



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

MONIQUE BERNARDINO SILVA

**COMPOSIÇÃO E PROSPECÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA DE *Schizolobium*
parahyba var. *amazonicum***

Prof. Dr. ANANIAS FRANCISCO DIAS JÚNIOR
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2019



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

MONIQUE BERNARDINO SILVA

**COMPOSIÇÃO E PROSPECÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA DE *Schizolobium*
parahyba var. *amazonicum***

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

Prof. Dr. ANANIAS FRANCISCO DIAS JÚNIOR
Orientador

SEROPÉDICA, RJ
JUNHO – 2019

**COMPOSIÇÃO E PROSPECÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA DE *Schizolobium
parahyba var. amazonicum***

MONIQUE BERNARDINO SILVA

Monografia aprovada em: 18/06/2019

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ananias Francisco Dias Júnior – UFES
Orientador

Dsc's. Danielle Afonso Sampaio – UFRRJ
Membro

Prof. Dr. Henrique Trevisan – UFRRJ
Membro

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, saúde e sabedoria.

Aos meus pais Antônio e Cristina e meu irmão Caio, pelo amor, dedicação, incentivo e confiança.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por possibilitar realizar meu sonho e concluir a graduação.

Ao meu orientador Prof. Ananias Júnior, agradeço ter aceito a proposta de me orientar, de forma acolhedora, pela confiança, apoio, paciência e pelo constante incentivo.

A professora Natália Dias, pelo conhecimento compartilhado, pela ajuda em todos os aspectos para a realização deste trabalho.

A todos os professores da UFRRJ, em especial aos do Instituto de Florestas, por todo ensinamento, dedicação e por terem sido inspirações durante minha graduação.

Aos amigos de Laboratório Ana Carolina, Isabelle, Alfredo José, José Patrício, Brígida e ao Silvério Almeida, por todo auxílio no desenvolvimento das atividades nas diferentes etapas desse trabalho e pelas risadas compartilhadas.

Ao técnico de laboratório, José Carlos, por todo carinho e ajuda para a conclusão do trabalho.

Aos amigos e colegas que de alguma forma fizeram parte dessa jornada.

Ao Professor João Gabriel Missia da Silva pela disponibilização das informações acerca dos materiais estudados.

Aos integrantes da equipe de vôlei da UFRRJ, por serem minha segunda família em diversos momentos.

Por fim, obrigada a todos pelo o caminhar, a banca pelas contribuições, acessibilidade, disponibilidade e por todos aqueles que de algum modo contribuíram com este trabalho.

Agradecer é, antes de tudo, reconhecer que nada fazemos sozinhos.

RESUMO

Schizolobium parahyba var. *amazonicum* (paricá) é uma espécie de ocorrência natural da região Amazônica e possui grande potencial madeireiro econômico. Tem grande aceitação no mercado em função dos seus reconhecidos incrementos em altura e diâmetro que possibilitam sua utilização em poucos anos, equiparando-se as principais espécies madeireiras utilizadas no Brasil. A madeira da espécie apresenta cerne fisiológico e tem sido alvo de agentes xilófagos nos últimos anos. Diante disso, este estudo teve como objetivo investigar as características químicas e fitoquímicas da madeira nas regiões interna e externa ao tronco de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) em diferentes classes diamétricas. Foi determinada a sua composição química (extrativos, lignina e holocelulose), prospecção fitoquímica e espectroscopia no infravermelho médio (FTIR) para as diferentes classes diamétricas. As avaliações realizadas permitiram identificar um maior porcentual de extrativos na parte interna da madeira. A prospecção fitoquímica identificou diversas classes de metabólitos secundários, como taninos condensados, catequinas, flavonóis, flavanonas, xantonas e triterpenóide pentacíclico. Na análise FTIR, obteve ocorrência de comportamento semelhante entre os valores de picos das ondas, ou seja, as regiões das classes analisadas apresentaram semelhança na estrutura química, identificando a presença de lignina.

Palavras-chave: madeira de paricá, extrativos e elementos carbonosos, durabilidade biológica.

ABSTRACT

Schizolobium parahyba var. *amazonicum* (paricá) is a species of natural occurrence of Amazonic region and it has great economic potential timber, with great acceptance in the market, due to its recognized increases in height and diameter that makes your utilization possible in a few years, comparing to the mainly timber species used in Brazil. The species presents physiological core and it has been targeting xylophagous agents in the last years. On this, this study had the purpose to investigate the chemical and phytochemical characteristics of the internal and external regions of the trunk of *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) in different diametric grades. Its chemical composition was determined (extractives, lignin and holocellulose), phytochemical prospection and medium infrared spectroscopy (FTIR). The evaluations carried out allowed to identify a higher percentage of extractives in the internal part, as well as in the phytochemical prospection, that also identified several classes of secondary metabolites, as condensed tannins, catechins, flavanols, flavanones, xanthos and penta cyclic triterpenoid. In the FTIR analysis, it was obtained the occurrence of similar behavior between the peak wave values, that is, the regions of the analyzed classes presented similarities in the chemical structure, showing the presence of lignin.

Keywords: paricá wood, extractives and carbonaceous elements, biological durability.

Sumário

| | |
|---|------|
| LISTA DE TABELAS | viii |
| LISTA DE FIGURAS | ix |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 1 |
| 2.1 A espécie <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> e seus atributos | 1 |
| 2.3 Aspectos da composição química da madeira | 3 |
| 2.3.1 Holocelulose..... | |
| 2.3.2 Celulose | 4 |
| 2.3.3 Hemiceluloses..... | 5 |
| 2.3.4 Lignina..... | 5 |
| 2.3.5 Extrativos..... | 6 |
| 2.3.5.1 Fenóis..... | 7 |
| 2.3.5.2 Flavonóides..... | 7 |
| 2.3.5.3 Taninos | 8 |
| 2.3.5.4 Alcalóides | 9 |
| 2.3.5.5 Heterosídeos cianogênicos | 10 |
| 2.3.5.6 Terpenos | 10 |
| 2.3.5.7 Saponinas..... | 10 |
| 2.3.5.8 Quinonas | 11 |
| 2.3.5.9 Esteróides..... | 11 |
| 2.3.5.10 Cumarinas..... | 12 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 3.1 Coleta da madeira e preparo do material para análises | 13 |
| 3.2 Análise química dos componentes da madeira de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> | 14 |
| 3.2.1 Preparo das amostras de análise química da madeira | 14 |
| 3.3 Abordagem fitoquímica..... | 16 |
| 3.3.2 Teste para fenóis e taninos..... | 16 |
| 3.3.4 Teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavanonas | 17 |
| 3.3.5 Teste para flavonóis, flavanonas e xantonas | 17 |
| 3.4 Análise por espectroscopia no infravermelho por transformação de Fourier – FTIR | 18 |
| 3.5 Análise dos dados | 19 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1 Análise química | 20 |
| 4.2 Resultados prospecção fitoquímica | 21 |
| 4.3 Resultados da análise por espectroscopia no infravermelho por transformação de Fourier – FTIR..... | 23 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 24 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 25 |

LISTA DE TABELAS

| | Pag. |
|--|-------------|
| Tabela 1. Reações do extrato para identificação de antocianinas, antocianidinas, flavonas, flavonóis, xantonas, chalconas, auronas e flavanonóis..... | 17 |
| Tabela 2. Reações do extrato para identificação de leucoantocianidinas, catequinas, e flavanonas..... | 17 |
| Tabela 3. Resumo das principais bandas DRIFT observadas nas madeiras..... | 18 |
| Tabela 4. Resultados em porcentagem com valores de erro padrão da media da análise química..... | 20 |
| Tabela 5. Classes metabólicas presentes nos testes realizados com a madeira de de <i>Schizolobium amazonicum</i> através do extrato hidrofílico..... | 21 |

LISTA DE FIGURAS

| | | Pag. |
|-------------------|--|-------------|
| Figura 1. | Características observadas na espécie <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> | 2 |
| Figura 2. | Áreas de ocorrência natural do <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> | 3 |
| Figura 3. | Arquitetura da parede vegetal..... | 4 |
| Figura 4. | Representação da cadeia linear da celulose..... | 4 |
| Figura 5. | Precusores (monolignóis) finais da lignina no citoplasma..... | 6 |
| Figura 6. | Ácido gálico, exemplo de composto fenólico..... | 7 |
| Figura 7. | Representação da quercetina, pigmento encontrado nos vegetais..... | 8 |
| Figura 8. | Exemplo de uma estrutura da proantocianidina, um tanino condensado..... | 8 |
| Figura 9. | Estrutura química de taninos: (A) Hidrolisado e (B) Condensado..... | 9 |
| Figura 10. | Exemplo de uma estrutura de alcalóide..... | 9 |
| Figura 11. | Exemplo de uma estrutura de terpeno..... | 10 |
| Figura 12. | Estrutura de saponina triterpênica..... | 11 |
| Figura 13. | Exemplo da estrutura de uma quinona..... | 11 |
| Figura 14. | Exemplo da estrutura de um esteroide..... | 12 |
| Figura 15. | Estrutura química da cumarina..... | 12 |
| Figura 16. | Da esquerda para a direita Classe I, Classe II e Classe III, respectivamente.. | 13 |
| Figura 17. | Divisão da amostra..... | 14 |
| Figura 18. | Regiões aparentemente deterioradas..... | 14 |
| Figura 19. | Material residual proveniente da remoção parcial dos solventes..... | 15 |
| Figura 20. | Solução na coloração amarelo fluorescente, indicando a reação dos reagentes com a amostra da madeira em estudo..... | 15 |
| Figura 21. | Composição química da madeira de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (paricá) em função da classe diametral..... | 20 |

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura 22. | Resultados positivos para: Taninos condensados (A); Catequinas (B)..... | 22 |
| Figura 23. | Resultados positivos para: Flavanonas (C); flavonóis, flavanonas e xantonas (D)..... | 22 |
| Figura 24. | Resultado positivo para presença de triterpenóide pentacíclico..... | 23 |
| Figura 25. | Espectro DRIFT das classes I, II e III (região interna e externa), da madeira de <i>Schizolobium parahyba var. amazonicum</i> (paricá) <i>in natura</i> (INT) e livre de extrativos (L.E)..... | 24 |

1. INTRODUÇÃO

O setor brasileiro de florestas tornou-se, nos últimos anos, um dos mais relevantes no cenário global. Com uma área de 7,84 milhões de hectares de árvores plantadas, é responsável por 91% de toda a madeira produzida para fins industriais no país (IBÁ, 2017). No Brasil existem florestas plantadas de espécies arbóreas consideradas exóticas como as dos gêneros *Eucalyptus*, *Pinus* e *Corymbia*, que são os principais responsáveis pelo alívio sobre as florestas nativas, fornecendo matéria prima para os diversos elementos da cadeia produtiva da madeira em um espaço de tempo relativamente, curto. Desta forma, as empresas de base florestal vêm investindo em políticas com o objetivo de implementar florestas homogêneas de rápido crescimento para a produção de madeira em um curto espaço de tempo.

Na região norte e em parte da região nordeste do país, em consequência de suas características edafoclimáticas vem implementando plantios de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, popularmente conhecido como “paricá”, espécie amazônica de grande potencial econômico, com grande aceitação no mercado, que tem conquistado cada vez mais destaque entre as espécies reflorestadas no Brasil. Tal fato pode ser atribuído devido a elevados incrementos em altura e diâmetro que possibilitam a sua utilização em poucos anos, se equiparando as principais exóticas utilizadas em todo Brasil. Atualmente, a área plantada com a espécie corresponde a cerca de 87 mil hectares (ABRAF, 2013) com amplos plantios comerciais para fornecimento de madeira à indústria de laminados.

De acordo com esse cenário faz-se necessário o maior conhecimento tecnológico da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), buscando entender a sua variação química como forma de aperfeiçoar a sua durabilidade biológica, de tal modo que práticas de manejo possa elevar a qualidade da madeira dessa espécie. Sabe-se que alguns dos principais fatores que podem gerar danos silviculturais e econômicos aos produtos florestais madeireiros oriundos dos plantios da espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) são as pragas e doenças, como por exemplo: *Acanthoderes jaspidea* (broca da madeira), *Micrapate brasiliensis* (coleobroca), *Oncideres dejeani* e *O. saga* (serradores) e *Rhaphiorhynchus pictus* (mosca da madeira) e durante o período chuvoso, também pode ocorrer a incidência da *Phyllachora schizolobiicola* subsp. *schizolobiicola* (crosta negra das folhas), embora as plantas normalmente tenham demonstrado resistência à doença (TEIXEIRA et. al., 2000; SOUZA et. al., 2003; CIFLORESTAS, 2019).

A hipótese levantada de que a susceptibilidade ao ataque de organismos xilófagos à madeira em estudo é possivelmente influenciada pela região (interna e externa) das classes diamétricas em função da sua composição química, diante disso, este estudo teve como objetivo investigar as características químicas e fitoquímicas da madeira nas regiões interna e externa ao tronco de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) em diferentes classes diamétricas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e seus atributos silviculturais e tecnológicos

A espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, é um representante arbóreo da família Fabaceae (Figura 1), popularmente conhecida no Brasil como paricá, canafístula, guapuruvu-da-amazônia, pinho cuiabano, faveira e bandarria (CORDEIRO, 2007).



Figura 1. Características observadas na espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*.
Fonte: Melo (2012).

Possui ocorrência natural na região Amazônica e também nos estados do Pará e Mato Grosso, podendo ser encontrada na Mata Atlântica entre Santa Catarina e Bahia (CORDEIRO, 2007) (Figura 2). Apresenta características similares a espécie de mesmo gênero Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake), de ocorrência natural da Mata Atlântica (ROSA, 2006). Conforme Souza (2003) e Melo (2012), as principais características que diferenciam o *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* do *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake são que a primeira possui flores menores, pétalas mais oblongas, rígidas e glabras, frutos e sementes bem menores, pedicelos distintamente articulados e florescimento sem folhas.

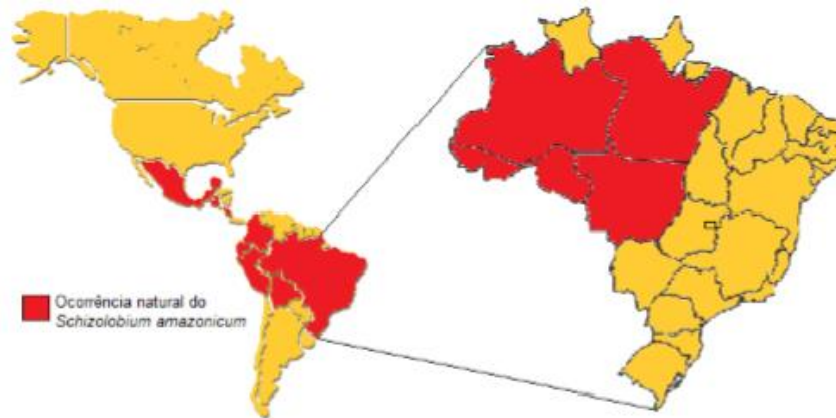


Figura 2. Áreas de ocorrência natural do *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*.

Fonte: Melo (2012).

Segundo Carvalho (2007), o *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) é uma espécie essencialmente heliófila, que não tolera baixas temperaturas e sua madeira possui densidade baixa ($0,30 \text{ gcm}^{-3}$) (CORTELETTI, 2013). Seu desenvolvimento é fortemente influenciado pela estação do ano, onde a ocorrência de chuvas acarreta em crescimento acentuado, porém, a espécie não tolera solos alagados (VIDAURRE et al., 2006). A espécie apresenta rápidos incrementos em altura e diâmetro em poucos anos de cultivo (MELO, 2012), apresenta taxa em média, de 30 a 35 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{ano}$, mesmo sem a adoção de programas de melhoramento, comumente utilizados nos plantios em larga escala no Brasil (VIDAURRE et al., 2012). Apresenta fuste longo e esbelto, nas árvores jovens, o tronco tem coloração verde acentuado com cicatrizes transversais deixadas pela desrama natural ou queda das folhas (KUNZ, 2015), desenvolve madeira com pequena quantidade de nós e defeitos, característica fundamental na sua utilização para fins estruturais (CARVALHO, 2007; ALMEIDA, 2013).

O *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* possui grande potencial para o processamento de sua madeira, pois, possui o fuste retilíneo e ausência de tensões de crescimento (CORTELETTI, 2013). Segundo Marques e Siviero (2006) ela possui facilidades quanto à retirada da casca, laminação, secagem, prensagem e excelente acabamento. Apresenta geralmente alburno diferenciado do cerne, com uma zona de transição gradual. O alburno é de cor creme-amarelado e o cerne é de cor marrom-claro, cabe ressaltar que em plantios comerciais, as árvores são abatidas ainda jovens, não havendo diferenciação de cor entre cerne e alburno, caracterizado como cerne fisiológico (CARVALHO, 2007). Tem conquistado cada vez mais destaque entre as espécies reflorestadas no Brasil devido seu grande potencial econômico e tecnológico e pela possibilidade da sua utilização em poucos anos (VIDAURRE et al., 2012).

O principal uso da espécie tem sido a produção de lâminas para confecção de painéis compensados, e possui demais usos como na produção de paletes, na fabricação de palitos de fósforo, saltos de calçados, brinquedos, maquetes, embalagens leves, canoas, forros, miolo de painéis e portas, celulose e papel (FIGUEROA, 2008; CIFLORESTAS, 2019). Além desses usos, o paricá pode ser empregado também em arborização de praças e jardins, pois propicia arquitetura e floração vistosa ao ambiente (CIFLORESTAS, 2019).

2.3 Aspectos da composição química da madeira

Segundo Klock et al. (2005), dentre os materiais de origem biológica, a madeira é sem dúvida o mais conhecido e utilizado, onde o lenho de uma árvore contém grande quantidade de substâncias que são utilizadas como matérias primas em quase todos os campos da tecnologia. A madeira é um material anisotrópico apresentando três direções estruturais: longitudinal, transversal tangencial e transversal radial, é higroscópico, poroso, heterogêneo devido a sua variabilidade longitudinal e radial e de natureza multi molecular (MARRA, 1992; BRAND et al., 2012), formada por celulose, hemicelulose, lignina e com presença de substâncias disponíveis em menores quantidades como os extrativos (compostos acidentais) e substâncias minerais (SILVÉRIO et al., 2006; SANTOS, 2008) (Figura 3).

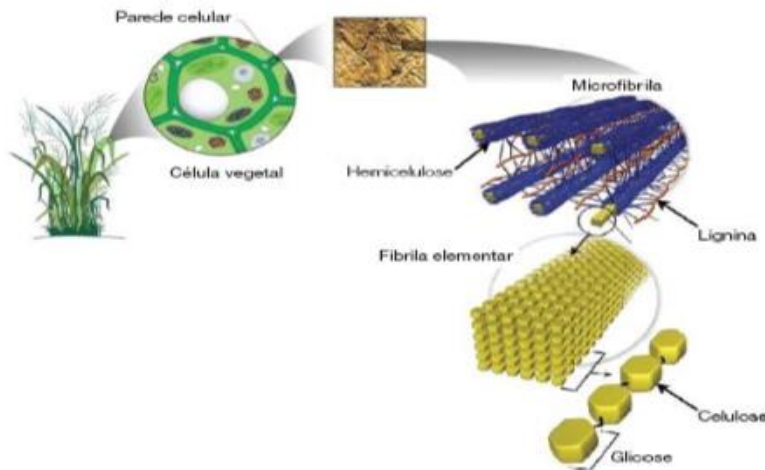


Figura 3. Arquitetura da parede vegetal.

Fonte: Ogata (2013).

2.3.1 Holocelulose

A maior porção de carboidratos da madeira é composta por polímeros de celulose e hemicelulose, com menor quantidade de outros açúcares. A combinação de celulose e hemicelulose é denominada holocelulose (SANTOS, 2008).

2.3.2 Celulose

A celulose é o componente predominante na parede celular dos vegetais, em madeiras tanto de coníferas, como de folhosas (KLOCK et al., 2005). É um polissacarídeo de elevada massa molecular formado por unidades de β -D-glicose, onde a ligação que ocorre entre elas é do tipo β (1,4) (OLIVEIRA, 2014). Está presente nos vegetais variando de 40 a 45% de acordo com a espécie (NASCIMENTO, 2007).

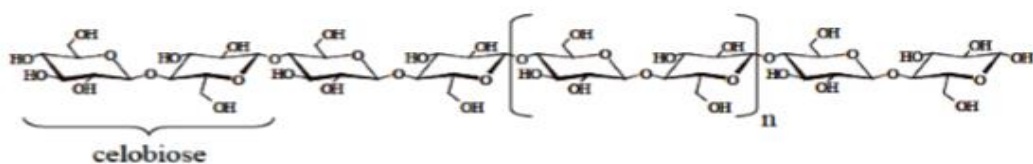


Figura 4: Representação da cadeia linear da celulose.

Fonte: Ogata (213).

Estruturalmente é considerada uma supramolécula capaz de agregar estabilidade a parede celular, de forma filamentosa, fibrosa, conferindo resistência à tração e insolubilidade à maioria dos solventes (ROWELL et al., 2005). As cadeias de celulose nas paredes celulares das plantas são arranjadas compactamente, com elevado número de ligações de hidrogênio resultando em uma forte interação entre suas moléculas de modo que suas fibras apresentam regiões nitidamente cristalinas (PENEDO, 1980; TAIZ & ZEIGER, 2009; MACEDO, 2017). Segundo Klock et al. (2005), possui também aplicação de longa data nas indústrias de papel e fibras têxteis sintéticas, e mais recentemente tem sido bastante estudada nas áreas de biocombustíveis.

2.3.3 Hemiceluloses

As hemiceluloses são formadas por um grande grupo de polissacarídeos complexos, de baixo peso molecular, baixa cristalinidade (natureza amorfa), baixa estabilidade dos monômeros, presença de grupos acetilas, solúveis em água e soluções alcalinas, permitindo serem facilmente removidas, solubilizadas e degradadas (OLIVEIRA, 2016). Correspondem entre 15 a 35% da composição da parede celular (KLOCK et al., 2005; OGATA, 2013). Se diferem da celulose por possuírem cadeia molecular mais curta, podendo haver ramificações (FOELKEL, 1975; FENGEL & WEGENER, 1989; MORAIS et al., 2005). É composta por duas principais classes de substâncias, as glucomananas, típicas de madeiras de coníferas e as xilanas, típicas de madeiras de folhosas (SANSÍGOLO, 1994; OLIVEIRA, 2014). Os diferentes teores e quantidades de hemicelulose, assim como a celulose e lignina, variam dentro da espécie e até mesmo dentro da própria árvore (PHILIPP, 1988; MORAIS et al., 2005). De acordo com Klock et al. (2005) as folhosas, de maneira geral, contêm maior teor de polioses que as coníferas. As hemiceluloses vem sendo investigadas como um material promissor para uma variedade de aplicações tais como espessantes, emulsificantes, estabilizantes e aglutinantes nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (OLIVEIRA, 2014).

2.3.4 Lignina

A lignina é o terceiro biopolímero mais abundante da madeira, depois da celulose e da hemicelulose. Corresponde de 20 a 30% da parede celular vegetal (OGATA, 2013). É amorfa e de estrutura complexa (ROWELL et al., 2005; OLIVEIRA, 2014). Sua molécula é constituída por um sistema aromático composto de unidades de fenilpropano, completamente diferente dos polissacarídeos (ABREU & OERTEL, 1999; KLOCK et al., 2005). Sua origem ocorre a partir da polimerização iniciada por enzimas dos seguintes precursores primários: álcool coniferílico, álcool sinapílico e álcool p-cumárilico (ABREU & OERTEL, 1999; NASCIMENTO, 2007) (Figura 5).

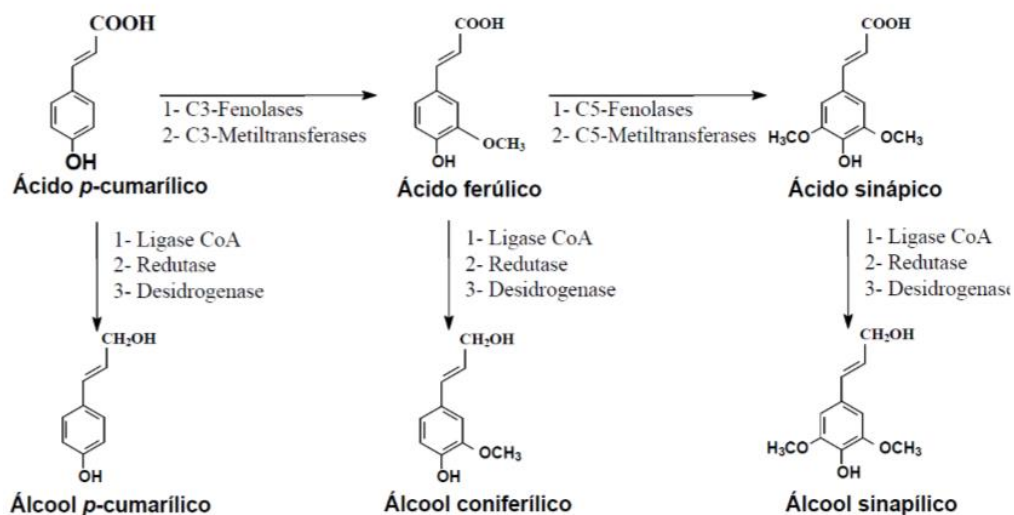


Figura 5. Precursores (monolignóis) finais da lignina no citoplasma.
Fonte: Nascimento (2007).

O teor de lignina encontrado em coníferas é geralmente maior e se diferencia estruturalmente da lignina encontrada em folhosas (MACEDO, 2017). Klock (2005) citou, que do ponto de vista morfológico a lignina é uma substância amorfa localizada na lamela média, bem como na parede secundária. No desenvolvimento das células, é o último componente incorporado na parede celular (KLOCK et al., 2005; FLORES, 2014), interpenetrando as fibrilas e realizando ação cimentadora, fortalecendo e enrijecendo as paredes celulares, desempenhando assim, um papel importante em relação às funções de sustentação e condução dos vegetais, facilitando a passagem da água, sendo pouco solúveis na mesma, o que dificulta a passagem entre as camadas da parede das células (MASSON et al., 1995; MONTEIRO, 2002; MACEDO, 2017). E possui também ação de conferir a célula, maior resistência ao ataque de fungos (RAVEN, 2001).

2.3.5 Extrativos

Os extrativos são considerados componentes acidentais da madeira, são substâncias não integrantes da parte estrutural da parede celular ou lamela média (ZAQUE et al., 2016). Tem sua constituição, geralmente, formada por taninos, açúcares simples, sais, gomas, corantes, amidos, gorduras, resinas, fitosteróis, terpenos, terpenóides, entre outros (NASCIMENTO, 2007). Os extrativos são substâncias químicas presentes na madeira que podem ser extraídas usando diferentes solventes, por exemplo, em água, em solventes orgânicos neutros, ou volatilizados a vapor (KLOCK et al., 2005). De acordo com Silvério (2008), apesar de serem compreendidos em grande número de componentes químicos, a sua presença nas árvores não é elevada, e seu conteúdo e a composição variam entre as espécies de madeiras (KLOCK et al., 2005). Os extrativos localizam-se nas células do parênquima, nos canais secretores, na lamela média, nos espaços intracelulares e na parede celular. Dessa maneira, podem ser removidos, facilmente (FENGEL & WEGENER, 1989; KLOCK et al., 2005).

A classificação dos extrativos, no geral, está relacionada com suas características estruturais. Existem extrativos que são utilizados para a proteção, bem como, material de

reserva e hormônios vegetais (RIBEIRO, 2016). A durabilidade natural da madeira também é influenciada significativamente pelos materiais extraíveis encontrados em várias partes da planta. Algumas dessas substâncias como os polifenóis e os taninos, possuem propriedade germicida e são responsáveis pela durabilidade natural de muitas madeiras (OLIVEIRA et al., 2005; LIMA et al., 2007). Segundo Lima et al. (2007) e Macedo (2017), dependendo do solvente utilizado, pode-se obter determinada classe de extrativos, seja apolar ou polar. Conforme Sá (2008) e Lopes (2016), os extrativos são geralmente responsáveis por algumas das características da madeira como: cor, cheiro, resistência natural ao apodrecimento, gosto e propriedades abrasivas. Alguns extrativos são muito utilizados comercialmente em indústrias farmacêuticas e cosméticas, na forma de cremes, loções, géis e também no curtimento de couro. De acordo com Klock et al. (2005), os extrativos podem ser divididos em frações lipofílicas (são extraíveis com solventes apolares) e frações hidrofílicas (são extraíveis em água ou em solvente polares) assim como os que serão descritos a seguir.

2.3.5.1 Fenóis

Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento, além disso, formam-se em condições de estresse, como infecções e ferimentos (SARTORI, 2014). Segundo Taiz & Zeiger (2004), os fenóis vegetais constituem um grupo quimicamente heterogêneo, com aproximadamente dez mil compostos, entre eles destacam-se os ácidos fenólicos, fenóis simples, flavonoides, taninos, ligninas e tocoferóis (REIS et al., 2011), essa diversidade estrutural deve-se à grande variedade de combinações que ocorre na natureza.

Os fenóis são incolores, a menos que exista na molécula algum grupo susceptível a produzir cor. São tóxicos, possuem ação cáustica sobre a pele e oxidam-se facilmente, essa toxicidade está vinculada à resistência a deterioração da madeira por organismos xilófagos (MACEDO, 2017). Os compostos fenólicos são álcoois do tipo ROH, onde R é um grupo benzênico (SILVA, 2011) (Figura 6).

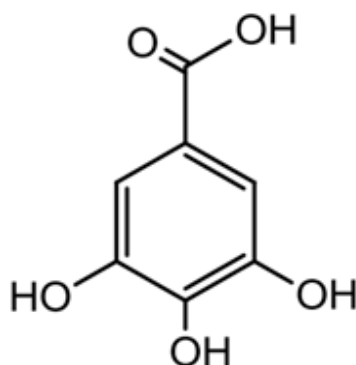


Figura 6. Ácido gálico, exemplo de composto fenólico

Fonte: Pastore (2004)

Dentre seus diversos usos, destaca sua aplicabilidade na indústria de papel e celulose no branqueamento da polpa (SILVA, 2011).

2.3.5.2 Flavonóides

O flavonóide é um constituinte das plantas bastante pesquisado atualmente, são compostos polifenólicos de ampla ocorrência na natureza (REGINATO et al., 2015). Segundo Joseph (2011), são constituídos de uma estrutura básica contendo 15 átomos de carbono. Este grupo de compostos incluem as catequinas, as flavanonas, as flavonas, as antocianidinas. Desempenham um papel fundamental na proteção do vegetal atuando contra agentes (ex.: contra fungos e cupins), e são responsáveis pela coloração de flores, frutos e em alguns casos, nas folhas (JOSEPH, 2011). Na Figura 7, encontra-se a quercetina, que é um pigmento de coloração amarela (PASTORE, 2004).

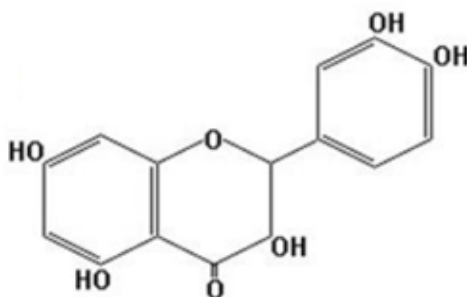


Figura 7. Representação da quercetina, pigmento encontrado nos vegetais.

Fonte: Pastore (2004).

A eles também são atribuídas diversas atividades farmacológicas, como anti-inflamatória, antitumoral, antialérgica, antioxidante, antiulcerogênica e antiviral (REGINATO et al., 2015).

2.3.5.3 Taninos

Os taninos são materiais polifenólicos complexos distribuídos nas plantas e são muito reativos quimicamente (Figura 8).

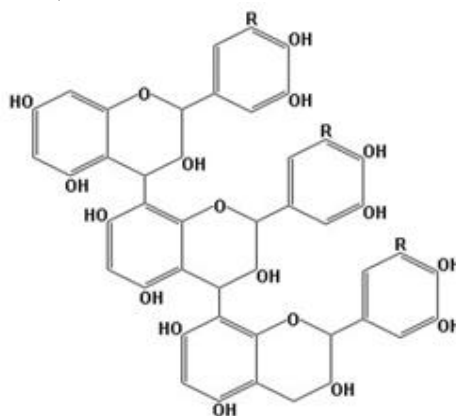


Figura 8. Exemplo de uma estrutura da proantocianidina, um tanino condensado.

Fonte: Pastore (2004).

A ocorrência de taninos é ampla nos vegetais, porém sua extração comercial é realizada da região da casca e/ou do cerne da árvore, partes onde são encontrados em maiores teores (MONTEIRO, et al., 2005). Sua concentração pode variar dependendo da idade, do órgão da planta coletado, da época ou, ainda, do local de coleta. Para a planta, os taninos são responsáveis pela defesa contra os herbívoros e doenças e outras aplicações como por

exemplo na indústria de curtume de couro para enrijecer a pele de couro, possui também propriedade farmacológica: anti-inflamatório, sedativo, atividade antioxidante, é neutralizador de radicais livres, permite a elaboração de colas e adesivos e promove gosto diferenciado na indústria de vinho (SANTORI, 2014).

São facilmente oxidáveis, tanto através de enzimas vegetais específicas quanto por influência de metais, como cloreto férrico, o que ocasiona o escurecimento de suas soluções (MELLO & SANTOS, 2010). De maneira geral, os taninos podem ser divididos em dois grupos: os gálicos ou hidrolisáveis e os catequínicos ou condensáveis (Figura 9). A diferença entre os dois está na estrutura química de origem (SOUZA, 2015).

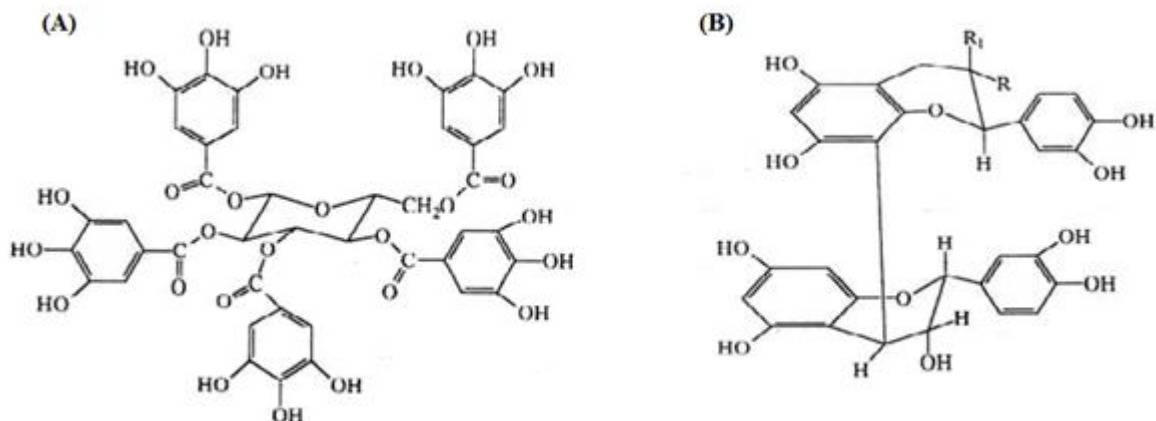


Figura 9. Estrutura química de taninos: (A) Hidrolisado e (B) Condensado.

Fonte: Nozella (2001)

2.3.5.4 Alcalóides

O grupo dos alcalóides apresenta a maior diversidade estrutural entre os metabólitos secundários, sendo conhecidos mais de 500 compostos, a maior parte deles provenientes de plantas. É um grupo heterogêneo de substâncias orgânicas, cuja similaridade molecular mais significativa é a presença de nitrogênio na forma de amina (Figura 10) (COSTA, 1994; BARBOSA et al., 2006).

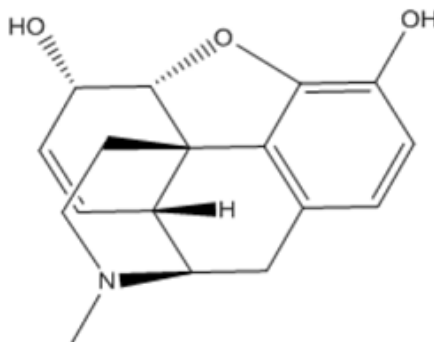


Figura 10. Exemplo de uma estrutura de alcalóide.

Fonte: Oliveira (2011)

Essas substâncias são encontradas tanto na casca quanto na madeira, e foram os primeiros compostos estudados pelos fitoquímicos (WOODS & CALNAN, 1976;

GOTTLIEB & MORS, 1980; HENRIQUES et al., 2004). Sua definição, atualmente, considera os alcalóides como moléculas cíclicas, existindo diversas classes dos mesmos. Esses compostos têm função de proteção, resultante da toxicidade elevada que conferem aos vegetais (BARBOSA et. al., 2006).

2.3.5.5 Heterosídeos cianogênicos

São compostos resultantes da ligação covalente formada entre uma ou mais unidades de açúcar e uma estrutura chamada aglicona (BARBOSA et. al., 2006). A planta que possui esses compostos se torna tóxica, sofre hidrólise e produz ácido cianídrico, glicose e benzaldeído (HARBORNE & WILLIAMS, 2000).

2.3.5.6 Terpenos

Segundo Souza (2007), os terpenos são hidrocarbonetos acíclicos ou cíclicos. São derivados do produto da condensação de duas ou mais moléculas de isopropeno, podendo ser classificados de acordo com o número de unidades isopropênicas (Figura 11).

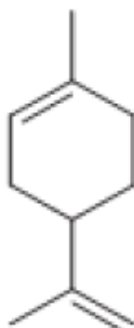


Figura 11. Exemplo de uma estrutura de terpeno.

Fonte: Oliveira (2011).

Os terpenos têm função tóxica e elevada atividade alelopática sobre outros indivíduos, portanto, confere resistência ao ataque de agentes patógenos, e são também os principais formadores dos óleos essenciais. Estes, por sua vez, são responsáveis por importantes atividades biológicas, como: antioxidante, antibacteriana e antifúngica (SOUZA, 2007).

2.3.5.7 Saponinas

As saponinas são compostos químicos encontrados em muitas plantas e devem seu nome à característica distintiva da espuma (SPARG et al., 2004). São derivados dos triterpenos tetracíclicos (Figura 12), e sua classificação geralmente é feita de acordo com o núcleo fundamental aglicona, podendo ser denominadas saponinas esteroidais ou triterpênicas (SCHENKEL et al., 2003).

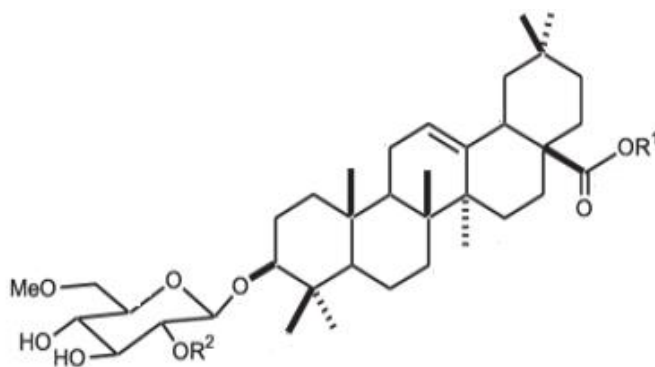


Figura 12. Estrutura de saponina triterpênica.

Fonte: Oliveira (2011)

Apresentam como características principais a capacidade de diminuir a tensão superficial de uma solução aquosa, assemelhando-se a um detergente (VINCKEN, 2007). As saponinas são geralmente encontradas nos tecidos de maior vulnerabilidade ao ataque fúngico, bacteriano ou predatório dos insetos, conseqüentemente, um de seus papéis é atuar como uma barreira química ou como um protetor do sistema de defesa da planta (WINA et al., 2005, LIMA et al., 2009).

2.3.5.8 Quinonas

De acordo com Souza et al. (2016), as quinonas são um grupo de substâncias orgânicas geralmente coloridas e semivoláteis, são compostos que contribuem para a coloração da madeira e podem provocar asma e alergia sobre a pele. Sua estrutura é formada por anéis aromáticos (Figura 13), e apresenta dois grupamentos carbonílicos em um anel insaturado de seis átomos de carbono, situados relativamente em posições "orto" (adjacentes) ou "para". Utilizando-se como critério o tipo de sistema aromático, as quinonas são classificadas como benzoquinonas, naftoquinonas, antraquinonas e fenantraquinonas.

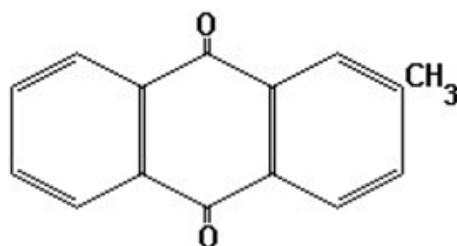


Figura 13. Exemplo da estrutura de uma quinona.

Fonte: Pastore (2004)

São diversas as maneiras de se encontrar as quinonas na natureza, principalmente, nas cascas e raízes, podendo até aparecer como resultado do metabolismo de fungos (FALKENBERG et al., 2007). A sua produção por insetos e vegetais tem como objetivo a defesa química, além de atuar como microbicidas, anticancerígenos e antiangiogênicos (SOUZA et al., 2016).

2.3.5.9 Esteróides

Os esteróides formam uma importante classe de compostos medicinais, à qual pertencem os hormônios, algumas saponinas e alcalóides. São derivados cíclicos do isopreno, compostos complexos que possuem de cinco a seis átomos de carbono (Figura 14). Tanto os terpenos como os esteróides apresentam atividade inseticida, repelente, fungicida, larvicida, entre outros (SOUZA, 2007).

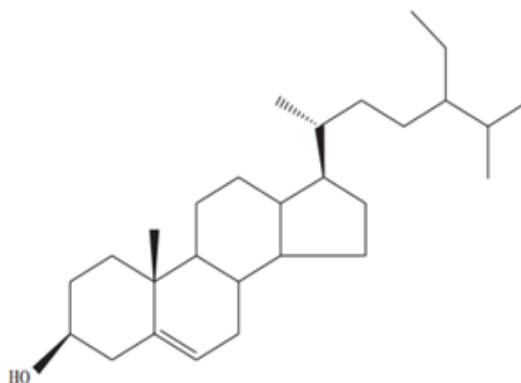


Figura 14. Exemplo da estrutura de um esteróide.

Fonte: Oliveira (2011)

2.3.5.10 Cumarinas

As cumarinas são substâncias amplamente encontradas em plantas (ALBARICI et al., 2010), é encontrada na forma livre ou glicosídica, em 150 diferentes espécies, distribuída por cerca de 30 famílias (PANIZZA, 1998; MONTAGNER, 2007). São substâncias fenólicas produzidas através da fusão de anéis aromáticos benzênicos com anéis α -pirona (Figura 15) (O’KENNEDY & THORNES, 1997; RIBEIRO, et al. 2002). Segundo Santos et al. (2013), as cumarinas apresentam diversas aplicações em diferentes áreas, são muito conhecidas as propriedades antitrombóticas, anti-inflamatórias e vasodilatadoras dessa substância muito difundida no reino vegetal, na indústria alimentícia, as cumarinas são utilizadas como corantes e essências, e em bebidas alcoólicas, na indústria de cosméticos, como fixador de perfumes e em pasta de dentes.

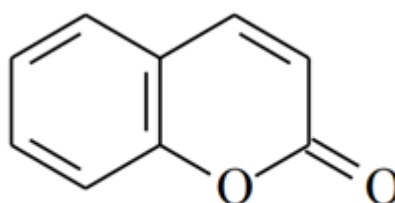


Figura 15. Estrutura química da cumarina.

Fonte: Dias (2015)

Apresenta aroma característico, que se intensifica a medida que a planta vai secando e se libertando da ligação glicosídica (KEATING & O’KENNEDY, 1997; MONTAGNER, 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta da madeira e preparo do material para análises

Foi utilizado madeira da espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), proveniente dos municípios de Paragominas e Ulianópolis, estado do Pará, em um plantio com área total de 278 ha (Latitude 02°59'45" sul, Longitude 47°21'10" oeste e altitude 90 m a nível do mar). O espaçamento do plantio foi 4 x 4 m, e tinham a idade de sete anos no momento da derrubada. Foram coletados discos na altura de medição de 0,1 m; 0,3 m; 0,7 m; 1,3 m; e a partir deste ponto de metro em metro, até a primeira bifurcação. Os discos coletados possuíam espessura de quatro centímetros. Os discos foram secos ao ar livre encaminhados para o Laboratório de Química e Bioquímica da Madeira, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em Seropédica, RJ.

Para a caracterização química da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), foram escolhidos discos coletados na altura de 0,3 m e foram divididos em três classes diamétrais, sendo: a) classe I: d 13,52 a 17,52 cm; b) classe II: de 17,53 a 21,53 cm e, c) classe III: 21,54 a 25,54 cm. A divisão em classes diamétricas, foi baseada na distribuição de frequência das árvores. Cada classe era composta por amostras de três árvores, como pode ser observado na Figura 16.



Figura 16. Da esquerda para a direita, Classe I, Classe II e Classe III, respectivamente.

O material estudado não apresentava diferenciação de cor entre as regiões do cerne e do alburno, característica comum em árvores abatidas ainda jovens, denominado cerne fisiológico. Devido a essa característica foi proposta a divisão em parte externa, a partir da casca até 0,3 cm (região aparentemente deteriorada) e parte interna partindo da demarcação de 0,3 até a medula (região não deteriorada) (Figura 17).

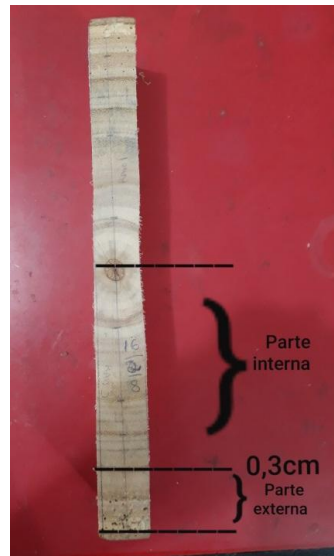


Figura 17. Divisão da amostra.

Observou-se que a deterioração da madeira ocorreu por fatores bióticos, com presença de galerias, onde a região mais deteriorada foi a externa próximo a casca, como pode ser observado na Figura 18. A principal citação de ocorrência de danos ao tronco de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) se refere ao ataque da mosca da madeira e broca da madeira (TEIXEIRA et al., 2000). Destaque deve ser dado ao fato de que a proteção do tronco é um ponto chave no manejo desta espécie arbórea, já que seu cultivo tem como objetivo a industrialização da madeira.



Figura 18. Regiões aparentemente deterioradas.

3.2 Análise química dos componentes da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*

3.2.1 Preparo das amostras de análise química da madeira

As amostras radiais dos discos foram transformadas em cavacos de aproximadamente três centímetros de comprimento e um centímetro de espessura, e em seguida moídos e

homogeneizados em peneiras de malhas granulométricas 40 e 60 *mesh*, seguindo os procedimentos das normas da TAPPI T 204 cm-97 (TAPPI, 1997).

Para determinação dos teores de extrativos, foram preparadas amostras de 8 g de serragem de cada. As mesmas foram inseridas no interior de cartuchos preparados a partir de papel filtro e submetidas à extração em *soxhlet* com três solventes diferentes (ciclo hexano (2:1), acetato de etila (2:1) e metanol (2:1)) em cada amostra, sendo um solvente usado por vez, com 400 mL do mesmo, com duração de 12 horas de extração para cada solvente. Removeu-se cada solvente parcialmente sob pressão reduzida em rotavapor, obtendo um resíduo que foi levado a capela para a evaporação total do solvente até obter o extrativo seco e em seguida quantificado através de pesagem (ABREU, 2006).



Figura 19. Material residual proveniente da remoção parcial dos solventes.

Para determinação dos teores de holocelulose, utilizou-se o método por cloração (ABREU, 2006). Foram separados 2,5 g de amostra de cada classe (completamente livre de extrativos e totalmente seca), em seguida foram adicionadas em erlenmeyer de capacidade de 250 mL, juntamente com 80 mL de água destilada, pipetados 0,5 mL de ácido acético e adicionado 1 g de clorito de sódio à 80%. Foram tampados com vidro de relógio e levados ao banho-maria com temperatura constante de 70°C durante 60 minutos. Foram adicionados 0,5 mL de ácido acético e 1g de clorito de sódio a 80% durante um intervalo de tempo de 60 minutos, com 6 repetições até atingir a cor amarelo fluorescente (ABREU, 2006).



Figura 20. Solução na coloração amarelo fluorescente, indicando a reação dos reagentes com a amostra da madeira em estudo.

Logo após esse período, o material foi lavado com água destilada, etapa realizada sob vácuo, sendo assim levado para secagem em estufa a 105°C durante 24 horas. O material foi esfriado e procedeu-se a pesagem (ABREU, 2006).

Para a determinação do teor de lignina utilizou-se o método de Klason (ABREU, 2006). Foram separados 0,3 g da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) livre de extrativos as quais foram inseridas em tubos de ensaios e adicionados 3 mL de ácido sulfúrico a 72%. Em seguida procedeu a homogeneização durante um minuto e mantido em repouso durante uma hora. Logo após, transferiu-se o material para o balão volumétrico e adicionados 84 mL de água destilada e levado para o refluxo por quatro horas. Após esse tempo lavou-se o material com 500 mL de água destilada aquecida em banho maria, sob vácuo, sendo levada em seguida para a estufa por um período de 24 horas a 105°C. O material foi esfriado e procedeu-se a pesagem. A determinação final em porcentagem foi realizada utilizando regra de três (ABREU, 2006).

3.3 Abordagem fitoquímica

A metodologia utilizada para a detecção dos grupos dos extrativos foi proposta por Matos (1997), Abreu (2006) e Rodrigues (2010). Suas análises foram realizadas a partir do extrato hidrofílico da madeira *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá). Em todas as análises, foram realizadas duas repetições.

3.3.1 Preparo do extrato hidrofílico

Diluiu-se uma pequena quantidade do extrato bruto (o resultado que foi obtido no item 3.2.1 com o solvente metanol) em 10 ml de metanol, utilizando como medidor um balão volumétrico de 10ml. O extrato hidrofílico foi utilizado para todos os testes a seguir exceto para o teste de resinas (3.4.1.9), onde foi utilizado 10 ml de etanol ao invés de metanol.

3.3.2 Teste para fenóis e taninos

Em um tubo de ensaio, foram adicionados 2 mL de solução preparada a partir do extrato bruto obtido na análise e adicionou-se três gotas de FeCl₃. Em seguida, foi observado a ocorrência de: o surgimento de precipitado vermelho indicam fenóis, precipitado azul indica taninos pirogálicos, e verde, taninos condensados.

3.3.3 Teste para antocianinas, antocianidinas e flavonoides

Em três tubos de ensaio, contendo 2 mL de solução preparada a partir do extrato bruto, condicionou-se um deles a pH 3, outro a pH 8,5 e o terceiro a pH 11 e observou-se o aparecimento de cores, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Reações do extrato para identificação de antocianinas, antocianidinas, flavonas, flavonóis, xantonas, chalconas, auronas e flavanonóis.

| Constituintes | pH 3 | pH 8,5 | pH 11 |
|--------------------------------|----------|--------|------------------|
| Antocianinas e antocianidinas | Vermelho | Lilás | Azul |
| Flavonas, flavonóis e xantonas | - | - | Amarelo |
| Chalconas e Auronas | Vermelho | - | Vermelho púrpura |
| Flavanonóis | - | - | Vermelho laranja |

3.3.4 Teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavanonas

Em outros dois tubos de ensaio, contendo 2 mL de solução preparada a partir do extrato bruto, foram adicionados HCl (para obter pH 1-3) e no outro NaOH (para obter pH 11). Após a adição, realizou-se o aquecimento em banho-maria e observou-se o aparecimento de cores, como demonstra a Tabela 2.

Tabela 2. Reações do extrato para identificação de leucoantocianidinas, catequinas, e flavanonas.

| Constituintes | pH 1-3 | pH 11 |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| Leucoantocianidinas | Vermelho | - |
| Catequinas | Pardo-amarelado | - |
| Flavonas | - | Vermelh-laranja |

3.3.5 Teste para flavonóis, flavanonas e xantonas

Adicionou-se em tubo de ensaio 2 mL da solução preparada a partir do extrato bruto e pedaços de fita de magnésio e 0,5 mL de HCl concentrado. O resultado positivo é indicado pela cor vermelha, que confirma a presença desses compostos.

3.3.6 Teste para saponinas

Uma pequena quantidade do extrativo foi adicionada à 2 ml de água destilada em um tubo de ensaio. Essa solução foi agitada vigorosamente por dois minutos. A presença de saponinas é confirmada através do aparecimento de espuma persistente.

3.3.7 Teste para esteróides e triterpenóides

A partir de 2 mL da solução preparada do extrato bruto, foi feita uma nova extração com clorofórmio. Em seguida, foram adicionados um mililitro de anidrido acético e três gotas de H₂SO₄ concentrado. O resultado positivo pode aparecer de duas formas, cor azul seguida de verde (esteróides livres) e cor parda até vermelha (triterpenóides pentacíclicos livres).

3.3.8 Teste para alcalóides

A partir de 2 mL da solução obtida do extrato, foi adicionado NH₄OH até pH 11 na solução filtrada. Foi realizada a separação das bases orgânicas através da adição de éter: clorofórmio (3:1), fazendo a reserva da fase aquosa da solução. As bases orgânicas foram reextraídas com HCl 0,1N, sendo a solução aquosa ácida dividida em dois tubos de ensaio. Em cada um dos dois tubos, foram adicionadas três gotas dos reagentes Mayer e Dragendorff. O resultado positivo é indicado por precipitado floculoso em pelo menos um dos tubos, evidenciando a presença de alcalóides.

3.3.9 Teste para resinas

Neste teste, diferente dos outros o extrato hidrofílico foi obtido através da diluição de uma pequena porção do extrato bruto obtido em 10 ml de etanol e, em seguida, foram colocados 3 mL dessa solução em um tubo de ensaio, ao qual adicionou-se água destilada e posteriormente foi agitado por um minuto. O resultado positivo é indicado por aparecimento de precipitado floculoso aglomerado.

3.4 Análise da madeira por espectroscopia no infravermelho por transformação de Fourier (FTIR)

Com o intuito de verificar a estrutura química do material em estudo, tanto da madeira *in natura* quanto da madeira livre de extrativos tiveram as suas bandas de infravermelhos analisadas. Foram utilizados para o procedimento 2 mg de amostra de material e 200 mg de KBr, analisadas com o auxílio da espectroscopia FTIR, espectrômetro Varian 640, no modo experimental de refletância difusa (DRIFT) com resolução de 4 cm⁻¹, 64 varreduras e amplitude espectral entre 4000-400 cm⁻¹ (ABREU, 1995; ABREU et al., 2006). Os resultados foram analisados com base na Tabela 3, resumo das principais bandas DRIFT observadas em madeiras.

Tabela 3. Resumo das principais bandas DRIFT observadas nas madeiras.

| Número da ondas (cm ⁻¹) | Atribuição | Polímero |
|-------------------------------------|--------------------|----------|
| 3412-3460 | Estiramento de O-H | Lignina |

| | | |
|-----------|---|---------------------------------|
| 2900-2943 | Estiramento CH-sp ³ | Lignina |
| 1709-1738 | Estiramento C=O em cetonas não conjugadas, carbonilas e grupos éster | Hemicelulose e Lignina |
| 1682 | Estiramento C=O não conjugados | Lignina |
| 1655-1675 | Estiramento de C=O em cetonas conjugadas e em aldeídos conjugados | Lignina |
| 1593-1605 | Vibração do esqueleto aromático com estiramento de C=O | Lignina |
| 1365-1380 | Deformação angular de C-H; grupo fenólico OH | Celulose, hemicelulose, lignina |
| 1335 | Vibração C-H e deformação angular O-H no plano | Celulose, hemicelulose, lignina |
| 1325-1330 | Respiração do anel siringílico com contribuição do estiramento C=O e de estruturas condensadas | Lignina |
| 1266-1270 | Vibrações do anel G influenciada pelo estiramento de C=O | Lignina |
| 1221-1230 | Estiramento de C=O, C-C com estiramento de C=O sensível à substituição do anel aromático G condensado | Lignina |
| 1160 | Estiramento assimétrico C-O-C | Celulose, hemicelulose, óleos |
| 1110 | Estiramento C-O e O-H alcoólicos | Celulose e hemicelulose |
| 1030-1095 | Deformação no plano de C-H do anel guaiacílico mais deformação de C-O em álcool primário e em éter com contribuição de estiramento de C=O não conjugado | Lignina |

Fonte. Adaptado de Abreu (1995) e Cupertino (2017).

3.5 Análise dos dados

Os dados foram avaliados por meio de dados descritivos, da quantificação dos componentes químicos por região (interna ou externa) para cada classe diamétrica e das relações por ela obtidas. Foram realizadas para análise química três repetições por tratamento, totalizando 18 procedimentos e duas repetições para cada variável dependente proposta neste estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição química estrutural

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos por classe de diâmetro e região (interna ou externa) para cada componente da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá).

Tabela 4. Resultados em porcentagem com valores de erro padrão da média da análise química.

| Classe | Teor de extrativos (%) | Teor de holocelulose (%) | Teor de lignina (%) | Total (%) |
|--------------------|------------------------|--------------------------|---------------------|-----------|
| Classe I interna | 1,71 ± 0,06 | 68,4 ± 3,40 | 23,33 ± 5,1 | 93,44 |
| Classe I externa | 0,96 ± 0,04 | 69,73 ± 1,41 | 25,56 ± 1,7 | 96,25 |
| Classe II interna | 1,33 ± 0,15 | 69,87 ± 2,96 | 27,78 ± 4,0 | 98,98 |
| Classe II externa | 1,17 ± 0,15 | 71,60 ± 0,61 | 24,44 ± 2,2 | 97,21 |
| Classe III interna | 1,33 ± 0,22 | 71,47 ± 1,18 | 25,56 ± 1,4 | 98,36 |
| Classe III externa | 1,06 ± 0,21 | 70,6 ± 0,40 | 23,33 ± 2,1 | 94,99 |

A Figura 21 apresenta o resultado da composição química da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) representando os teores de holocelulose, lignina e extrativos em função das classes, com valores de erro padrão da média da análise química plotados no gráfico.

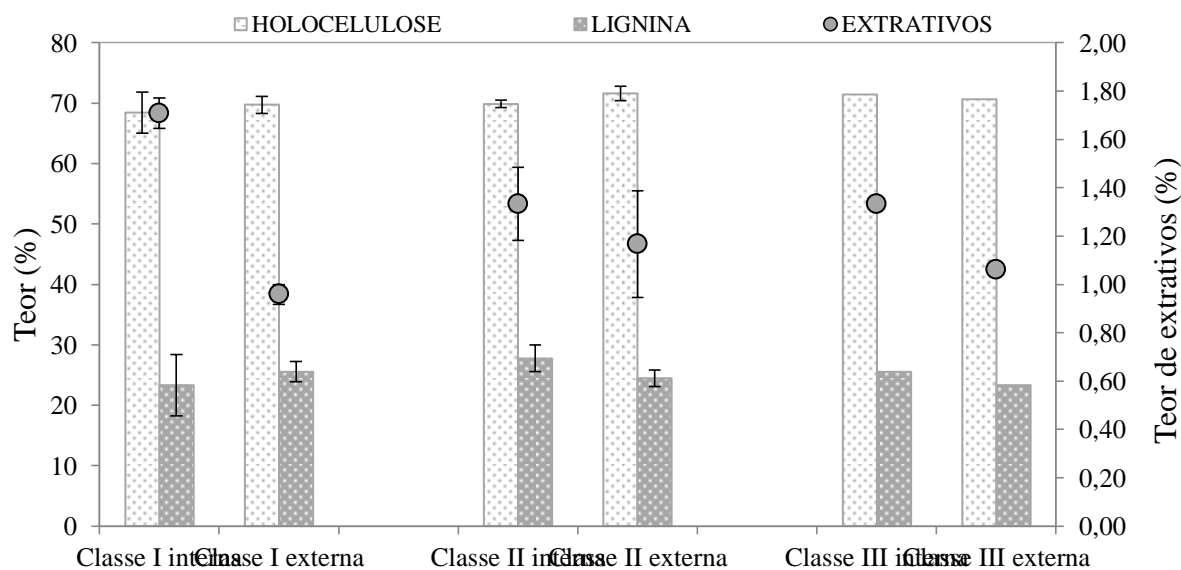


Figura 21. Composição química da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) em função da classe diametral.

As porcentagens obtidas de holocelulose apresentaram comportamento semelhante em todo material estudado, ou seja, foram apresentados teores de aproximadamente 70% de holocelulose tanto na parte interna como na externa das classes diamétrica. Para lignina os teores foram parecidos, tanto para parte interna e externa do lenho por classe diamétrica, ou seja, os valores de teor de lignina ficaram próximos a 25% em todo material estudado. Em relação aos extrativos observou-se através dos resultados descritos na Tabela 4, uma maior porcentagem na parte interna das classes I, II e III.

4.2 Prospecção fitoquímica da madeira

Foi possível detectar algumas classes metabólicas presentes na parte interna e externa da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) (Tabela 5).

Tabela 5. Classes metabólicas presentes nos testes realizados com a madeira *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) através do extrato hidroalcolico.

| Constituintes | Classes | | | | | |
|--|------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | Classe I Interna | Classe I Externa | Classe II Interna | Classe II Externa | Classe III Interna | Classe III Externa |
| Fenóis e Taninos | ND | ND | + | ND | + | ND |
| Antocianinas, Antocianidinas e Flavonóides | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Catequinas e leucoantocianidinas | + | ND | + | ND | + | ND |
| Flavonas | ND | + | + | ND | + | ND |
| Flavonóis, flavononas e xantonas | + | - | + | - | + | - |
| Saponina | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Esteróides e triterpenos | + | ND | + | ND | + | ND |
| Resina | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Alcalóide | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

Em que: + = detectado; ND = não detectado.

As análises com prospecção fitoquímica indicaram a presença de taninos condensados (Figura 22 A), catequinas (Figura 22 B), flavanonas (Figura 23 C), flavonóis, flavanonas e xantonas (Figura 23 D) e também de triterpenóide pentacíclico (Figura 24).

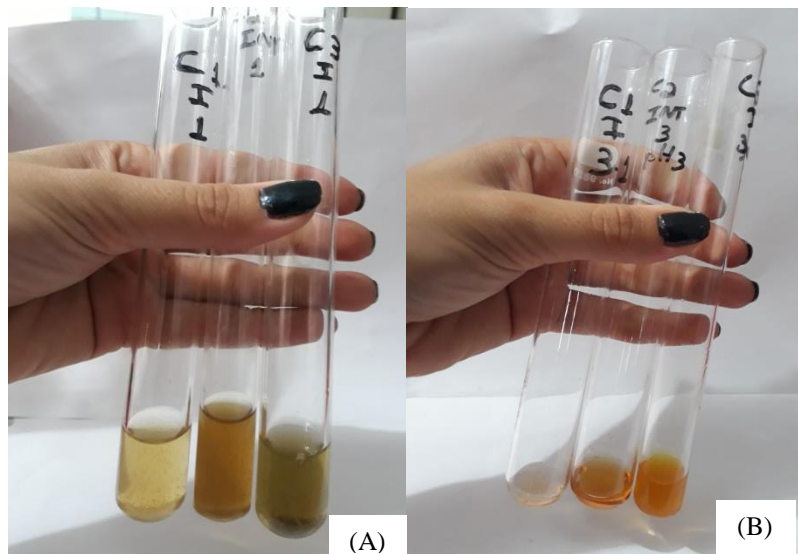


Figura 22. Resultados positivos para: Taninos condensados (A); Catequinas (B).

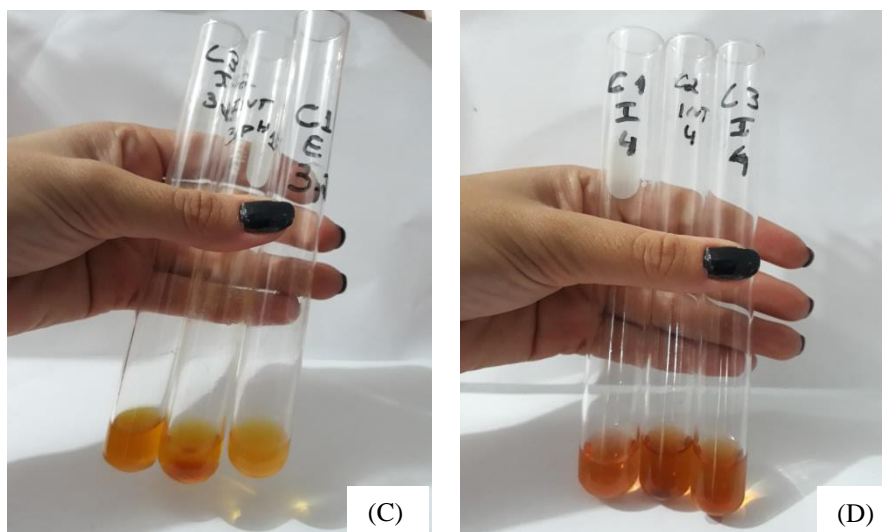


Figura 23. Resultados positivos para: Flavanonas (C); flavonóis, flavanonas e xantonas (D).



Figura 24. Resultado positivo para presença de triterpenóide pentacíclico.

A partir dos testes foi detectada na parte interna das classes diamétricas I, II e III a presença de taninos, catequinas, flavanonas, flavonóides (flavonóis, flavanonas e xantonas) (Figura 22 A, B e Figura 23 C, D, respectivamente) e a presença de triterpenóide pentacíclico (Figura 24). Foi detectada na parte externa da classe I somente a presença de catequinas, sendo um resultado relevante, pois justifica a hipótese levantada, onde a susceptibilidade ao ataque de organismos xilófagos à madeira em estudo é possivelmente influenciada pelas classes diamétricas em função da sua composição química.

Pode ser observado através dos resultados que os extrativos influenciaram significativamente a durabilidade natural da madeira, tornando-a menos susceptível ao ataque de xilófagos. De acordo com a literatura, a eficiência da parte interna das classes estudadas da madeira de *Schizolobium parahyba var. amazonicum* (paricá) pode ter sido devido à presença de taninos, polifenóis, e flavonóides que são importantes na defesa natural das plantas como metabólitos secundários (OLIVEIRA et al., 2005; LIMA et al., 2007; LÔBO et al., 2010).

4.3 Bandas espectroscópicas de infravermelho médio (FTIR)

O espectro no infravermelho da madeira de *Schizolobium parahyba var. amazonicum* (paricá) apresentou picos 460 cm^{-1} e 3413 cm^{-1} (Figura 25).

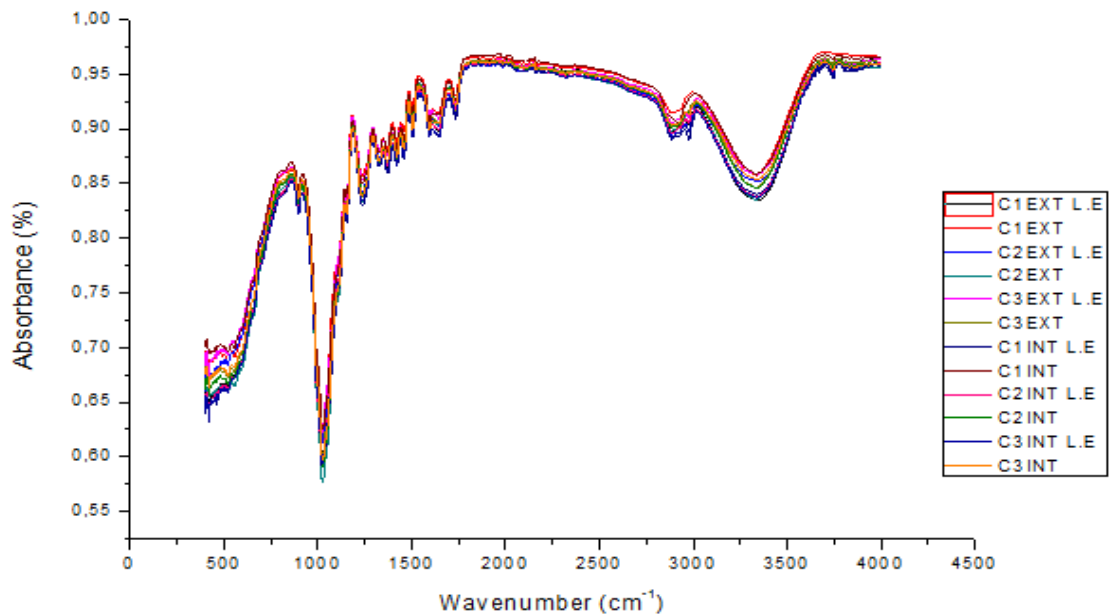


Figura 25. Espectro DRIFT das classes I, II e III (região interna e externa), da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) *in natura* (INT) e livre de extrativos (L.E).

Ao analisar os resultados do FTIR (Figura 25), verificou-se semelhante ocorrência entre o comportamento das classes e dos valores de picos das ondas, ou seja, as regiões das classes analisadas (I, II e II) apresentaram estrutura química similar, tanto entre a parte interna e externa dentro de cada classe, como quando comparado entre as três classes. De acordo com a análise FTIR juntamente com o auxílio da Tabela 3 (resumo das principais bandas DRIFT observadas nas madeiras), foi observado a ocorrência de picos de 460 cm^{-1} e 3413 cm^{-1} que identificaram presença de lignina nas atribuições: estiramento de O-H.

5. CONCLUSÕES

Não houve diferenças nos teores de holocelulose e lignina em função da classe diamétrica investigada, em contrapartida, foi detectado nas três classes um percentual maior de extrativos na parte interna do lenho.

Foram detectados diversas classes de metabólitos secundários na parte interna das três classes da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá), como taninos condensados, catequinas, flavonóis, flavanonas, xantonas e triterpenóide pentacíclico.

A aplicação da técnica FTIR à caracterização do material em estudo sugere a presença de composto polimérico contendo estiramento de O-H, identificando a presença de lignina.

Estudos podem ser desenvolvidos a fim de afirmar se as características químicas afetam significativamente as variações de intensidade dos ataques.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, H. S. Determinação do teor de lignina por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier para as madeiras de *Lophantera lactescens*, *Gallesia gorazema*, *Peltogyne paniculata*, *Aspidosperma macrocarpum* e *A. polyneuron*. **Revista Universidade Rural**, Série Ciência da Vida, v.17, n.1, p.45-49, 1995.
- ABREU, H. S.; OERTEL, A. da C. **Estudo químico da lignina de Paullinia rubiginosa**. 1999.
- ABREU, H. S.; CARVALHO, A. M. MONTEIRO, O. M. B PEREIRA, R. P. W. SILVA H. R. SOUZA, K. C. A. AMPARO, K. F. CHALITA, D. B. **Série Técnica Floresta e Ambiente: Métodos de análise em Química da Madeira**. p. 2,3,10,13, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário Estatístico 2013, ano base 2012**. ABRAF: Brasília 2013. 148p.
- ALBARICI T. R.; VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B.; SILVA, M. F. G. F. Cumrinas e alcaloídes de *Rauia resinosa* (Rutaceae). **Quim. Nova**, Vol. 33, No. 10, 2130-2134, 2010.
- ALMEIDA, D.H.; SCALIANTE, R. M; MACEDO, L. B.; MACEDO, A. N.; DIAS, A. A.; CHRISTOFORO, A. L.; JUNIOR, C. C. Caracterização completa da madeira da espécie amazônica paricá (*Schizolobium amazonicum* HERB) em peças de dimensões estruturais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.6, p.1175-1181, 2013.
- BARBOSA A. P.; Palmeira, R. C. F.; Nascimento, C. S.; Feitoza, D. S.; Cunha, M. S. C. Leguminosas Florestais da Amazônia Central. I. Prospecção das Classes de Compostos Presentes na Casca de Espécies Arbóreas. **Revista Fitos**, Vol.1, nº03, p.49, 2006.
- BRAND, M. A.; MUNIZ, G. I. B. Influência da Época de Colheita e da Estocagem. **Floresta e Ambiente**, v.19, n.1, p.66-78, 2012.
- CARVALHO, P. E. R. Paricá *Schizolobium amazonicum*, Colombo Paraná, **Circular Técnica** 142, EMBRAPA Florestas, 2007.
- CORDEIRO, I. M. C. C. **Comportamento de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby e *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L.B. Smith) Coppens Leal sob diferentes sistemas de cultivo no município de Aurora do Pará (PA)**. 2007. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.
- CORTELETTI; B. R. 2013. **Análise de tronco aplicada à avaliação de crescimento de árvores de paricá**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias. 2013.
- CUPERTINO, G. F. M., SOUZA, N. D.; GOMES, F. J. B.; PALERMO, G. P. M. **Análise química da superfície usinada da madeira termorretrificada de *eucalyptus grands w.hill ex maiden***. V Reunião Anual de Iniciação científica da UFRRJ, Seropédica, 2017

FALKENBERG, M. B. Quinonas. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis:UFSC, 2007. cap. 25, p. 657-684.

FENGEL, Dietrich; WEGENER, Gerd (Ed.). **Wood: chemistry, ultrastructure, reactions**. Walter de Gruyter, 1989.

FENGEL, Dietrich; WEGENER, Gerd (Ed.). **Wood: chemistry, ultrastructure, reactions**. Walter de Gruyter, 1984.

FIGUEROA, M. J. M. Influência da temperatura sobre a resistência mecânica do paricá. 2008, 112f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

FLORES, L.B.P. **Propostas de alternativas para a reutilização do papel descartado para confecção de telhas**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Universidade do Estado do Amapá. Florianópolis,SC, 2014.

FOELKEL, C. E. B.; BARRICHELO, L. E. G. Relações entre características da madeira e propriedades da celulose e papel. *O Papel*, São Paulo, v. 36, n. 9, p. 49-53, 1975.

GOTTLIEB, OTTO R.; MORS, WALTER B. Potential utilization of Brazilian wood extractives. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 28, n. 2, p. 196-215, 1980.

HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, Christine A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 481-504, 2000.

HENRIQUES, A. T. et al. Alcalóides: generalidades e aspectos básicos. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**, v. 5, p. 765-792, 2004.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). 2016 **Relatório Anual**. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf>. Acesso em: 02 junho. 2019.

JOSEPH, B.; PRIYA, R. M. Bioactive Compounds from Endophytes and their Potential in. **American Journal of biochemistry and Molecular biology**, v. 1, n. 3, p. 291-309, 2011.

KEATING, G. J.; O’KENNEDY, R. The chemistry and occurrence of coumarins. **Coumarins: biology, applications and mode of action**. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, p. 348, 1997.

KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de Pinus maximinoi HE Moore. 2000. 275 f.** 2000. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

KLOCK, U.; et al; **Química da madeira**, Universidade Federal do Paraná, setor de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, 3 ed., 2005.

KUNZ, S.R. **Desenvolvimento silvicultural de Anadenanthera peregrina(L.) Spig E Schizolobium parahyba var. amazonicum (Huber ex Ducke) Barneby em resposta a**

adubação fosfatada. 2015, monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Jêronimo Monteiro, Espírito Santo, 2015.

LIMA, S. R. et al. Estudo dos constituintes macromoleculares, extrativos voláteis e compostos fenólicos da madeira de candeia *Moquinia polymorpha* (LESS.) DC. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 2, 2007.

LIMA, F. G. et al. Braquiária: Fatores que interferem nos níveis de saponina. **Ciência Animal Brasileira**, Suplemento 1, 2009.

LÔBO, K.M.S. et al. Avaliação da atividade antibacteriana e prospecção fitoquímica de *Solanum paniculatum* Lam. e *Operculina hamiltonii* (G. Don) D. F. Austin & Staples, do semiárido paraibano. **Rev Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.12, n.2, p.227-233, 2010.

LOPES, G. S. M. **Influência do pré-curtimento da pele para curtimento vegetal.** 2016.

MACEDO, R.N. **Prospecção fitoquímica da casca de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All.** 2017. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

MARQUES, L. C. T.; YARED, J. A. G.; SIVIERO, M. A. A evolução do conhecimento sobre paricá para reflorestamento no estado do Pará. **Embrapa**: Belém, 2006, 5p. (Comunicado Técnico 158).

MARRA, A. A. *Technology of Wood Bonding: Principles in Practice.* Ed. Van Nostrand Reinhold. New York, 1992. p. 146-153.

MASSON, G.; MOUTOUNET, M.; PUECH, J. L. Ellagitannin content of oak wood as a function of species and of sampling position in the tree. **American journal of enology and viticulture**, v. 46, n. 2, p. 262-268, 1995.

MATOS, F. J. de A. **Introdução à fitoquímica experimental.** edições UFC, 1997.

MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. Em Farmacognosia: da planta ao medicamento; Simões, CMO; Schenckel, EP, orgs. **UFSC: Porto Alegre**, 2010.

MELO, R.R. **Avaliação de variáveis tecnológicas na produção de painéis LVL confeccionados com paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke).** Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.TD - 026/2012, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 164p.

MONTAGNER, C. **Atividades antifúngica, citotóxica (células tumorais humanas) e hemólise de cumarinas naturais e semi-sintéticas.** Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MONTEIRO, M. B. O. **Lignina e Tanino como Estratégia de Defesa em Árvores.** Monografia. UFRRJ, Seropédica, 2002.

MONTEIRO, J. M. et al. TANINOS: UMA ABORDAGEM DA QUÍMICA À ECOLOGIA. **Quim. Nova**, Vol. 28, No. 5, 892-896, 2005.

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

NASCIMENTO, R. A. A. **Caracterização da lignina de bagaço de cana pré-tratado por explosão a vapor: identificação dos componentes de degradação e reações envolvidas**. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, 2007.

NOZELLA, E. F. **Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

OGATA, H. B. **Caracterização das frações celulose, hemicelulose e lignina de diferentes genótipos de cana-de-açúcar e potencial de uso em biorrefinarias**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

O'KENNEDY, R.; THORNES, R. D.; Coumarins: biology, applications and mode of action. **Jone Wiley and Sons**, 1997.

OLIVEIRA, J. T. S. et al. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de seis espécies de madeira. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.819-826, 2005.

OLIVEIRA, L. S. **Estudo Químico e Biológico da Madeira de lei *Hymenolobium petraeum* (Angelim pedra)**. 2011.

OLIVEIRA, J. C. et al. **Avaliação térmica e espectroscopia da celulose, hemicelulose e lignina extraídas das fibras de licuri (*syagrus coronata*)**. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Cuiabá, 2014.

OLIVEIRA, M. E. **Avaliações não destrutivas para o monitoramento de madeiras submetidas a fungos apodrecedores**. 2016.

PANIZZA, S. **Plantas que Curam-Cheiro de Mato, Ibrasa**. ISBN 85-3480067-7, São Paulo, Brazil, 1998.

Paricá. **CIFlorestas** (Centro de inteligência em florestas), 2019. Disponível em: <<http://www.ciflorestas.com.br/texto.php?p=parica>> Acesso em: 17 de março de 2019 às 16:06.

PASTORE, T. C. M. Estudos do efeito da radiação ultravioleta em madeiras por espectroscopias raman (FT-RAMAN), de refletância difusa no infravermelho (DRIFT) e no visível, 2004.

PENEDO, W. R. **Uso da madeira para fins energéticos**. 1980.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F. & EICHCHORN, S.E. 2001. **Biologia Vegetal**. 6ª . ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro.

REGINATO F. Z. et al., Avaliação do uso de flavonoides no tratamento da inflamação. *Revista Cubana de Farmacia*, 49(3):569-582, 2015.

RIBEIRO, C. V. C. et al. 2002. Tendências evolutivas de famílias produtoras de cumarinas em angiospermae. **Quim. Nova**, Vol. 25, No. 4, 533-538, 2002.

RIBEIRO, Y. B. **Solubilidade da madeira de Eucalyptus por meio da espectroscopia no infravermelho próximo**. 2016.

RODRÍGUEZ ROJAS, M.; SIBILLE MARTINA, A. M. Manual de identificación de especies forestales de la Subregión Andina. Lima: INIA; Yokohama: OIMT, 1996. 291 p. Proyecto PD 150/91 Ver. Identificación y Nomenclatura de las Maderas Tropicales Comerciales en la Subregión Andina. Título da folha de rosto: Determinación de 100 especies forestales de la Subregión Andina.

ROSA, L.S. Características botânicas, anatômicas e tecnológicas do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huberr ex Ducke). **Revista de Ciências Agrárias**, n.46, p.63-79, 2006.

ROWELL, R. M. 14. Chemical modification of wood. **Handbook of wood chemistry and wood composites**, v. 381, 2005.

SÁ, R. A. **Constituintes químicos da madeira-de-lei Myracrodruon urundeuva com propriedades antioxidantes e ação contra Fungos, Bactérias e Insetos**. 2008.

SANTOS, I. D. **Influência dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica e contração da madeira e nos rendimentos e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do cerrado**. Dissertação de mestrado em ciências florestais – Universidade de Brasília, 2008.

SANSÍGOLO, C. A. Deslignificação em metanol-água de **Eucalyptus globulus**.

SARTORI, C. J. et al. Estudos químicos e anatômicos de cascas de clones de Eucalyptus.

SILVA, L. M. da C. Desenvolvimento de biossensores eletroquímicos para fenol e uréia com foco na aplicação ambiental. **Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro**, p. 154, 2011.

SILVÉRIO, F.O. et al. Metodologia de extração e determinação do teor de extrativos em madeira de Eucalipto. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.1009-1016, 2006.

SILVERIO, O. F. **Caracterização de extrativos de madeira de eucalyptus e depósitos de pitch envolvidos na fabricação de celulose e papel**. 2008.

SIVIERO, M. A. Paricá: a vedete do reflorestamento. Diário do Pará. Belém, 27 jan. 2006. Regional, p. A-8. Entrevista. Disponível em: <http://sib.iesampa.edu.br/downloads/hemeroteca/ciencias_agrarias/ENF/ENF0474.pdf>. Acesso em: 23 março 2019.

SOUZA, C. R.; ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P.; VIEIRA, A. H. Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby. **Embrapa**: Colombo, 2003, 12p. (Circular Técnica 18).

SOUZA, S. M. **Atividade antibacteriana de cumarinas naturais e derivados**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

SOUZA, R. D. et al. Atividade antioxidante, teor de taninos, fenóis, ácido ascórbico e açúcares em *Cereus fernambucensis*. **VÉRTICES**, Campos dos Goytacazes/RJ, v.17, n.1, p. 183-201, jan./abr. 2015.

SOUZA, E. T. et al. Fontes, formação, reatividade e determinação de quinonas na atmosfera. **Quim. Nova**, Vol. 39, No. 4, 486-495, 2016.

SPARG, S. G., Light, M. E. and van Staden, J., Biological activities and distribution of plant saponins. *Journal of Ethnopharmacology*, 94, 219 (2004).

TEIXEIRA, C. A. D. et al. Pragas do paricá (*Schizolobium amazonicum*, Duke) na Amazônia ocidental. **Embrapa**: Amapá, 2000, 5p. (Comunicado Técnico 51).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. In: **Fisiologia vegetal**. Artmed, 2009.

TAPPI. 1997. Solvent extractives of wood and pulp. Test Method T 204 cm-97. TAPPI Press, Atlanta, GA.

VINCKEN, J. et al. Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. **Phytochemistry**, v. 68, n. 3, p. 275-297, 2007.

VIDAURRE, G. B. et al. Paricá uma espécie promissora. **Revista da madeira**. n. 97. 2006.

VIDAURRE, G. B. et al. PROPRIEDADES ENERGÉTICAS DA MADEIRA E DO CARVÃO DE PARICÁ (*Schizolobium amazonicum*). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.2, p.365-371, 2012.

ZAQUE, L. A. M. et al. Componentes acidentais na madeira de mogno (*Swietenia macrophylla* KING). 4º encontro de engenharia e edificações e ambiental. Cuiabá, 2016.

WOODS, B.; CALNAN, C. D. Toxic woods. **British Journal of Dermatology**, v. 94, n. s13, p. 1-1, 1976.