, p. 173-178, Jan. 1989.

BALASUNDARAN, M.; GNANAHARAN, R. Laboratory evaluation of preservative treated rubberwood against fungi. **Journal of Tropical Forest Science**, Kuala Lumpur, v. 2, n. 4, p. 303-306, 1990.

BALATINEZ, J. J.; KENNEDY, R. W. Maturation of ray parenchyma cells in pine. **Forest Products Journal**, Madison, n. 17, p. 57-64, 1967.

BALLARD, R. G.; WALSH, M. A.; COLE, W. E. The penetration and growth of blustain fungi in the sapwood of lodgepole pine attacked by mountain pine beetle. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 62, p. 1724-1729, 1984.

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

BALLARIN, A. W., ESCOBAR, J. F.; LARA PALMA, H. A., LEONELLO, E. C. Estudos mostram viabilidade da madeira de seringueira. **Revista Lateks**. Piracicaba, n. 13, p. 26 – 29, ago, 2011.

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

- BANDEIRA, A. G.; MIRANDA C. S.; VASCONCELOS A. Danos causados por cupins em João Pessoa, Paraíba - Brasil. In: FONTES, L. R.; BERTI FILHO E. (Eds.). **Cupins: o desafio de conhecimento**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 75-85.
- BAUER, R.; OBERWINKLER, F.; VÁNKY, B. Ultrastructural markers and systematics in smut fungi and allied taxa. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 73, p. 867-883, 1997.
- BEHR, E. A.; BEHR, C. T.; WILSON, L. F. Influence of wood hardness on feeding by the eastern subterranean termite, *Reticulitermes flavipes* (Isopetra: Rhinotermitidae). **Annals of Entomological Society of America**, Lanham, v. 65, p. 457-460, 1972.
- BEHRENDT, C. J.; BLANCHETTE, R. A. Biological processing of pine logs for pulp and paper production with *Phlebiopsis gigantea*. **Applied and Environmental Microbiology**, Baltimore, v. 63, n. 5, p. 1995-2000, 1997.
- BENDTSEN, B. A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest Products Journal**, Madison, v. 28, n. 10, p. 61-72, 1978.
- BENDTSEN, B. A.; SENFT, J. Mechanical and anatomical properties in individual growth rings of plantation-grown eastern Cottonwood and Loblolly Pine. **Wood and Fiber Science**, Madison, v. 18, n. 1, p. 21-38, 1986.
- BENESI, J. F. C. Principais fatores que interferem na produtividade do seringal em exploração. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE A HEVEICULTURA PAULISTA, 1999, Barretos. **Anais...** Barretos: SAA; APABOR, 1999. p. 141-155.
- BENKO, R.; HIGHLEY, T. L. Biological control of wood-attacking fungi using bacteria. **Biodeterioration Research**, New York: Plenum Press, n. 3, p. 327-332, 1990.
- BERTI FILHO, E. **Cupins ou termites: manual de pragas florestais**. Piracicaba: IPEF; SIF, 1993. 56 p.
- BHAT, A. K.; BHAT, K. V. E.; DHAMODORAN, T. K. Pulping of rubberwood. **Indian Pulp and Paper**, Calcutta, v. 24, n. 3, p. 187-189, 1984.
- BIGNELL, D. E. Termites as soil engineers and soil processors. In: KÖNIG, H.; VARMA, A. (Eds.). **Soil biology: intestinal microorganisms of soil invertebrates and termites**. Berlin: Springer, 2006. v. 6. p. 183-220.
- BLANCHETTE, B. B. et al. Nineteenth-century shaman graves guardians are carved *Fomitopsis officinalis* sporophores. **Mycologia**, New York, v. 84, p. 119-124, 1992.
- BORGES, P. A. V. et al. **Determinação da distribuição e abundância de térmitas (isoptera) nas habitações do conselho de angra do heroísmo**. Universidade dos Açores. 2004. Não publicado.

BORRACHA NATURAL. Quem faz parte da cadeia agroindustrial da borracha natural. 2008. Disponível em: <<http://www.borrachanatural.agr.br/borracha.php>>. Acesso em: 30 jul. 2008.

BRAZOLIN, S. et al. **Biodeterioração de madeiras em edificações**. São Paulo: IPT, 2001. 54 p.

BREUIL, C. et al. Wood-inhabiting nondecay fungi grow poorly in wood chips containing sapwood and heartwood. **Tappi Biological Sciences**, 1994.

BROWN, M. J.; Mc WILLIAMS, W. H. Pine stands across the South trends and projections. In: SOUTHERN PLANTATION WOOD QUALITY WORKSHOP, 1989, Athens. **Proceedings...** Asheville: Southeastern Forest Experiment Station, 1990, p. 1-15.

BRUCE, A. et al. Effect of volatiles from bacteria and yeast on the growth and pigmentation of sapstain fungi. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Amsterdam, v. 51, p. 101-108, 2003.

BULTMAN, J. D.; PARRISH, K. K. Evaluation of some wood extractives and related compounds as anti-bore, anti-fungal, and anti-termitic agents. **International Biodeterioration Bulletin**, Oxford, v. 15, n. 1, p. 19-27, 1979.

BURGER, M. L.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.

BUTCHER, J. A. Some recent trends in wood preservation new chemicals and improved treatment processes. **Mokuzai Hozon** (Wood Preservation), Tokyo, v. 11, n. 2, p. 74-85, 1985.

BYRNE, A.; SMITH, R. S. **A review of hemlock brown: stain and related discoloration**. St. Marie: Forintek, 1991.

CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T. D.; ASSI, P. P. Mensuração do comprimento das fibras para a determinação da madeira juvenil em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, São Paulo, n. 68, p. 113-121, ago. 2005.

CARDOSO, R. M. G. A podridão da Diplodia em seringueira. **O Biológico**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 3-5, 1963.

CAVALCANTE, M. S. **Deterioração biológica e preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1982. 41 p.

CENTER FOR WOOD ANATOMY RESERCH. Madison: Forest Products Laboratory. Disponível em: <[http://www2.fpl.fs.fed.us/TechSheets/Chudnoff/TropAmerican/html\\_files](http://www2.fpl.fs.fed.us/TechSheets/Chudnoff/TropAmerican/html_files)>. Acesso em: 20 fev. 2011.

CHARLTON, G. M. **Rubberwood production in integrated of Plantations**. Kuala Lumpur: UNCTAD/GATT, 1993. 28 p.

CHEW, L. T. **Rubberwood development in Malaysia**. Kuala Lumpur: International Forum on Investment Opportunities in the Rubberwood Industry, 1993. Não publicado.

CHUAN, O. K. **International marketing of rubberwood products: industry experience**. Kuala Lumpur: UNCTAD/GATT, 1993. 9 p.

CHUDNOFF, M. **Tropical timbers of the world**. Washington, DC: USDA Forest Service, 1984. 466 p.

CLARK, A. III.; SAUCIER, J. R. Influence of initial planting density, geographic location, and species on juvenile wood formation in southern pine. **Forest Productions Journal**, Madison, v. 39, n. 7/8, p. 42-48, 1989.

COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. Descrição macroscópica, microscópica e geral da madeira. São Paulo. COPANT, 1974, v. 30, p.1-19.

CONSTANTINO, R. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma cerrado. In: SCARIOT, A. O.; SILVA, J. C. S.; FELFILI, J. M. (Eds.). **Biodiversidade, ecologia e conservação do cerrado**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 319-333.

CORADIN, V. R. T.; MUÑIZ, G. I. B. de. **Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae**. Brasília, DF: LPF, 1991. 17 p.

COSTA, A. F. **Utilização de interações entre produtos químicos preservativos no desenvolvimento de formulações para prevenção de fungos manchadores e emboloradoresna madeira**. 1999. 104 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

COSTA, A. F. et al. Diagnóstico de setor de preservação de madeiras no Brasil no período de 1999 a 2000. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS, 2., 2002. Curitiba. **Anais...** Curitiba: 2002. 1 CD-ROM.

CÔTÉ, W. A. Structural factors affecting the permeability of wood. **Journal of Polymer Science (Part C)**: Hoboken, p. 231- 242, 1963.

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

CROAN, S. C.; HIGHLEY, T. L. **Controlling the sapstain fungus *Ceratocystis coerulea* by metabolites obtained from *Bjerkandera adusta* and *Talaromyces flavus***. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1993. 15 p.

CSERJESI, A. J.; JOHNSON, E. L. Mould and sapstain control laboratory and field tests of 44 fungicidal formulations. **Forest Products Journal**, Madison, v. 32, n. 10, p. 59-68, 1982.

- CSERJESI, A. J.; ROFF, J. W. Toxicity test of some chemicals against certain wood-staining fungi. **International Biodeterioration Bulletin**, La Molina, n. 11, v. 3, p. 90-96, 1975.
- DÉON, G. **Manual de preservação das madeiras em clima tropical**. Yokohama : Organização Internacional das Madeiras Tropicais, 1989. 116 p.
- DHAMODARAM, T. K. Status of rubberwood processing and utilization in India: a country report. In: JIANXIONG, L. **Promotion of rubberwood processing technology in the Asia-Pacific region**. Haikou: ITTO/CFC, 2008. p. 17-37.
- DICKINSON, D. J. The effective control of blue-stain and mould on freshly-felled timber. **Holzforschung**, Berlin, v. 31, n. 4, p. 121-125, 1977.
- DINWOODIE, J. M. **Timber it's structure, properties and utilization**. Oregon: Timber Press, 1981.
- DOGRA, N.; BREUIL, C. Suppressive subtractive hybridization and differential screening identified genes differentially expressed in yeast and mycelial forms of *Ophiostoma piceae*. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 238, n. 1, p. 175-181, 2004.
- DORADO, J. et al. Degradation and detoxification of softwood extractives by sap stain fungi. **Bioresource Technology**, Barking, v. 71, n. 1, p. 13-20, 1998.
- EATON, R. A.; HALE, M. D. C. **Wood: decay, pest and protection**. New York: Chapman & Hall, 1993. 546 p.
- EDGINGTON, L. V.; KHEW, K. L.; BARRON, G. L. Fungitoxic spectrum of benzimidazole compounds. **Phytopathology**, St. Paul, v. 61, p. 42-44, 1971.
- EDWARDS, R.; MILL, A. E. **Termites in buildings: their biology and control**. Fercourt: Rentokil, 1986. 231 p.
- ENCINAS, O.; DANIEL, G. Wood cell wall biodegradation by the blue stain fungus *Botryodiplodia theobromae* Pal. Mat. **Lind Organismen**, Berlin, v. 29, p. 255-272, 1995.
- ENCINAS, O.; DANIEL, G. Decay capacity of different strains of the blue stain fungus *Lasiodiplodia theobromae* on various wood species. **Material und Organismen**, Berlin, v. 30, p. 237-259, 1996.
- ENCINAS, O.; DANIEL G. Degradation of the gelatinous layer in aspens and rubberwood by the blue stain fungus *Lasiodiplodia theobromae*. **IAWA Journal**, Utrecht, v. 18, p. 107-115, 1997.
- ESLYN, W. E.; CASSENS, D. L. Laboratory evaluation of selected fungicides for control of sapstain and mold on southern pine lumber. **Forest Products Journal**, Madison, n. 4, v. 33, p. 65-68, 1983.

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

FARES, Y.; GOESCHL, J. D.; SHARPE, P. J. H. Dynamics of bark beetle-fungus symbiosis: I. Pine tree anatomy and fungus growth pattern. In: STEPHEN, F. M.; SEARCY, J. L.; HERTEL, G. D. (Eds.). **Modeling southern pine beetle populations**. Washington, DC: USDA Forest Service, 1980, p. 54-60.

FARRELL, R. L. et al. Cartapip: a biopulping product for control of pitch and resin acid problems in pulp mills. **Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v. 30, p. 115-122, 1993.

FERREIRA L. A.; SEVERO E. T. D.; CALONEGO, F. W. Determinação das regiões dos lenhos juvenil e adulto pela mensuração do comprimento das fibras de *Hevea brasiliensis*.: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 21., 2009, São José do Rio Preto. **Resumos expandidos...** São José do Rio Preto: UNESP, 2009.

FERREIRA L. A.; SEVERO E. T. D.; CALONEGO, F. W. Determination of fiber length and juvenile and mature Wood zones from *Hevea brasiliensis*.trees grows in Brazil. **European Journal of Wood and Wood Products**. Bäumen, Holz als Roh-und Werkstoff, v.69, n.4, p. 659-662, 2011.

FINDLAY, W. P. K. Sap-stain of timber. **Forestry Abstracts**, Farnham Royal, n. 1/2, p. 1-14, 1959.

FINDLAY, W. P. K. **Preservation of timber in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1985. 269 p.

FINDLAY, W. P. K.; PETTIFOR, C. B. The effect of sap-satain on the properties of timber 1. Effect of sap-stain on the strength of Scots pine sapwood. **Forestry**, Oxford, n. 11, p. 40-52, 1939.

FLORENCE, E. J. M. **Sapstain fungi of some commercially important timbers and their control**. Peechi: Kerala Forest Research Institute, 1991. 653 p.

FLORENCE, E. J. M.; GNANAHARAN, R.; SHARMA, J. K. **Influence of moisture content of rubberwood on the growth of *Botryodiplodia theobromae***. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1993. 12 p.

FLORENCE, E. J. M.; GNANAHARAN, R.; SHARMA, J. K. **Studies on growth and prevention of sapstain fungus *Botryodiplodia theobromae* in rubber wood and its effect on strength properties**. Kerala: Kerala Forest Research Institute, 1996, 680 p.

FONTES, L. R. Controle de cupins em ambientes urbanos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE CONTROLE DE PRAGAS URBANAS, 2., São Paulo, 1996. **Anais...** São Paulo: EXPOPRAG, 1996. p. 56-69.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook**: wood as an engineering material. Madison: U.S. Department of Agriculture, 1999. 463 p.

FOELKEL, C. Elementos de vaso e celuloses de eucalipto. 2007. Disponível em: <[www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT04\\_vasos.pdf](http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT04_vasos.pdf)>. Acesso em: 27 maio 2010.

FOELKEL, C. Propriedades papeleiras das árvores, madeiras e fibras celulósicas dos eucaliptos. 2009. Disponível em: <[www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT14\\_PropPapeleiras.pdf](http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT14_PropPapeleiras.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2010.

FOURGEROUSSE, M. Les alteration fungiques des bois frais em Afrique Tropicale et plus particulierment de l'Ilomba et du Limba. **Bois et Forest de Tropiques**, Montpellier, v. 60, p. 41-56, 1958.

FRANCISCO, V. L. F. S; BUENO, C. R. F.; BAPTISTELLA, C. S. L. A cultura da seringueira no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, p. 31-42, 2004.

FUJIWARA, S. et al. Anatomy and properties of japonese hardwoods. Variation of fibre dimensions tissues proportion and their relation to basic density. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 12, p. 419-424, 1991.

FUJUTOWSKI, A. The selected properties of Scots pine wood blue-stained by fungus *Cladosporium herbarum*. In: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL RESEARCH GROUP ON WOOD PRESERVATION, 34., 2003, Quensland. **Proceedings...** Brisbane: IRG/WP, 2003. 11 p.

FURTADO, E. L. **Microrganismos manchadores de madeira**. Botucatu: IPEF, 2000. 6 p.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.  
GALVÃO, A. P. M. **Processos práticos para preservar a madeira**. Piracicaba: ESALQ, 1975. 29 p.

GNANAHARAN, R.; DHAMODARAN, T. K. Mechanical properties of rubberwood from a 35-year-old plantation in central Kerala. **Journal of Tropical Forest Science**, Kerala, v.6, n. 2, , p. 136-14, mar. 1993.

GNANAHARAN, R.; MATHEW G. **Preservative treatment of rubberwood (*Hevea Brasiliensis*)**. Peechi: Kerala Forest Research Institute, 1982. (Research Report, 15).

GOH, T. A.; FOO, C. K.; KWONG, T. M. Control of fungal attack in rubber logs. **The Malaysian Forester**, Selangor, v. 43, n. 4, p. 516-521, 1980.

- GOLDHAMMER, D. S.; STEPHEN, F. M.; PAINE, T. D. Average radial growth and chlamydospore production of *Ceratocystis minus*, *Ceratocystis minus* var. *barrasii* and SJB 122 in culture. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, n. 67, n. 12, p. 3498-3505, Dec. 1989.
- GONÇALVES, E. C. P. A cultura da seringueira para o Estado de São Paulo. SAA. **Comissão Técnica da Seringueira e outros** (Manual Técnico, 72), Edição, Campinas, CATI, 163p. ilus.28cm, 2010.
- GONÇALVES, P. S. Uma história de sucesso: a seringueira no estado de São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 54, n. 1, p. 6-14, 2002.
- GONÇALVES, F. G.; OLIVEIRA, J. T. S. Resistência ao ataque de cupim de madeira seca (*Cryptotermis brevis*) em seis espécies florestais. **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, p. 80-83, 2006.
- GONÇALVES, P. S.; CARDOSO, M.; BORTOLETTO, N. Redução do ciclo de melhoramento e seleção na obtenção de cultivares de seringueira. **O Agrônomo**, Campinas, v. 40, n. 2, p. 113-130, 1998.
- GONÇALVES, P. S. et al. **Manual de heveicultura para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 2001. 77 p. (Boletim Técnico, n. 189)
- GONÇALVES, P. S. et al. Desempenho de clones de seringueira de origem amazônica no planalto do Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 12, p. 1469-1477, 2002.
- GRASSÉ, P. P. **Termitologia**. Paris: Masson, 1984. 2 v.
- HANADA, R. E. et al. Fungos emboloradores e manchadores de madeira em toras estocadas em indústrias madeireiras no município de Manaus. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 33, n. 3, p. 483-488, 2003.
- HANSEN, J.; MORRELI, J. J. Use of anti-stain chemical treatments by the western U.S. softwood lumber industry, 1994. **Forestry Product Journal**, Madison, v. 47, n. 6, p. 69-73, 1997.
- HARIDASAN, V. Rubberwood: promise of the future. **Rubber Board Bulletin**, Kottayam, v. 25, p. 7-8, 1989.
- HARRIS, W. V. **Termite**: their recognition and control. 2. ed. London: Longman Group, 1971. 186 p.
- HAYWARD, P.; DUFF, J.; RAE, W. **Screening results of fungicides for sapstain control on *Pinus radiata***. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1983. 10 p.

HERMINGTON, B.; LUNDSTROM, H. **The growth of insect-borne blue-stain, and effects caused by immersion of the wood:** some laboratory tests. Rapport, Institutionen for Virkeslara, n. R 92, 19674. 20 p.

HERNANDEZ, A. L.; WENGERT, E. M. End coating logs to prevent stain and checking. **Forest Products Journal**, Madison, v. 47, n. 4, p. 65-70, 1997.

HIGHLEY, T. L. **Biodeterioration of wood.** Wood handbook-wood as an engineering material. Madison: Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999.

HILLIS, W. E. Wood quality and utilization. In: HILLIS, W. E.; BROWN, A. G. (Eds.). **Eucalyptus for wood production.** Melbourne: CSIRO, 1978.

HILLIS, W. E.; YAZAKI, Y. Polyphenols of Intsia heartwood. **Phytochemistry**, Oxford, v. 12, p. 2491- 2495, 1973.

HING, L. W. **A study on the rubberwood industry in Malaysia.** Kuala Lumpur: UNCTAD/GATT, 1993. 67 p.

HING, L. W.; CHOH, S. H. Rubberwood: present and potential utilization. **The Malaysian Forester**, Selangor, v. 45, n. 3, p. 321-326, 1983.

HOI, W. K. Charcoal and briquettes from rubberwood. **Rubberwood:** processing and utilization, n. 39, p. 207-221, 1994.

HONG, L. T. Rubberwood: powering Malaysia's furniture and panel industry. **Asian Timber**, Singapore, v. 17, p. 17-22, Nov. 1995.

HONG, L. T.; LIM, S. C. Durability of rubberwood. In: HONG, L. T.; LIM, S. C. (Eds.). **Rubberwood processing and utilization.** Kuala Lumpur: Forest research Institute of Malaysia, 1994. p. 37-50.

HONG, L. T.; SIM, H. C. **Rubberwood processing and utilization.** Kuala Lumpur: Forest Research Institute of Malaysia, 1994. 248 p.

HONG, L. T. et al. Preservation and protection of rubberwood against biodeteriorating organisms for more efficient utilization. **The Malaysian Forester**, Selangor, v. 45, n. 3, p. 299-316, 1982.

HULME, M. A.; THOMAS, J. F. Stain control in eastern white pine using ammoniacal zinc oxide in mill conditions. **Forest Products Journal**, Madison, n. 25 v. 6, p. 36-39, 1975.

HUNT, M. G.; GARRAT, G. A. **Wood preservation.** New York: McGrawHill, 1963. 433 p.

ILHAN, R. O. T.; PERTEN, A. P. Studies on the control of blue stain by using some chemicals. **Journal of the Turkish Forest Research Institute**, Atalay, v. 38, p. 26-27, 1976.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Programa Seringueira. 2004  
Disponível em: <[http://www.iac.sp.gov.br/centros/centro\\_cafe/seringueira/programa%20seringuiera.htm](http://www.iac.sp.gov.br/centros/centro_cafe/seringueira/programa%20seringuiera.htm)>. Acesso em: 24 jun. 2010.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. A importância da borracha. 2008. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/UniPesquisa/Seringueira/QuemSomos/ImportanciaBorracha.asp>>. Acesso em: 11 fev. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Métodos de ensaio e análise em preservação de madeiras:** ensaio acelerado de laboratório da resistência natural ou de madeira preservada ao ataque de térmitas do gênero *Cryptoterme*s (Família: Kalotermitidae). São Paulo: IPT, 1980. (Publicação 1157).

INTERNATIONAL RUBBER STUDY GROUP. **Rubber statistical bulletin**. Wembley: IRSG, 2007. v. 61. 61 p.

INTRODUCTION TO MYCOLOGY. Disponível em: <<http://www.microbiologybytes.com/introduction/myc1.html>>. Acesso em: 25 ago. 2011.

IS 1141. Code of practice for seasoning of timber. New Delhi: Bureau of Indian Standards, 1958.

IS 401. Code of practice for preservation of timber. New Delhi: Bureau of Indian Standards, 1982.

JANKOWSKY, I. P. A secagem no controle da mancha azul. In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE IMUNIZAÇÃO DE MADEIRA DE PINUS, 1984, Local. **Anais...** Ponta Grossa: Associação Brasileira de Preservadores de Madeira, 1984. p. 25-30.

JOSÉ, V. T. et al. Preliminary studies on the preservation of rubber wood by diffusion treatment. **Rubber Research Institute of India**, Kottayam, v. 25, p. 11-16, 1989.  
KÄÄRIK, A. Decomposition of wood. In: DICKINSON, C. H.; PUGH, G. J. F. (Eds.). **Biology of plant litter decomposition**. London: Academic Press, 1975. v. 1, p. 129-174.

KADIR, A. A. Viability of rubber plantations for the production of timber. In: MALIK, A. R. A.; CHOON, L. M. **Proceedings of the colloquium on rubberwood:** resources and technologies. Kuala Lumpur: Forest Research Institute Malaysia, 1998. p. 6-20.

KATO, S.; TAKEDA, E. R. Estudos da toxidez do pentaclorofenato de sódio e do sulfato de cobre em relação ao *Gloeophyllum trabeum* (Per. Ex. Fr) Murr. **Preservação de Madeiras**, São Paulo, v. 1, n. 2. p. 67-87, 1970.

KILLMANN, W. Eigenschaften und verwendung von heveaholz (*Hevea brasiliensis*). In: TALLER DE HAMBURGO SOBRE LOS BOSQUES Y LA MADERA, 8., 1992, Hamburgo. **Papers...** Hamburgo: FAO, 1992.

- KILLMANN, W. Non-forest tree plantations. 2001. Disponível em: <<http://ftp.fao.org/docrep/fao/006/ac126e/ac126e00.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2010.
- KILLMANN, W.; HONG L. T. **Rubberwood**: the success of an agricultural by product. towards maximizing value-added rubberwood products. Kuala Lumpur: Forest Research Institute Malaysia, 2000.
- KOEHLER, P. G. Drywood and other non-subterranean termites. Gainesville: University of Florida, 1996. Disponível em: <<http://hammock.ifas.ufl.edu>>. Acesso em: 11 fev. 2011.
- KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ JUNIOR, W.A. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer-Verlag, 1968. v. 1.
- KREBER, B.; SCHIMIDT, E. L.; BYRNER, T. Methyl bromide fumigation to control non-microbial discolorations in western hemlock and red alder. **Forest Products Journal**, Madison, n. 10, v. 44, p. 63-67, 1994.
- KRONKA, F. J. N.; RIBAS, C.; MONTEIRO, C. Uso potencial da madeira da seringueira. Sociedade Brasileira Silvicultura, São Paulo, 2006. Disponível em: <[http://www.sbs.org.br/secure/Palestra2006\\_Heveicultura.pdf](http://www.sbs.org.br/secure/Palestra2006_Heveicultura.pdf)>. Acesso em: 08 maio 2008.
- KUPPUSAMY, V.; SRINIVASAN, V.V. Copper-chrome-arsenic treated rubberwood: a case study. **Rubber Board Bulletin**, Kottayam, v. 25, n. 2, p. 7-10, 1989.
- LAMBETH C.; OSORIO, G.; OSORIO, L. F. Blue stain incidence in commercial plantations species in Colombia: effects of storage time and debarking. **Investigación Forestal**, Santiago de Chile, n. 122, p. 6, 1989.
- LARSON, P. R. The physiological basic for wood specific gravity in conifers. In: IUFRO DIVISION MEETING, 5., 1973, Stellenbosch, 1973. **Proceedings...** Stellenbosch: IUFRO, 1973. p. 672-680.
- LARSON, P. R. et al. **Formation and properties of juvenile wood in southern pines: a synopsis**. Madison: U.S. Department of Agriculture, 2001.
- LAVER, M. L.; MUSBAH, D. A. A. Chemical brown staining of Douglas – fir wood: characterization of a wood enzyme extract. **Forest Products Journal**, Madison, v. 47, n. 4, p. 93-98, 1997.
- LEIGHTLEY, L. E. **An appraisal of anti-sapstain chemicals in Queensland, Australia**. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1985. 10 p.
- LELIS, A. T. Cupins urbanos: biologia e controle. In: BERTI FILHO, E.; FONTES, L. R. (Eds.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 77-80.

LELIS, A. T. de et al. **Biodeterioração de madeiras em edificações**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2001. 54 p.

LEPAGE, E. S. Preservativos e sistemas preservativos. In: \_\_\_\_\_: **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1986. 708 p.

LIM, S. C.; ANI, S. Structure and characteristics of rubberwood. In: HONG, L.T.; SIM, H.C. (Eds.). **Rubbennwood processing and utilization**. Kepong: Forest Research Malaysia Institute, 1994. p. 17-25.

LINDGREN, R. M. Temperature, moisture, and penetration studies of wood-staining ceratostomellae in relation to their control. **USDA Technical Bulletin**, Rocky Mountain, v. 807, p. 1-35, Mar. 1942.

LOO, J. A.; TAUER, C. C.; MCNEW, R. N. Genetic variation in the time of transition from juvenile to mature wood in loblolly Pine (*Pinus taeda*). **Silvae Genetica**, Frankfurt, n. 34, p. 14-19, 1985.

LUPA. Censo agropecuário do Estado de São Paulo. 2007/2008. São Paulo: CATI/IEA/SAA, 2009. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 11 fev. 2011.

MAGALHÃES, W. L. E. Tratamento mecânico visando o aumento da permeabilidade em madeira de *Pinus elliottii* Engelm Var. elliotti. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRAS, 9., 2004. Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: Indi, 2004.

MAGALHÃES, W. L. E.; PEREIRA, J. C. D. **Método de substituição da seiva para preservação de mourões**. Colombo: Embrapa Florestas, 2003, 5 p. (Comunicado Técnico, 97).

MALAYSIAN TIMBER BULLETIN. Germplasm project will strengthen Malaysia's heveawood resources. **Malaysian Timber Bulletin**, Kuala Lumpur, v. 4, n. 7, 1998. Não paginado.

MALIK, A. R.; CHOON, L. S. **Proceedings of the colloquium on rubberwood**: resources and technologies. Kuala Lumpur: Forest Research Institute Malaysia, 1998. 35 p.

MARATTUKALAM, J. G.; SARASWATHY MMA, C. K.; PREMAKUMARI, D. Methods of propagation and materials for planting. In: PILLAY, P. N. R. (Ed.). **Handbook of natural rubber production on India**. Kottayanam: Rubber Research Institute of India, 1980. p. 47-59.

MARER, P. Residential industrial pestcontrol. Oakland: University of California. Agriculture and Natural Resources, 2002. Disponível em: <<http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/menu.homegarden.html>>. Acesso em: 18 jun. 2009.

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding**. Nova York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 453 p.

MASSEY, J. G.; REEB, J. E. A method for estimating juvenile wood content in boards. **Forest Products Journal**, Madison, v. 39, n. 2, p. 30-32, 1989.

MATHEW, F. **Structural studies on tension wood of *Hevea brasiliensis* (Para Rubber) with special reference to clonal viability**. 2003. 174 f. Thesis (PhD in Botany)-Mahatma Gandhi University, Kottayam, 2003.

MATHEW, G.; GNANAHARAN, R. **Protection of rubber wood from insect borers**. Bangalore: KFRI Research Report 189, Aug. 2000.

MATSUMURA, J.; TSUTSUMI, J.; ODA, K. Relationships of bordered pit aspiration to longitudinal gas permeability in a given stem level. Preliminary discussion on air-dried wood of *Cryptomeria japonica* and *Larix Leptol*. **Bulletin Kyushu University Forests**, Fukuoka, v. 71, p. 35-46, 1994.

MATSUMURA, J. et al. Relationship between wood anatomical properties and specific permeability of sugi *Cryptomeria japonica*. **Wood Bulletin of Kyushu University Forests**, Fukuoka, v. 77, p. 35-46, 1997.

MAY, A.; GONÇALVES, P S. Produtos complementares na exploração do seringal. [200?]. Disponível em: <[www.borrachaatual.com.br/materiatecnica/20/materia\\_tecnica\\_20a](http://www.borrachaatual.com.br/materiatecnica/20/materia_tecnica_20a)>. Acesso em: 09 mar. 2010.

MAYORCA, L. Durabilidad natural de 115 maderas dela Guayana Venezolana. **Revista Forestal Venezolana**, Mérida, v. 22, p. 27-36, 1972.

MEGRAW, R. A. **Wood quality factors in loblolly pine**. Georgia: TAPPI Press, 1985. 89 p.

MELO, J. E.; CORADIN, V. T. R.; MENDES, J. C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., Campos do Jordão, 1990. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 695-699.

MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília, DF: IBDF/DPq-LPF, 1988. 57 p.

MESQUITA, J. B.; LIMA J. T. ; TRUGILHO, P. F. Micobiota associada à madeira serrada de *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN durante a secagem ao ar livre. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 45-50, 2006.

MICKLEWRIGHT, J. T. **Wood preservation statistics 1991**: a report to the wood preserving industry in the United States. Woodstock: American Wood-Preservers Association, 1993. 11 p.

MILANO, S. **Effectiveness of some microbiocides against the development of molds and sap stain in *Pinus elliottii***. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1981. 11 p.

MILANO, S. Diagnóstico e controle de cupins em áreas urbanas. In: FONTES, L. R.; BERTI FILHO, E. (Eds.). **Cupins**: o desafio do conhecimento. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 45-74.

MILANO, S.; VIANNA NETO, J. A. **Evaluation of the effectiveness of three microbiocides in the control of sapstains**. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1982. 13 p.

MILINGLIANG, J.; ZHIJUAN, W. Rubberwood preservation by friendly preservatives. In: MINGLIANG, J. **Promotion of rubberwood processing technology in the Asia-Pacific region**. Haikou: ITTO/CFC, 2008. p. 117-128.

MILOTA, M. R. et al. Gas permeability of plantation loblolly pine. **Wood and Fiber Science**, Madison, v. 27, n. 1, p. 34-40, 1995.

MOHALI, S.; ENCINAS, O. Association of *Diplodia mutila* with blue stain of *Caribbean pine* in Venezuela. **Forest Pathology**, Hartland, n. 31, p. 187-189, 2001.

MOHD, D. J. et al. Preservation of rubberwood. In: HONG L. T.; SIM, H.C. (Eds.). **Rubberwood**: processing and utilization. Malaysia: Forest Research Institute of Malaysia, 1994. p. 85-103.

MOHD, L. H. N. **Research progress report for the rubberwood research committee Malaysia**. Kuala Lumpur: Forest Research Institute Malaysia, 1988.

MOLDRUP, S. **Recent developments in the impregnation and drying of rubberwood**. Kuala Lumpur: International Trade Center, 1993. 15 p.

MONTANA QUÍMICA. Disponível em: <<http://www.montana.com.br/>>. Acesso: 05 ago. 2010.

MONTEIRO, M. B. B. **Método alternativo de ensaio acelerado para avaliação da resistência natural de madeira ao ataque de fungos apodrecedores**. 1997. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia da Madeira)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

MORAES, D. A. A. **Tratamento da madeira para utilização na propriedade rural**. Brasília, DF: Secretaria de Desenvolvimento Rural, 1997. 26 p.

- MORESCHI, J. C. **Biodeterioração da madeira**. Curitiba. UFP/DETR, 1998. 38 p. Apostila Técnica.
- MYLES, T. G. Termite prevention. 1999. Disponível em: <[www.utoronto.ca/forest/termite/tips](http://www.utoronto.ca/forest/termite/tips)>. Acesso em: 11 jun. 2010.
- NETO, F. C. **Tratamento temporário de madeira de seringueira contra o ataque de microrganismos xilófagos**. 2003. 39 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2003.
- NEWSAN, A.; KOHN, K. P.; RAO, B. B. Decay of rubber wood in a replanting and its effect on root disease. **Journal of the Rubber Wood Research Institute Malaysia**, Kuala Lumpur, v. 20, p. 1-7, 1967.
- NICHOLAS, D. D. Interaction of preservatives with wood. In: ROWELL, R. M. **The chemistry of solid wood**. 1999. p. 307-320.
- NILSSON, T. Studies on wood degradation and cellulolytic activity of microfungi. Stockholm: Royal College of Forestry, 1973.
- NORHAYATI, N. Anatomical properties of rubberwood from three clones and two age groups. Faculty of Forestry, UPM, 1995. Não publicado.
- NUNES, M. V.; TAJARA, E. H. Efeitos tardios dos praguicidas organoclorados no homem. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 372-383, 1998.
- OKINO, E. Y. A.; SANTANA, M. A. E.; SOUZA, M. R. de. Utilização da madeira de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Na fabricação de chapas aglomeradas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 341-347, 2000.
- OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. 1997. 429 f. Tese (Doutorado em Engenharia)-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- OLIVEIRA, J. T. S. **Secagem e tratamento de madeira na fazenda**. Viçosa, MG: CPT, 2000. 66 p.
- OLIVEIRA, A. M. F. et al. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT; SICCT, 1986. v.1. p. 99-278.
- PAECHANA, P.; SINTHURAHAT, S. **Rubberwood**: a new source of income for smallholders. Brickendonbury: International Rubber Research and Development Board, 1997.

PAES, J. B. **Viabilidade do tratamento preservativo de moirões de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples, e comparações de sua tratabilidade com *Eucalyptus viminalis***. 1991. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência das madeiras de aroeira (*Myracrodruon urundeva*), cássia (*Senna siamea*) e ipê (*Tabebuia impetiginosa*) a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 9, n.1, 135-144, 2002.

PAES, J. B.; MORESCHI, J. C.; LELLES, J. G. Avaliação do tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus viminalis* LAB. e de bracatinga (*Mimosa scabrella* BENTH.) pelo método da substituição de seiva. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 75-86, 2005.

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

PARMETER, J. R. et al. Rate and depth of sapwood occlusion following inoculation of pines with bluestain fungi. **Forest Science**, Lawrence, v. 38, p. 34-44, fev. 1992.

PASTORE JUNIOR, F. **Rubberwood production**: a report on a study travel to Japan, Malaysia and Thailand. Relatório a ITTO, 1996. 19 p. Não publicado.

PEREDO, M. **Preservantes antimanchas alternativos al pentaclorofenato de sodio**. Santiago: CONAF, 1993. 8 p. (Documento Técnico, 68).

PEREDO, H. D.; LANFRANCO, S. **Alternativos al pentaclorofenato de sodio y bromuro de metilo**. Valdivia: INFOR-UACH, 1999. 21 p.

PEREIRA, A. L.; SILVA, G. S.; RIBEIRO, V. Q. Caracterização fisiológica, cultural e patogênica de diferentes isolados de *Lasiodiplodia theobromae*. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, DF, v. 31, n. 6, p. 572-578, 2006.

PERIES, O. S. Rubber wood: a byproduct of the natural rubber industry. **Rubber Research Institute of Sri Lanka Bulletin**, Colombo, v. 15, p.1-5, 1990.

PESSOA, A. M. das M. Termorretificação da madeira de *Eucalyptus grandis* HILL. EX MAINDEN (MYRTACEA) submetida ao cupim de madeira seca, *Cryptotermes brevis* (WALTER, 1985) (ISOPTERA: KALOTERMITIDAE) para teste de resitência. 2002. 39 f. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

PIZZI, A. A new approach to non-toxic, wide-spectrum, ground-contact wood preservatives. Par I. Approach and reaction mechanisms. **Holzforschung**, Berlin, v. 47, n. 3, p. 253-260, 1993.

- PLUMPTRE, R. A. *Pinus caribaea*: wood properties. Oxford: Oxford University Press, 1983. 145 p. (Tropical Forestry Paper, n. 17).
- PORTUGAL, C. B. **Cupins de madeira seca**. Rio Claro: UNESP, 2003. 14 p.
- POTTER, M. Protecting your home against termites. University of Kentucky College of Agriculture. 1997. Disponível em: <www.uky.edu/Agriculture/Entomology>. Acesso em: 23 jun. 2010.
- POWELL, M. A.; EATON, R. A. **Fungal defacement of water-stored softwoods**. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1993. 14 p.
- PRAKASH, G. K. Rubberwood: problems and prospects. **Rubber Board Bulletin**, Kottayam, v. 25, n. 3, p. 16-18, 1990.
- PRENG, W. R. Studies on flow in wood VII. Variation of permeability and penetrability within a red spruce tree. **Mokuzai Gakkaishi**, Tokyo, v. 29, p. 197-204, 1983.
- PUNITHALINGAM, E. *Botryodiplodia theobromae*. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria. Wallingford: Common Mycological Institute, n. 519, 1976.
- RAMSAY, W.; BRIGGS, D. Juvenile wood: has it come of age. In: TECHNICAL WORKSHOP IN JUVENILE WOOD - WHAT DOES IT MEAN TO FOREST MANAGEMENT AND FOREST PRODUCTS, 1985, Washington, DC. **Proceedings...** Madison: Forest Products Research Society, 1986. p. 5-11.
- ROFF, J. W.; CSERJESI, A. J. **Chemical preventives used against mould and sapstain in unseasoned lumber**. Vancouver: Department of Forestry, 1965. 7 p.
- ROSSETTI, V. Doenças de seringueira. **O Biológico**, São Paulo, v. 25, p. 266-277, 1959.
- RUDMAN, P.; GAY F. J. Causes of natural durability in timber and causes of variação in the termite resistance of jarrah (*Eucalyptus marginata* Sm.) **Holzforschung**, Gruyter, v. 21, p. 21-23, 1967.
- RUDOLPH, D.; GLOCKE, B.; RATHENOW, S. On the role of different humidity parameters for the survival, distribution and ecology of various termites species. **Sociobiology**, Chico, v. 17, n. 1, p. 129-140, 1990.
- SALVO, L.; RUBÉN A.; CLOUTIER, A. Influencia de La estructura anatómica em al permeabilidad específica transversal al gas del *Pinus radiata*. **Ciencia e Tecnología Maderas**, Concepción, v.6, n.1, p. 33-44, 2004.
- SAMPAIO, D. P. de A.; GUERRA, M. de S. **Receituário agrônômico**. Rio de Janeiro: Globo, 1988. 436 p.

SÁNCHEZ, E. et al. **Preventive effectiveness of petroleum derivatives against blue-stain fungi (Part II)**. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1993. 10 p.

SANTANA, M. A. E. Tratamento químico, propriedades físicas e mecânicas da madeira de seringueira e sua utilização em manufaturados. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE A HEVEICULTURA PAULISTA, 1., Barretos, 1998. 33 p. Não publicado.

SANTANA, M. A. E.; EIRAS, K. M. M. **Madeira de *Hevea brasiliensis*: adequação tecnológica para a sua utilização**. Brasília, DF: Laboratório de Produtos Florestais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1999. 90 p. Não publicado.

SANTANA, M. A. E; EIRAS, K. M. M.; PASTORE, T. C. M. 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, 2001.

SANTINI, E. J. **Biodeterioração e preservação da madeira**. Santa Maria: CEPEF: FATEC, 1988, 125 p.

SANTOS, M.D.G.C. The susceptibility of 35 amazon wood species to *Cryptotermes brevis* (Walter). São Paulo: IPT, 1982, 11p.

SCHEFFER, T.C. Microbiological degradation and the causal organism. In: Nicholas, D.D. (ed.) Wood deterioration and its prevention by preservative treatments. Vol.1. Syracuse University Press, Syracuse. p. 31-106, 1973.

SCHEFFRAHN, R. H. Allelochemical resistance of wood to termites. **Sociobiology**, Chico v. 19, n. 1, p. 257-281, 1991.

SCHEFFRAHN, R. H. et al. Prevention of colony foundation by the drywood termite, *Cryptotermes brevis*, and remedial control of drywood termites (Isoptera: Kalotermitidae) with selected chemical treatments. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 91, p. 1387-1396, 2005.

SCHIP, A. et al. Advances in understanding the ability of sap staining fungi to produce cell wall-degrading enzymes. **Wood and Fiber Science**, Madison, n. 35, v. 3, p. 434-444, 2003.

SCHWARZ, H. G. Cement-bonded boards in Malaysia. In: INTERNACIONAL CONGRES ON FIBER AND PARTICLEBOARD BONDED WITH INORGANIC BINDER, 1988, Spokane. **Proceedings...** Moscow: Idaho University, 1988. v. 1, p. 91-92.

SENFT, J. F.; BENDTSEN, B. A.; GALLIGAN, W. L. Weak wood. **Journal of Forestry**, Bethesda, n. 83, p. 476-485, 1985.

SERPA, F. G. **Cupim, uma ameaça a Olinda**: patrimônio da humanidade. São Paulo: ABPM, 1986. 8 p. (Boletim 40).

SILVA, J. C.; LOPEZ, A. G. C.; OLIVEIRA, J. T. S. Influência da idade na resistência natural da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden ao ataque de cupim de madeira seca (*Cryptotermes brevis*). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, n. 28, p. 583-587, 2004.

SOARES, C. A. B. Gerenciamento do seringal: planejamento e organização. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE HEVEICULTURA PAULISTA, 2., 2000, São José do Rio Preto. **Anais...** São José do Rio Preto: APABOR, 2000. p. 52-61.

SOCIEDADE RURAL BRASILEIRA. Produção de borracha natural é uma das que mais dá resultados atualmente. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.srb.org.br/modules/news/article.php?storyid=2342>>. Acesso em: 01 ago. 2008.

STEWART, R. C. Microclimate and colony foundation by imago and neotenic reproductives of dry-wood termite species (*Cryptotermes sp.*) (Isoptera: Kalotermitidae). **Sociobiology**, Chico, v. 7, n. 3, p. 311-331, 1983.

STUMPP, E. et al. Avaliação de sustentabilidade e eficácia de tratamentos preservantes naturais de madeiras de florestas plantadas no RS para o controle do cupim. **Ambiente Construído**, São Paulo, v. 6, p. 21-31, 2006.

SUJAN, A.; TAN, A. G.; STEVENS, M. **Some studies on fungal deterioration of rubber wood (*Hevea brasiliensis*)**. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1980. 6 p.

SUTTON, B. C. **The coelomycetes**. Glasgow: Robert Mac Lehos, 1980. 696 p.

SYME, J. H.; SAUCIER, J. R. Effects of long-term storage of southern pine sawlogs under water sprinklers. **Forest Products Journal**, Madison, v. 45, n. 1, p. 47-50, 1995.

TAN, A. G. et al. Bio-deterioration of rubber wood and control measures. **Planters' Bulletin**, Kuala Lumpur, p. 106-117, 1979.

TASSISSA, G.; BURKHART, H. E. Juvenile-mature wood demarcations in Loblolly Pine trees. **Wood and Fiber Science**, Madison, v. 30, n. 2, p. 119-127, 1998.

TEIXEIRA, M. L. et al. Avaliação da qualidade da madeira de seringueira *Hevea sp.* para produção de celulose e carvão vegetal. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBS/SBEF, 1993. p. 588-590.

THOMAS, R. J. The characteristics of juvenile wood. In: SYMPOSIUM ON UTILIZATION CHANGES ON WOOD RESEARCH SOUTH US, 1985. **Proceedings...** Raleigh: North Carolina State University, 1985. p. 1-18.

THORNTON, J. D.; JOHNSON G. C.; NUGYEN N. K. Condition of natural durability specimens from CSIRO In-ground Field Test after 23 years of exposure. In: FOREST PRODUCTS RESEARCH CONFERENCE, 24., Melbourne, 1993. 9 p.

VAN DEN MEIRACKER, K. G. Pest identification: drywood termites. **Pest Control**, Cleveland, p. 80-82, Feb. 1998.

WAKELING, R. N.; MAYNARD, N. P.; NARAYAN, R. D. **A comparison of the performance novel antisapstain formulations containing triazole fungicides**. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1993. 13 p.

WANG, Z. et al. Biological degradation of resin acids in wood chips by wood-inhabiting fungi. **Applied and Environmental Microbiology**, Baltimore, v. 61, p. 222-225, 1995.

WEHR, J. P. P. **Métodos práticos de tratamento preservativo de moirões roliços de *Pinus caribaea* Morelet var *hondurensis* Bar et Golf**. 1985. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

WEIH, J. R. **A pathological survey of the rubber tree (*Hevea brasiliensis*) in the Amazon Valley**. Washington, DC: USDA, 1926. 129p. (Bulletin, 1380).

WIKIPEDIA. Cupim. 2011. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Cupim\\_Isoptera](http://pt.wikipedia.org/wiki/Cupim_Isoptera)>. Acesso em: 23 fev. 2011.

WONG, A. H. H.; KOH, M. P. Fungal resistance of densified ammonia-impregnated oil palm stem. **Holz als Roh- und Werkstoff**, Heidelberg, n. 48, p. 138, 1990.

WONG, A. H. H.; SABRI, A. Variation in infection rates of blue-stain, mould and White rot tropical fungi on mixed light Malaysian woods. In: ANNUAL MEETING OF INTERNATIONAL RESEARCH GROUP ON WOOD PRESERVATION, 31., 2000, Hawaii. **Proceedings...** Stockholm: IRG/WP 00-10334, 2000. 13 p.

WONG, A. H. H.; SINGH, A. P. **Degradation of the normal fibre walls of rubberwood *Hevea brasiliensis* by the tropical blue-stain fungus *Botryodiplodia theobromae***. Stockholm: International Research Group on Wood Preservation, 1998.

WONG, A. H. H. et al. Macrodistribution of copper-chrome-arsenic preservatives in Malaysian hardwoods determined by PIXE imaging. In: DONALDSON, L. A. **Recent advances in wood anatomy**. Wellington: New Zealand Forest Research Institute, 1993. p. 255-257.

YAHAYA, M. P. The availability of rubberwood resources in peninsular Malaysia up to year 2000 and beyond. Kuala Lumpur: Forest Research Institute Malaysia, 1998. 35 p.

YAMAMOTO, K.; HONG L. T. Location of extractives and decay resistance in some Malaysian hardwood species. **Journal of Tropical Forest Science**, Kuala Lumpur, v. 2, n.1, p. 61-70, 1989.

YAMASHITA, Y.; WATANABE, H.; TAKEDA, S. Rubber wood characteristics of its supply and development of its utilization. **Forest Research**, Kyoto, n. 71, p. 65-70, 1999.

YANG, K. C.; HAZENBERG, G. Impact of spacing on tracheid length, relative density, and growth rate of juvenile wood and mature wood in *Picea mariana*. **Canadian Journal Research**, Ottawa, v. 24, p. 996-1007, 1994.

YANG, K. C.; BENSON, C. A.; WONG, J. K. Distribution of juvenile wood in two stems of *Larix laricina*. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 16, p. 1041-1049, 1986.

YOUKE, Z. The rubberwood utilization in China. In: \_\_\_\_\_. **Promotion of rubberwood processing technology in the Asia-Pacific region**. Haikou: ITTO/CFC, 2008. p. 1-8.

YOUNG, H. E. **Diplodia dieback and collar rot of the *Hevea* and blue spot of crepe rubber**. Colombo: RRIC, 1954.

ZABEL, R. A.; MORREL, J. J. **Wood microbiology decay and its prevention**. New York: Academic Press, 1992. 432 p.

ZIMMERMANN, M. H. **Xylem structure and the ascent of sap**. Berlin: Springer-Verlag, 1983.

ZIMMERMAN, W. C. et al. Melanin and perithecial development in *Ophiostoma piliferum*. **Mycologia**, New York, v. 87, p. 857-863, 1993.

ZINK, P.; FENGEL, D. Studies on the colouring matter of blue-stain fungi. Part I: General characterization and the associated compounds. **Holzforschung**, Berlin, v. 42, p. 217-220. 1988.

ZOBEL, B. J. Inherent differences affecting wood quality in fast-grown plantations. In: IUFRO CONFERENCE, 1980, Oxford. **Proceedings...** Oxford: IUFRO, 1980. p. 169-188.

ZOBEL, B. J.; SPRAGUE, J. R. **Juvenile wood in forest trees**. Berlin: Springer-Verlag, 1998. 300 p.

**APÊNDICE**

Análise de variância das médias da velocidade de penetração nos sentidos Transversal, Radial e Longitudinal do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* nos lenhos juvenil e adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*.

Interações	Config.	Horas	N	Média	Variância	F	P
LJ * LA Secção Transversal	LJ <sup>a</sup>	24	40	0,2465	0,00471	2,26828	0,13609
	LA <sup>a</sup>	24	40	0,2666	0,00241		
LJ * LA Secção Radial	LJ <sup>a</sup>	24	40	1,1979	0,0071	223,4383	0
	LA <sup>b</sup>	24	40	1,5139	0,01078		
LJ * LA Secção Longitudinal	LJ <sup>a</sup>	24	40	0,8423	0,00461	65,1136	6,908. 10 <sup>-12</sup>
	LA <sup>b</sup>	24	40	0,9651	0,00466		
LJ * LA Secção Transversal	LJ <sup>a</sup>	48	40	0,40513	5,6288. 10 <sup>-4</sup>	3,5728	0,06245
	LA <sup>a</sup>	48	40	0,38967	0,00211		
LJ * LA Secção Radial	LJ <sup>a</sup>	48	40	1,89853	0,01655	81,19822	1,029. 10 <sup>-13</sup>
	LA <sup>b</sup>	48	40	2,17042	0,01987		
LJ * LA Secção Longitudinal	LJ <sup>a</sup>	48	40	2,72287	0,09006	372,50252	0
	LA <sup>b</sup>	48	40	4,03907	0,09596		
LJ * LA Secção Transversal	LJ <sup>a</sup>	72	40	1,26873	0,00851	1,3654	0,24616
	LA <sup>a</sup>	72	40	1,30064	0,03324		
LJ * LA Secção Radial	LJ <sup>a</sup>	72	40	3,26035	0,10319	209,8022	0
	LA <sup>a</sup>	72	40	4,66083	0,27075		
LJ * LA (Secção Longitudinal)	LJ <sup>b</sup>	72	40	6,49953	0,19244	20,17219	2,4171. 10 <sup>-5</sup>
	LA <sup>b</sup>	72	40	7,18362	0,73556		

Sendo: LJ – Lenho Juvenil e LA – Lenho Adulto

Onde: Letras diferentes = Há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância (p<0,05)

Letras iguais = Não há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância (p<0,05)

Análise de Variância da Eficácia dos ingredientes ativos em corpos de prova do Lenho Juvenil e Adulto da madeira de *Hevea brasiliensis* inoculados por *Botryodiplodia theobromae*, seguindo a metodologia proposta pela ASTM 4445 (2008).

Interação	Configuração	N	Média	Variância	F	P
Controle LA*Controle LJ	Controle LA <sup>a</sup>	18	40,31122	19,18733	0,03339	0,85609
	Controle LJ <sup>a</sup>	18	40,06059	14,67343		
T1 LA * T1 LJ	T1 LA <sup>a</sup>	18	7,59419	13,94742	0,6644	0,42068
	T1 LJ <sup>a</sup>	18	6,38011	25,98635		
T2 LA * T2 LJ	T2 LA <sup>a</sup>	18	4,66089	11,52743	0,01874	0,89193
	T2 LJ <sup>a</sup>	18	4,51158	9,88956		
T3 LA * T3 LJ	T3 LA <sup>a</sup>	18	9,26333	56,45279	4,84382. 10 <sup>-4</sup>	0,98257
	T3 LJ <sup>a</sup>	18	9,22	13,32678		
T4 LA * T4 LJ	T4 LA <sup>a</sup>	18	4,54686	17,60938	0,09828	0,75582
	T4 LJ <sup>a</sup>	18	4,10341	18,40483		
Controle LJ * T1 LJ	Controle LJ <sup>a</sup>	18	40,06059	14,67343	502,18557	0
	T1 LJ <sup>b</sup>	18	6,38011	25,98635		
Controle LA * T1 LA	Controle LA <sup>a</sup>	18	40,31122	19,18733	581,4825	0
	T1 LA <sup>b</sup>	18	7,59419	13,94742		
Controle LJ * T2 LJ	Controle LJ <sup>a</sup>	18	40,06059	14,67343	926,0752	0
	T2 LJ <sup>b</sup>	18	4,51158	9,88956		
Controle LA * T2 LA	Controle LA <sup>a</sup>	18	40,31122	19,18733	744,82203	0
	T2 LA <sup>b</sup>	18	4,66089	11,52743		
Controle LJ * T3 LJ	Controle LJ <sup>a</sup>	18	40,06059	14,67343	611,44402	0
	T3 LJ <sup>b</sup>	18	9,22	13,32678		
Controle LA * T3 LA	Controle LA <sup>a</sup>	18	40,31122	19,18733	229,39526	1,11. 10 <sup>-16</sup>
	T3 LA <sup>b</sup>	18	9,26333	56,45279		
Controle LJ * T4 LJ	Controle LJ <sup>a</sup>	18	40,06059	14,67343	703,55992	0
	T4 LJ <sup>b</sup>	18	4,10341	18,40483		
Controle LA * T4 LA	Controle LA <sup>a</sup>	18	40,31122	19,18733	625,69773	0
	T4 LA <sup>b</sup>	18	4,54686	17,60938		

Sendo: LA – Lenho Adulto; LJ – Lenho Juvenil e T1, T2, T3 e T4 os respectivos tratamentos.

Onde: Letras diferentes = Há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância (p<0,05)

Letras iguais = Não há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância (p<0,05)

Análise de Variância na comparação entre as médias de sobrevivência *C. brevis*, em função do tipo de lenho na madeira de seringueira.

Interação	Configuração	N	Média	Variância	F	P
CV LA* CV LJ	CV LA <sup>a</sup>	10	242,0	2617,77778	0,48472	0,49518
	CV LJ <sup>a</sup>	10	221,2	6307,7333		

Sendo: CV – Número de Cupins Vivos, LA – Lenho Adulto; LJ – Lenho Juvenil

Onde: Letras iguais = Não há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância (p<0,05)

Perda de massa e escala de danos causados por *Cryptotermes brevis* aos Lenhos Juvenil e Adulto de *Hevea brasiliensis*.

Interação da perda de Massa (g)	Tipos	N	Média	Variância	F	P
Perda de massa (g) entre o LJ * Lenho adulto	LJ <sup>a</sup>	20	0,0942	0,00241	7,77789	0,00822
	LA <sup>b</sup>	20	0,1385	0,00268		
Notas dos danos causados aos LJ * LA	LJ <sup>a</sup>	20	2,55	0,8002	2,39203	0,11147
	LA <sup>a</sup>	20	2,70	0,86003		

Sendo: LA – Lenho Adulto; LJ – Lenho Juvenil

Onde: Letras diferentes = Há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância (p<0,05)

Letras iguais = Não há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância (p<0,05)

Análise estatística da massa de excremento *Cryptotermes brevis* quando alimentado pelo Lenho Juvenil e Adulto de *Hevea brasiliensis*.

Interação	Tipos	N	Média	Variância	F	P
Massa (g) do excremento <i>C. brevis</i> quando alimentado pelo LJ * LA	LJ <sup>a</sup>	10	0,0278	5,3562. 10 <sup>-5</sup>	3,9003	0,0637
	LA <sup>a</sup>	10	0,0339	4,1447. 10 <sup>-5</sup>		

Sendo: LA – Lenho Adulto; LJ – Lenho Juvenil

Onde: Letras diferentes = Há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância (p<0,05)

Letras iguais = Não há diferença significativa na interação ao nível de 5% de significância (p<0,05)

