

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE ITACOATIARA  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

VALESKA FARIAS CAXIAS

EFEITO DA APLICAÇÃO DO EXTRATO DE CUIA (*Crescentia cujete* L.) NA  
RESISTÊNCIA NATURAL E ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA DE  
MARUPÁ (*Simarouba amara* Aubl)

ITACOATIARA - AM

2023

VALESKA FARIAS CAXIAS

EFEITO DA APLICAÇÃO DO EXTRATO DE CUIA (*Crescentia cujete* L.) NA  
RESISTÊNCIA NATURAL E ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA DE  
MARUPÁ (*Simarouba amara* Aubl)

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara da Universidade do Estado do Amazonas como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Victor Fassina Brocco

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Souza Mafra

ITACOATIARA – AM

2023

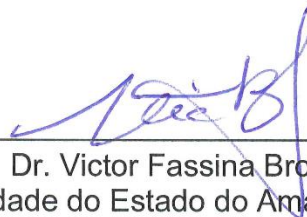
VALESKA FARIAS CAXIAS

**EFEITO DA APLICAÇÃO DO EXTRATO DE CUIA (*Crescentia cujete* L.) NA  
RESISTÊNCIA NATURAL E ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA DE  
MARUPÁ (*Simarouba amara* Aubl)**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Florestal.

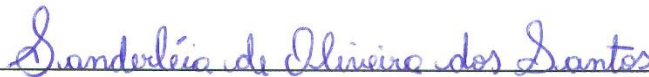
Aprovada em 30 de março de 2023

BANCA EXAMINADORA



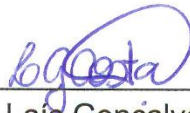
---

Dr. Victor Fassina Brocco.  
Universidade do Estado do Amazonas – UEA  
Orientador



---

Me. Sanderleia de Oliveira dos Santos  
Universidade do Estado do Amazonas – UEA



---

Dra. Laís Gonçalves da Costa Brocco  
Universidade do Estado do Amazonas – UEA

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Deus, que sempre me ajudou nas horas mais difíceis e a minha amada mãe Cleide Farias por todo esforço empregado na minha formação, pelo amor, confiança, por sempre me motivar e nunca me deixar desistir, exemplo de mulher guerreira.

“Sejam fortes e corajosos, todos vocês que esperam no Senhor”

Salmos 31:24

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter permitido saúde e determinação para que meus objetivos fossem alcançados. A minha mãe Cleide Farias por todo o suporte e carinho ao longo dessa jornada e meu tio Renato por muitas vezes me atravessar esse rio Amazonas para conseguir realizar meus sonhos.

Ao meu orientador, Professor Dr. Victor Fassina Brocco, pela paciência, tranquilidade em lidar com meus momentos de insegurança diante dos imprevistos encontrados durante a realização da pesquisa, muito obrigada pela orientação.

Ao meu coorientador, Professor Dr. Eduardo de Souza Mafra, pela ajuda, conselho e conhecimento compartilhado em toda graduação.

A Universidade Estadual do Amazonas, e ao Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara - CESIT, para suporte e realização deste trabalho.

As minhas amigas, colegas, e irmãs que irei levar para a vida Greicy Karen, Karina Araujo e Rennata Alves, obrigada pelo apoio, conselho, os momentos de risadas e motivação.

Aos colegas de pesquisa do Laboratório de Tecnologia da Madeira: Lais Gonçalves, Andressa, Marcelly, Flávia, Sebastiana, Railza, Letícia, Jair, Jucimar, Genesse e Leandro, por toda ajuda durante o desenvolvimento desse trabalho, meus agradecimentos.

Aos meus amigos, Rafael Pedreno, por sempre ajudar desde o início desse trabalho e também Fredson pela confecção dos corpos de prova muito obrigada.

Aos professores do CESIT que contribuíram com a minha formação acadêmica Prof<sup>a</sup> Sanderleia, Prof. Mario Humberto em especial Prof<sup>a</sup> Giselle Rebouças, Prof<sup>a</sup> Deolinda Lucianne, Prof. Luís Antônio Coutrim por ter me dado a oportunidade de participar de projetos.

Aos meus amigos da T14, a turma dos “entediados” pelos momentos de diversão durante essa jornada Jamile, Alexandre, Noeme, Kamilly, Anderson, Julião e Thâmara, também aos meus colegas nessa trajetória, Antony, Sirlan, Franci, Alicia, Giovana, Eliza, Geovana, Paloma, Victor, Nicolas, Cleomar e Wittofy.

A todos, minha sincera gratidão e reconhecimento.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação do extrato da cuia (*Crescentia cujete* L.), nas propriedades físicas e resistência natural da madeira de marupá (*Simarouba amara* L.) submetida ao ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório com os fungos *Gloeophyllum trabeum*, causador de podridão parda; e, *Irpex lacteus*, causador de podridão branca. Os testes de inibição fúngica foram realizados em placa de Petri contendo meio de cultura do tipo malte: ágar, em que 300 µL dos extratos foram adicionados em diferentes diluições preparadas (0, 1, 2, 4 e 8% m/v). Em seguida, os extratos foram impregnados por imersão na madeira de marupá, com o auxílio de uma bomba de vácuo e determinou-se a retenção do produto impregnado. Para o ensaio resistência natural foram utilizadas amostras de madeira impregnadas com os extratos de *Crescentia cujete*, posteriormente submetidas a ação de fungos de podridão parda e fungos de podridão branca por 12 semanas, após esse período, as amostras foram secas em estufa e em seguida, calculadas as porcentagens de perda de massa e classificadas quanto ao grau de resistência natural. As médias dos resultados foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A análise de variância não indicou diferença significativa para as diferentes concentrações da madeira impregnada e submetida aos fungos *G. trabeum* e *I. lacteus*. Para os resultados de retração nas respectivas direções tangencial, radial, observa-se que os valores foram similares entre as concentrações testadas, não indicando efeito do extrato testado na estabilidade dimensional da madeira de marupá.

**Palavras chaves:** Extratos naturais. Durabilidade natural. Fungos Xilófagos.

## ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of the application of cuia extract (*Crescentia cujete* L.) on the physical properties and natural resistance of marupá wood (*Simarouba amara* L.) submitted to accelerated decay test in laboratory with the fungi *Gloeophyllum trabeum*, which causes brown rot; and, *Irpex lacteus*, which causes white rot. Fungal inhibition tests were performed in a Petri dish containing malt:agar culture medium, in which 300 µL of the extracts were added in different prepared dilutions (0, 1, 2, 4 and 8% w/v). Then, the extracts were impregnated by immersion in the marupá wood, with the aid of a vacuum pump and the retention of the impregnated product was determined. For the natural resistance assay, wood samples impregnated with *Crescentia cujete* extracts were used, later subjected to the action of brown rot fungi and white rot fungi for 12 weeks, after this period, the samples were dried in an oven and then the percentages of mass loss were calculated and classified according to the degree of natural resistance. The mean results were compared by Tukey's test at 5% significance. The analysis of variance did not indicate significant difference for the different concentrations of wood impregnated and submitted to the fungi *G. trabeum* and *I. lacteus*. For the results of shrinkage in the respective tangential, radial directions, it is observed that the values were similar between the concentrations tested, not indicating the effect of the tested extract on the dimensional stability of the *Simarouba amara* wood.

**Keywords:** Natural extracts. Natural durability. Xylophagous fungi.

## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO</b>	9
1.1.	<b>Objetivos</b>	11
1.1.1.	Geral	11
1.1.2.	Específicos	11
2.	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	12
2.1.	<b>Cuia (<i>Crescentia Cujete</i> L.)</b>	12
2.2.	<b>Marupá (<i>Simarouba amara</i> Aubl)</b>	14
2.3.	<b>Durabilidade Natural da Madeira</b>	14
2.4.	<b>Decomposição da Madeira por Fungos Xilófagos</b>	15
2.4.1.	Podridão branca	16
2.4.2.	Podridão parda	16
2.5.	<b>Ensaio Durabilidade Natural da Madeira</b>	17
2.6.	<b>Propriedades Físicas da Madeira</b>	18
2.6.1.	Teor de Umidade da Madeira	19
2.6.2.	Densidade básica	19
2.6.3.	Contração e Inchamento da madeira	20
3.	<b>METODOLOGIA</b>	21
3.1.	<b>Coleta e Caracterização do Material</b>	21
3.2.	<b>Preparo do extrato <i>Crescentia kujete</i> para o tratamento da madeira</b>	22
3.3.	<b>Seleção da madeira e preparo de amostras</b>	24
3.4.	<b>Avaliação do poder inibitório do extrato de cuia contra fungos xilófagos</b>	24
3.5.	<b>Impregnação do Extrato de <i>Crescentia kujete</i> na Madeira de Marupá para os Ensaio de Densidade e Retratibilidade</b>	25
3.6.	<b>Resistência da madeira a fungos xilófagos em condições de laboratório</b>	27
3.7.	<b>Retratibilidade das amostras tratadas com extrato de <i>Crescentia kujete</i></b>	31
3.8.	<b>Análise e Avaliação dos Resultados</b>	33
4.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	34
4.1.	<b>Ensaio de Inibição Fúngica</b>	34
4.2.	<b>Resistência da madeira a fungos xilófagos em condições de laboratório</b>	36
4.3.	<b>Caracterização física da madeira impregnada</b>	39
4.3.1.	Absorção de água na madeira	39
5.	<b>CONCLUSÕES</b>	41
6.	<b>REFERÊNCIAS</b>	42



## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Paula et al. (2016), a madeira por ser um material versátil e de fácil obtenção, tornou-se essencial para a evolução industrial e tecnológica, sendo atualmente indispensável para diversos setores econômicos, tais como construção civil, movelaria, energia, produção de celulose, entre outros.

Stallbaun et al. (2016), destacam que apesar das excelentes características tecnológicas da madeira e de seus derivados, uma das limitações encontradas para a utilização desse material é a sua baixa resistência natural. De acordo com Bahia (2015), algumas madeiras estão sujeitas a degradação biológica e ao aparecimento de defeitos naturais em função de sua durabilidade natural.

Para Calil Jr. et al. (1997), os fatores bióticos relacionados a deterioração da madeira são principalmente fungos, insetos e organismos marinhos. Esses organismos precisam de certas condições para sobreviver, incluindo: temperatura, oxigênio, umidade e uma fonte de alimentação adequada. Tais organismos utilizam os polímeros constituintes da parede celular como alimento através de um eficiente sistema enzimático capazes de metabolizá-los (CASTRO; AGUIAR, 2001).

Apesar de a deterioração da madeira ser tradicionalmente relacionada ao processo biológico, os agentes físicos ou abióticos também são responsáveis pela degradação. Normalmente esses agentes atuam de forma lenta, mas em locais específicos tornam-se muito graves (WORRALL; ANAGNOST; ZABEL, 1997). Para Calil Jr. et al. (1997), os agentes abióticos incluem os condicionantes físicos, mecânicos, químicos e climáticos.

Assim, a durabilidade natural é definida como a capacidade desta em resistir a ação desses fatores bióticos e abióticos podendo apresentar baixa, média ou alta resistência a ação desses agentes. Por isso algumas espécies requerem tratamentos ou métodos para aumentar sua resistência ao ataque de organismos xilófagos (ZABEL; MORREL, 2020).

Sabe-se que o tratamento preservativo aumenta a durabilidade da madeira ao ataque de agentes xilófagos, no entanto várias pesquisas vêm tentando encontrar produtos de origem natural para substituir os produtos químicos convencionais como CCA (Arseniato de Cobre Cromatado) e CCB (Borato de Cobre Cromatado), que prejudicam o meio ambiente e o homem (PAES et al., 2010). É relevante, portanto, avaliar a durabilidade da madeira ao longo do tempo de exposição, seja em ambiente

de laboratório ou em campo, visando testar o potencial preservativo de novas substâncias de origem natural que podem ser utilizados no tratamento preservativo da madeira (PINTO, 2020)

De acordo com Costa et al. (2005), para avaliar a durabilidade natural da madeira, os ensaios de laboratório proporcionam bons resultados sobre a resistência da madeira e sobre a eficácia da impregnação de substâncias preservativas. Nesses ensaios, a madeira é submetida ao ataque de fungos em contato direto com o solo, e condições controladas de temperatura e umidade relativa.

Segundo Barillari (2002), os ensaios de campo produzem resultados mais realísticos e possibilitam avaliar a eficiência do tratamento aplicado, pois a madeira é exposta às intempéries do ambiente, aos fungos e insetos xilófagos presentes no mesmo, no entanto, requer maior tempo de avaliação.

Outra propriedade importante da madeira é a retratibilidade, que seria o fenômeno relacionado à variação nas propriedades físicas a respeito da mudança em seu teor de umidade, que influencia na variação dimensional da madeira até que seja atingida uma condição de equilíbrio, chamada de umidade de equilíbrio higroscópico. Esta propriedade influencia diretamente no beneficiamento para uso na área industrial, construção civil na confecção de móveis (ALMEIDA, 2015).

Alguns fatores que podem contribuir para a instabilidade dimensional são: espécie, teor de umidade, direção estrutural (radial, tangencial ou longitudinal), anatomia do sistema lenhoso, fisiologia das árvores, temperatura, gradiente de umidade, massa específica, secagem (MELO, 2013; FREITAS et al, 2016).

Nesse contexto, a (*Crescentia cujete* L.) se destaca como potencial espécie para obtenção de extratos com atividade biológica. De acordo com Vivian et al. (2021), os estudos fitoquímicos da polpa do fruto da *C. cujete* indicam a presença de diversas substâncias como de ácido tartárico, ácido cítrico e ácido tânico além de taninos e flavonóides. Os autores ainda mencionam que o extrato da *C. cujete* possui potencial para a inibição de fungos xilófagos. Além disso, a biomassa do fruto muitas vezes é descartada em função de sua toxicidade (HETZEL, 1993).

É de suma importância a avaliação de novos produtos, como o extrato da *C. cujete*, para verificar em testes confiáveis se existe potencial de seu extrato para melhorar a resistência natural da madeira. Sua aplicação pode indicar o melhor aproveitamento da madeira e seus derivados fornecidos pela biodiversidade da flora amazônica. Assim, é de fundamental importância a realização de testes que forneçam

dados mais realísticos, otimizando o uso mais indicado da madeira em várias aplicações e/ou situações.

## **1.1. Objetivos**

### 1.1.1. Geral

Avaliar a resistência natural e a estabilidade dimensional da madeira de marupá (*Simarouba amara* L.) impregnada com extrato de cuia (*Crescentia cujete* L.).

### 1.1.2. Específicos

Avaliar o potencial de inibição do extrato de *Crescentia cujete* contra fungos xilófagos por meio de testes em placas de Petri;

Impregnar a madeira de marupá com o extrato de cuia em diferentes concentrações e avaliar a retenção dos extratos na madeira.

Verificar por meio dos ensaios de contração o efeito do extrato nas propriedades físicas da madeira;

Determinar a perda de massa das madeiras tratadas com os extratos produzidos e avaliar a resistência natural em ensaio de laboratório com fungos apodrecedores.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Cuia (*Crescentia Cujete* L.)

Cuia (*Crescentia Cujete*) é uma planta pertencente à família Bignoniaceae, nativa da América tropical, incluindo também a Amazônia Brasileira (LORENZI; ABREU, 2021), distribui-se amplamente por várias regiões tropicais de todos os continentes (ARANTES; MILAGRES, 2009). No Brasil além da região norte a *Crescentia kujete* pode ser encontrada na região Nordeste, onde é conhecida popularmente como coité.

É uma espécie arbórea que apresenta de 4 a 6 m de altura, casca do tronco irregular com galhos longos e separados, as folhas podem apresentar de cinco a 15 centímetros, e que possui como característica marcante seus frutos grandes e arredondados, de casca dura e lisa podendo chegar de 12 a 30 centímetros de diâmetro, sua polpa é esbranquiçada, gelatinosa e corrosiva, onde estão imersas várias sementes (COSTA, 2009; RAMOS, 2015).

A *C. kujete* é bastante utilizada para utensílios de iguarias regionais (tacacá) e na fabricação de vários tipos de artesanatos (LIMA et al., 2020). Não foram encontrados relatos da utilização da polpa da *C. kujete*. A espécie é utilizada na medicina popular no tratamento de uma variedade de doenças, principalmente doenças respiratórias, e age também como cicatrizante em feridas de animais (LIMA et al., 2020). Quando jovem o fruto é cozido e utilizado na alimentação, porém quando se torna maduro é considerado perigoso devido sua toxicidade (HIGHLEY; MURMANIS; PALMER, 1985).

Ainda é utilizada para fins terapêuticos, limpeza, cicatrização de cortes, feridas cutâneas, queimaduras, hematomas, abscessos e sarnas em cães e chega a ser utilizada na composição de xaropes para tratamento de tosse para tratamento de distúrbios metabólicos, musculoesqueléticas, doenças do sistema genito-urinário e no tratamento de doenças da pele e tecido subcutâneo. Dessa forma, estudos que condensem essas informações podem contribuir para a orientação de futuras pesquisas (SHASTRY et al., 2012 e RAMOS, 2015).

Diversas classes de compostos importantes foram identificadas nesta espécie, como saponinas, flavonóides, quinonas, taninos, alcalóides, entre outros (ARAÚJO

2015; EJELONU et al., 2011). Os compostos fenólicos são utilizados na desinfecção, já alcalóides indicam alto grau de toxicidade da planta, saponinas têm atividade antimicrobiana e espermicida, e os taninos têm ação bactericida e fungicida. Entretanto são escassos estudos que confirmem as atividades biológicas e toxicidade desta espécie, bem como os princípios ativos relacionados a essas.

De acordo com Kaneko et al. (1998), os compostos conhecidos dos frutos de *Crescentia cujete* são acantoside D, fl-Dglucopiransoil benzoato de metilo, (R) -lo-fl-D-glucopiranosil-l, 3-octanodiol, e fl-oftuctofuranosil 6-O- (p-hidroxibenzoil) <t-D-glucopiranosido. São estabelecidas as estruturas de três glicósidos de (2R, 4S) -2,4-pentanodiol, dois glicosídeos de (R) -4-hidroxi-2- pentanona, dois glicósidos de (R) -l, 3-octanodiol e 6-O- (p-hidroxibenzoil) -D-glicose, por métodos espectroscópicos e químicas (Figura 1).

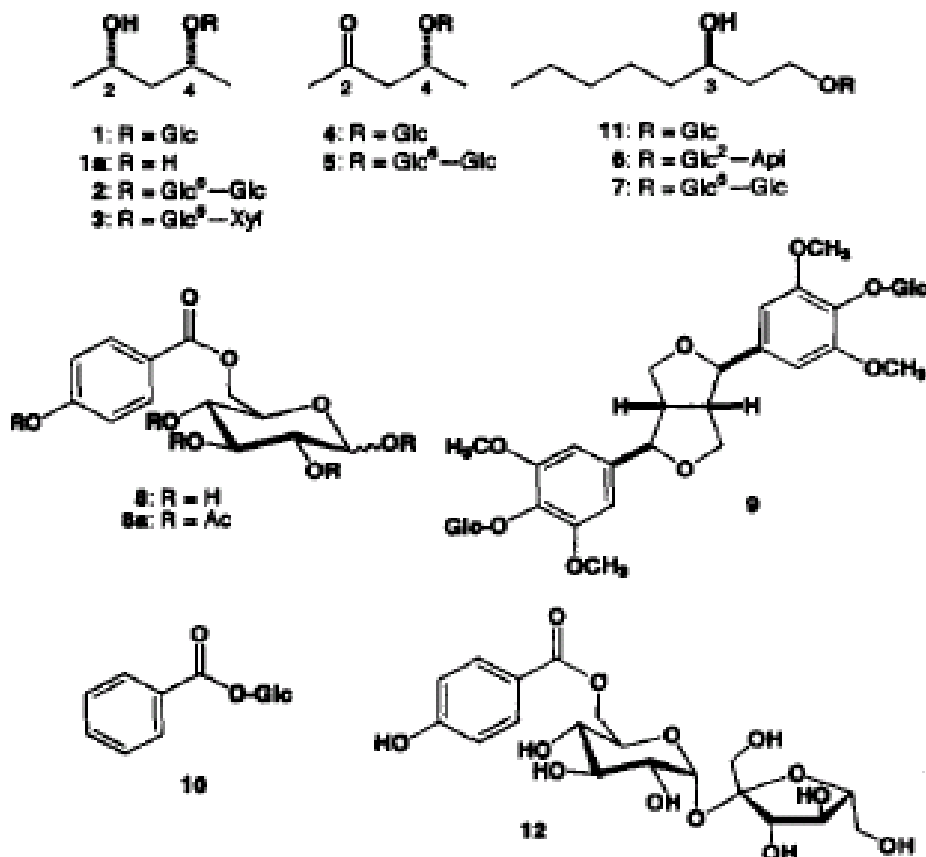


Figura 1: Representação esquemática dos compostos da cuia (*Crescentia cujete*), fórmula estrutural molecular.

Fonte: Kaneko (1998).

## 2.2. Marupá (*Simarouba amara* Aubl)

A espécie *Simarouba amara* Aubl. pode ser conhecida popularmente como marupá, caroba, marupá-verdadeiro, amarelinho, marupá preto, entre outros, pertence à família Simaroubaceae é uma espécie nativa de hábitos arbóreos. Se distribui na região amazônica e por alguns estados da região nordeste do Brasil (PASHANASI; APONTE-JARAMILLO; MATHIOS-FLORES, 2022), é uma árvore que atinge altura comercial de 30 m, e um diâmetro de 80 cm, caule cilíndrico, ramos jovens verdes, glabros, folhas paripinadas ou imparipinadas, dispostas ao longo da parte distal dos ramos (LPF, 2023).

Sua madeira tem uma cor amarelada alburno e cerne indistintos e fácil trabalhabilidade, é considerada uma madeira leve e moderadamente resistente a fungos de podridões, possui uma densidade de  $0,37 \text{ g/cm}^3$  (LPF, 2023), é utilizada em carpintaria, construção de interiores, instrumentos musicais, molduras, brinquedos, facetas e contraplacado (STANGERLIN et al., 2013; PASHANASI; APONTE-JARAMILLO; MATHIOS-FLORES, 2022).

## 2.3. Durabilidade Natural da Madeira

A madeira possui uma gama de utilização como material construtivo, tanto no meio urbano como no meio rural. Contudo, esse material apesar de apresentar ampla utilidade pode sofrer degradação biológica por agentes bióticos e abióticos. Segundo Clausen (2010) e Stangerlin et al. (2013) fatores como a estrutura anatômica da madeira e as diferentes proporções de sua composição química, são responsáveis por essa condição. Além disso, as variações climáticas e seus fatores como temperatura e umidade relativa também contribuem para a degradação da madeira proporcionando alterações significativas na sua resistência natural.

A durabilidade natural da madeira, segundo Zabel e Morrel (2020), pode ser conceituada como a capacidade de resistir a ação dos diferentes agentes deterioradores, quer sejam eles bióticos ou abióticos. Lopez e Milano (1986) afirmam que segundo a crença popular diferentes madeiras apresentam durabilidades distintas e o uso das diferentes espécies, em termos de durabilidade natural, se baseia na experiência que acompanha a própria história do uso desse material.

O conhecimento da resistência natural é importante para o uso adequado da madeira, visto que, aquelas de alta durabilidade natural não requerem o uso de produtos químicos para manutenção, que muitas vezes podem causar impactos para o meio ambiente e para o homem (STALLBAUN et al., 2016).

Mendes e Alves (1988) e Melo e Menezzi (2010), afirmam que o comportamento de uma mesma madeira pode ser diferente devido aos diferentes fatores ambientais tais como temperatura, umidade, incidência solar, calor e ventos dominantes, além da presença de organismos xilófagos, que em conjunto são determinantes para a durabilidade natural da madeira. A durabilidade natural pode ser determinada com o uso de diferentes metodologias, podendo ser realizado por meio ensaio acelerado de laboratório e testes de campo (STANGERLIN et al., 2013).

#### **2.4. Decomposição da Madeira por Fungos Xilófagos**

De acordo com Shanbhag e Sundararaj (2013) a madeira por ser um material biológico é susceptível ao ataque de organismos xilófagos. Dessa forma a sua proteção é um desafio que precisa ser enfrentado, pois tais perdas podem resultar em elevados prejuízos econômicos. Esta característica de biodegradabilidade da madeira a torna um material diferente em relação aos outros principais materiais como, plástico, vidro e metais.

Para Archer e Lebow, (2006) e Reinprecht (2023), os agentes biológicos tais como fungos, brocas marinhas, moluscos, crustáceos, bactérias e os insetos, sobretudo, os cupins e besouros, são os principais responsáveis pela deterioração da madeira. Entretanto, Pometti et al. (2010), Råberg; Terziev; Geoffrey (2013) e Stienen et al. (2014) afirmam que os maiores danos econômicos de biodeterioração resultam da decomposição por fungos apodrecedores, que são mais ativos em climas tropicais, em comparação às regiões temperadas e frias. Os fungos que atacam a madeira podem ser divididos em emboloradores, manchadores e apodrecedores (MOTTA et al., 2013).

Fungos emboloradores e manchadores não comprometem a resistência mecânica da madeira, pois não destroem a parede celular da mesma, apenas causam mudanças em seu aspecto visual. Ambos vivem dos nutrientes presentes nos lumes das células do parênquima no alburno que contêm sais minerais, amido, açúcares e proteínas. Seu ataque não é seletivo, podendo ocorrer tanto em madeiras de coníferas quanto de folhosas e se ocorrer nas diversas formas da madeira: tora, peças serradas

e produtos de madeira em uso. Recebem a classificação de Deuteromicetos e Ascomicetos (SCHMIDT, 2006; MESQUITA; LIMA; TRUGILHO 2006; REINPRECHT, 2016).

Em um contexto mais amplo, os fungos são a causa dos maiores danos às estruturas de madeira. Estes podem ser divididos em emboloradores, manchadores e apodrecedores, sendo este último tipo que visa destruir os componentes estruturais da parede celular por meio de um sistema enzimático (MOTTA et al., 2013). De acordo com Silva (2018) e Pala (2007), os fungos da podridão são divididos em três categorias: fungos da podridão branca, que podem atacar a celulose, hemicelulose e lignina; fungos da podridão parda (fungos da podridão marrom), que são seletivos para celulose e hemicelulose da parede celular; e fungos da podridão mole, os quais são geralmente menos agressivos, atacam os três principais componentes da parede celular e causam danos à superfície da madeira.

#### 2.4.1. Podridão branca

São representantes da classe dos fungos de podridão branca, os Basidiomicetos, e, raramente, os Ascomicetos, e deterioram sem distinção polissacarídeos e lignina (ROWELL, 2005; SILVA et al, 2007). No início do ataque, os fungos tendem a apresentar preferência alimentar, tanto em constituintes químicos quanto em região da parede celular (SCHWARZE, 2000). Na prática, verifica-se que as madeiras de folhosas são as que mais estão sujeitas ao ataque quando comparadas com as coníferas (CURLING; WINANDY; CLAUSEN, 2000).

Segundo Santini (1988), as madeiras deterioradas por fungos de podridão branca adquirem aspecto esbranquiçado perdendo seu aspecto lustroso e isso se dá devido à destruição dos seus pigmentos. Lelis et al. (2001) complementa afirmando que a madeira adquire uma consistência esponjosa, por vezes, linhas escuras demarcam a área deteriorada.

As espécies mais comuns são: *Gloeophyllum*, *Polyporus fumosus*, *Trametes versicolor* e *Polyporus sanguineus*. O ataque destes gêneros varia amplamente de acordo com a espécie de madeira, em condições propícias do ambiente de exposição (teor de umidade, temperatura, presença de organismos xilófagos oxigênio e pH (MARCONDES, 2013).

#### 2.4.2. Podridão parda



A podridão parda é causada pelos fungos Basidiomicetos de acordo com Moreschi (2005). Diferentemente dos fungos de podridão branca, a podridão parda deteriora, apenas, os polissacarídeos, mantendo a lignina residual intacta (OLIVEIRA et al, 1986). A madeira sob esse ataque apresenta aspecto visual de estar levemente queimada, adquirindo coloração parda (MENDES; ALVES, 1988). Outras alterações como cor, fissuras paralelas e perpendiculares às fibras são verificadas em estágio avançado do ataque.

Lelis et al. (2001), ao analisarem macroscopicamente a madeira deteriorada por fungos da podridão parda, mencionam que quando em estágio avançado do ataque, observa-se, na madeira seca, além da alteração da cor, fissuras paralelas e perpendiculares que adquire uma consistência quebradiça e friável.

Da mesma forma que a podridão branca, esse tipo de apodrecimento é causado por alguns fungos da classe Basidiomicetos que ataca a celulose, sem modificar a lignina, sendo exemplos às espécies *Postia placenta*, *Neolentinus lepideus*, *Irpex lacteus* e *Gloeophyllum trabeum* (LUCHTEMBERG, 2013).

## **2.5. Ensaio Durabilidade Natural da Madeira**

Para definição do grau de durabilidade natural de uma determinada espécie, basicamente, dois tipos de ensaios, dependendo do propósito, podem ser executados: ensaios em laboratório e ensaios de campo. Conforme mencionado por Lunz (2001), ao comparar os estágios de durabilidade de madeiras em ensaios de laboratório e de campo, observa-se que os ensaios de campo submetem a madeira a riscos de deterioração e desgaste não contemplados nos ensaios realizados em laboratório.

Por outro lado, Santini (1988), destaca como principal desvantagem para os ensaios em campo, o longo período (anos) necessário para obtenção de diagnósticos, em razão do uso de peças roliças de grandes dimensões. Nesse sentido, os ensaios em laboratório têm sido extensivamente empregados com a finalidade de servirem como um primeiro estágio de qualificação da durabilidade natural, de modo a atender as respostas imediatas tanto de setores tecnológicos quanto econômicos. Quando considerados os ensaios de durabilidade natural a fungos xilófagos (ensaios de laboratório), basicamente, são empregadas metodologias normatizadas, as quais consistem na exposição de corpos de prova, oriundos do cerne, às culturas fúngicas

puras estabelecidas em meio de malte-ágar. Após 12 semanas de exposição, os corpos de prova são removidos e procede-se a determinação da perda de massa.

Nos testes de campo, apesar das madeiras permanecerem expostas às condições edafoclimáticas e biológicas que poderiam ocorrer durante seu uso, estes demandam um período mais prolongado da sua avaliação, que resulta em aumento de custos (PAES et al., 2012). Madeiras nesta situação estão expostas às condições irregulares de precipitação, secagem, exposição à luz solar, além de inúmeros agentes xilófagos que poderão atuar simultaneamente (MELO e DEL MENEZZI, 2010).

O ensaio de laboratório do tipo solo bloco é um ensaio onde a madeira é submetida a ação de fungos reconhecidamente apodrecedores de madeiras, cuja ação se dá sob condições controladas de umidade relativa e de temperatura. O ensaio utiliza recipientes hermeticamente fechados, em geral frascos de vidro com tampa rosqueável, contendo solo esterilizado, seguindo as especificações da American Wood Protection Association – AWP A E10-16 (AWPA, 2016). Para Brischke et al. (2013) este ensaio permite testar vários tipos de organismos e garantir níveis satisfatórios de reprodutibilidade. Apesar dessas vantagens, o método de laboratório não reproduz as condições reais de deterioração da madeira em uso devido a existência de múltiplos fatores.

Um ensaio intermediário entre os dois métodos anteriores, possível de ser utilizado, é o ensaio simulador de campo no qual a madeira é submetida à ação do solo ao natural dentro de caixas, no qual são parcialmente soterradas. Neste ensaio, a umidade do solo é controlada entre 80 e 100% da sua capacidade de retenção de água e as caixas são mantidas em condições controladas de temperatura e umidade relativa (PAES et al., 2009, 2012). O ensaio simulador de campo é definido pela American Wood Protection Association – AWP A E14-16 (AWPA, 2016).

## **2.6. Propriedades Físicas da Madeira**

Dentre as principais propriedades físicas da madeira pode-se destacar: Densidade aparente, densidade básica, teor de umidade e Estabilidade dimensional (inchamento, coeficiente de retratibilidade, retração e Coeficiente de Anisotropia).

### 2.6.1. Teor de Umidade da Madeira

A madeira é um material considerado de interesse para várias indústrias, no entanto, é um material heterogêneo e apresenta variações nas suas propriedades. Por ser um material biológico que durante a atividade fisiológica da árvore viva realiza o transporte de líquidos, e após a sua exploração possuem alto teor de umidade necessitando do processo de secagem. Em função de sua constituição química e anatômica apresenta propriedades como anisotropia e higroscopicidade, o que resulta na variação das propriedades físicas conforme as diferentes direções de crescimento e na capacidade de perder ou absorver água dependendo das condições de umidade relativa do ambiente (BURGER; RICHTER, 1991; BARBOSA; SOUZA, 2018).

O teor de umidade da madeira pode ser definido como a relação entre a massa de água contida no lenho e a massa da madeira totalmente seca, expresso em porcentagem (MORESCHI, 2012).

### 2.6.2. Densidade básica

A densidade básica está intimamente relacionada com a estrutura anatômica da madeira e é um dos parâmetros físicos da madeira utilizado para classificá-la, tendo relação com sua resistência mecânica e a estabilidade dimensional. Neste contexto as propriedades tecnológicas e utilização desta matéria prima está relacionada com diversos fatores silviculturais, local de origem, taxa de crescimento, proporção do cerne e alburno, altura madeira adulta e juvenil, idade, variações dimensionais e químicas das espécies (GONÇALVES et al., 2009 e SILVA et al., 2015). Esta propriedade é obtida a partir da relação entre a massa seca da madeira e o volume verde, seu valor é expresso em gramas por centímetros cúbicos ( $\text{g/cm}^3$ ) ou quilogramas por centímetros cúbicos ( $\text{kg/m}^3$ ) (BURGER; RICHTER, 1991).

As variações de densidade dependem da quantidade e proporção dos vasos de crescimento, e o ângulo das microfibrilas nas paredes celulares das fibras, e também por outros fatores como qualidade do sítio, tratamentos silviculturais, idade das árvores, carga genética, entre outros (OLIVEIRA e SILVA, 2003).

### 2.6.3. Contração e Inchamento da madeira

Em função de ser um material higroscópico, a madeira está sujeita aos efeitos de contração e o inchamento nos três planos anatômicos (tangencial, radial e longitudinal), onde geralmente a variação tangencial é a maior, seguida da radial e longitudinal. Quanto maior a variação de água na madeira maior será a alteração em suas dimensões tanto no sentido tangencial aos anéis de crescimento quanto no sentido radial e paralelo a grã da madeira (FREITAS et al., 2016; BARBOSA e SOUZA, 2018).

A menor alteração dimensional na direção radial em relação à direção tangencial pode ser interpretada como presença de parênquima radial, que aumenta a estabilidade nesta direção; devido à presença de mais cavidades nas paredes (comunicação entre fibras) células radiais, forçando as microfibrilas a contorná-las, causando desvio suas orientações; e a alternância de madeira de lenho inicial e tardia (anéis crescimento) (ALMEIDA, 2015; FREITAS et al., 2016; BARBOSA e SOUZA, 2018).

Almeida (2015), define a madeira como um material, independentemente de sua espécie (algumas possuem maior e outras em menor grau), instável dimensionamento, pois ao ser submetida a secagem o volume diminui gradualmente abaixo do ponto de saturação das fibras, realizando o efeito de contração da madeira. Nesse sentido, o aumento da umidade faz com que o processo contrário ocorra, sendo chamado de inchamento.

O coeficiente de retratibilidade volumétrica é um parâmetro adimensional, que representa a diminuição percentual de volume em relação ao volume saturado das amostras. Já o coeficiente de inchamento volumétrico, mensura o ganho volumétrico a partir do volume da madeira com 0% de umidade (ALMEIDA, 2015).

O coeficiente de anisotropia é um parâmetro importante para a referência de uma madeira sobre sua estabilidade dimensional e para sua escolha no processamento mecânico e uso *in natura*. É a razão entre a variação percentual de contração ou inchamento da peça de madeira nas direções tangencial e radial. Essas variações ocorrem de forma diferente nessas direções, sendo maior na direção tangencial, e quanto maior a proporção, a madeira estará mais propensa a defeitos de secagem como: tortuosidade, encanoamento e rachaduras. (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Coleta e Caracterização do Material

Para a realização deste trabalho foram coletados frutos de árvores *Crescentia cujete*, no município de Itacoatiara – AM, ( $02^{\circ}44'56''$  S;  $58^{\circ}01'19''$  O), que fica localizado aproximadamente 270 Km da cidade de Manaus. Para a montagem do ensaio biológico foi utilizado o solo do tipo latossolo vermelho de maior ocorrência no município de Itapiranga (AM), coletado na margem direita da rodovia ( $02^{\circ}50'20''$  S;  $02^{\circ}50'20''$  "O), aproximadamente 226 Km da cidade de Manaus. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Tecnologia da Madeira do Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara (CESIT), da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) (Figura 2).

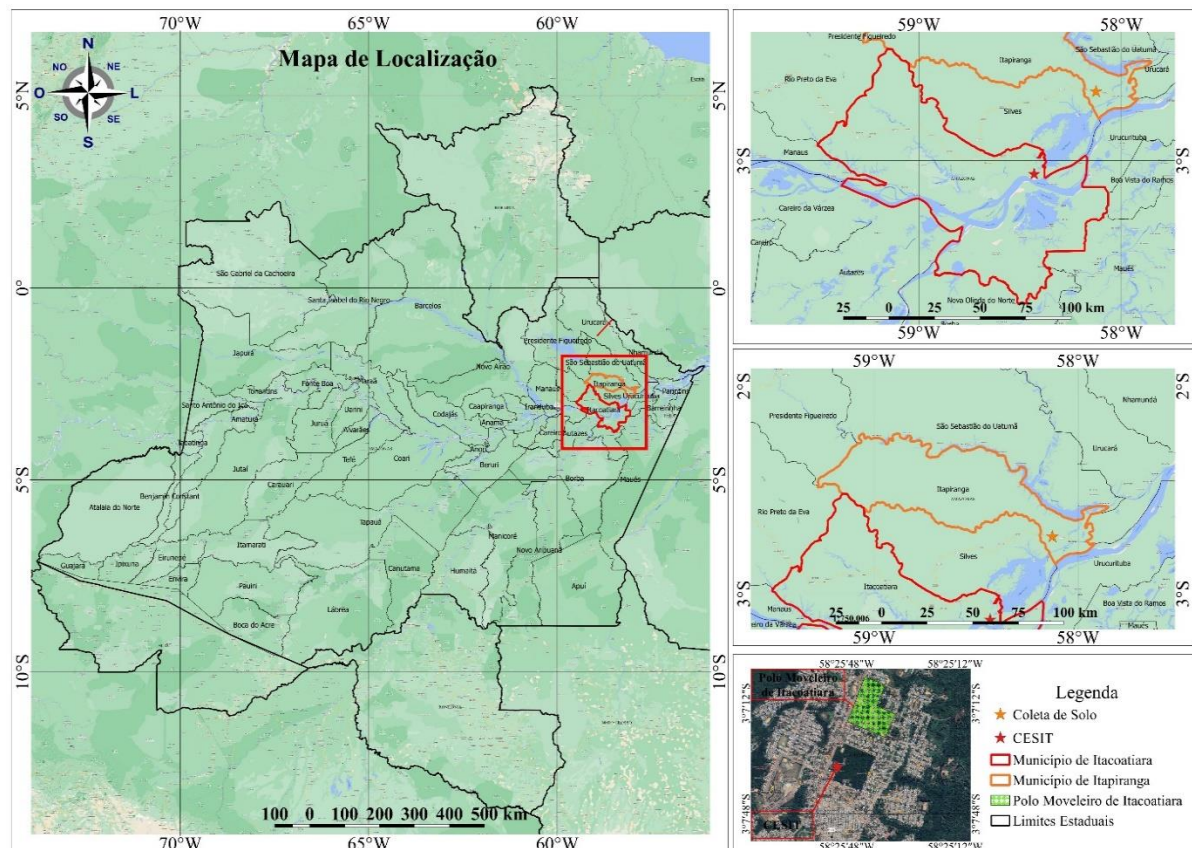


Figura 2: Mapa de localização da área de estudo.  
Fonte: Autor (2023).

### 3.2. Preparo do extrato *Crescentia cujete* para o tratamento da madeira

Após a coleta dos frutos maduros em árvores adultas procedeu-se a extração da polpa. Utilizou-se uma balança de precisão de 0,0001 g para pesar 100 g de polpa sem sementes que foi separada em diferentes porções. Em seguida a polpa (100 g) foi liquidificada e armazenada em Erlenmeyers com capacidade de 500 mL. Em seguida, a estas vidrarias foram adicionados 200 ml de etanol 96% (Figura 3 e 4).

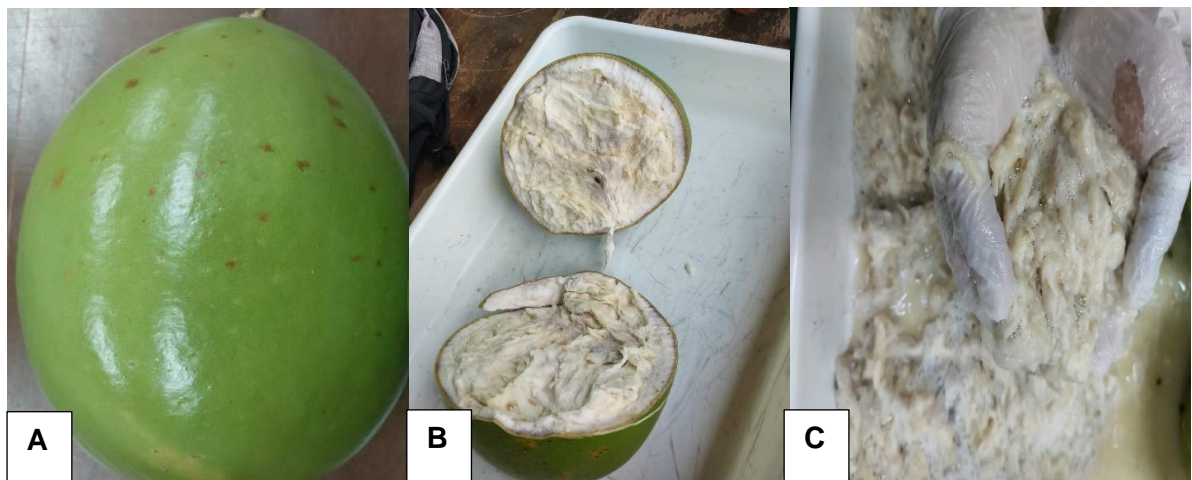


Figura 3: (A) Fruto maduro; (B) Extração da polpa e (C) Retirada das sementes.  
Fonte: Autor (2023).

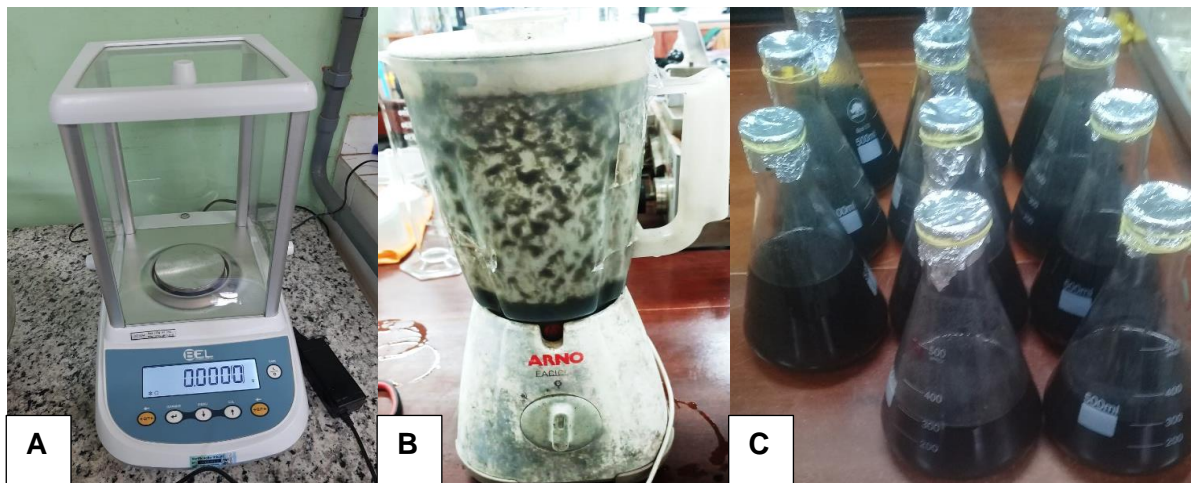


Figura 4: (A) Balança analítica; (B) Liquidificado e (C) Extrato da cuia.  
Fonte: Autor (2023).



Para o processo de extração, as amostras contendo a polpa e o solvente foram colocadas em uma mesa agitadora orbital por 24 horas a 120 rpm. Após este processo, as soluções foram filtradas em funil de Buchner com auxílio de papel filtro, em um kitassato acoplado à uma bomba de vácuo com 300 mmHg (Figura 5).



Figura 5: (A) Mesa agitadora; (B) Funil de Buchner e (C) kitassato acoplado à uma bomba à vácuo pressão.

Fonte: Autor (2023).

Os extratos foram concentrados em um evaporador rotativo, para obtenção do extrato bruto e recuperação do excesso do solvente. O extrato bruto foi coletado em um béquer previamente pesado para obtenção da massa seca dos extratos que foi obtida após secagem em estufa em temperatura de  $50 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  até estabilidade da massa obtida (Figura 6).

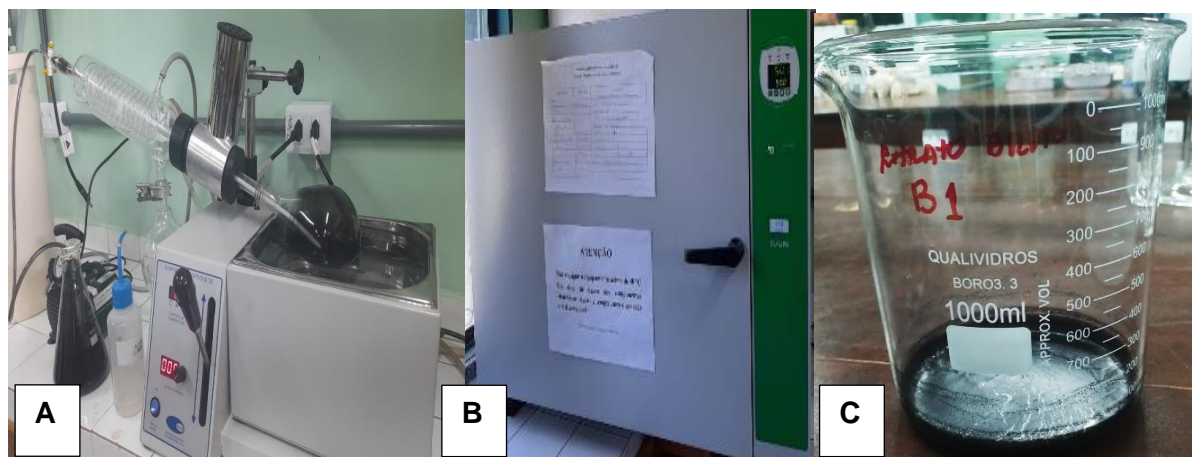


Figura 6: (A) Evaporador rotativo; (B) Estufa e (C) extrato bruto (seco).

Fonte: Autor (2023).

### 3.3. Seleção da madeira e preparo de amostras

Para a impregnação dos extratos na madeira foi utilizada a espécie *Simarouba amara* Aubl. (marupá). As amostras foram adquiridas em serraria local do município de Itacoatiara (AM). Esta espécie foi escolhida em função da sua baixa durabilidade natural ao ataque de organismos xilófagos, além de ser de grande ocorrência na região (IPT, 2023). A confirmação da espécie foi realizada por meio da caracterização anatômica macroscópica seguindo as recomendações da Norma Comissão Panamericana de Normas Técnicas – COPANT (1972) e de Freitas e Vasconcellos (2010).

Para a produção dos corpos de prova, foi utilizado uma serra circular de bancada. Para o ensaio de apodrecimento acelerado os corpos de prova foram confeccionados com dimensões de 2 x 2 x 2 cm (tangencial x radial x longitudinal) e para o ensaio de retratibilidade as dimensões foram de 2 x 3 x 5 cm (tangencial x radial x longitudinal). Em seguida, as amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçada a  $100 \pm 2$  °C por 72 horas.

### 3.4. Avaliação do poder inibitório do extrato de cuia contra fungos xilófagos

Antes de se impregnar os extratos na madeira, buscou-se avaliar o potencial de inibição fúngica do extrato de (*Crescentia cujete* L.) em meio de cultura. Para tanto, foram utilizadas placas de Petri, de poliestireno, com dimensões de 90 x 15 mm. O preparo do meio de cultura foi realizado em frascos reagentes com capacidade de 1000 mL, contendo 2% de extrato de malte e 1,5% de ágar bacteriológico e 1000 mL de água destilada.

Os extratos foram preparados pela dissolução do extrato bruto em etanol com as seguintes concentrações: 0, 1, 2, 4 e 8% (m/v). Foram pipetados 300 µL de cada solução em placa de Petri contendo meio de cultura malte: ágar com 3 repetições para cada concentração. Após a evaporação dos solventes, foi adicionado no centro da placa de Petri um fragmento de 5 mm do fungo de podridão parda *Gloeophyllum trabeum* (Figura 7).





Figura 7: Preparo das placas com as diferentes concentrações testadas e deposição dos inóculos fungo (*Gloeophyllum trabeum*).  
Fonte: Autor (2023).

Após a aplicação das soluções e a inoculação do fungo no meio de cultura as placas foram envoltas com Parafilm® e incubadas em sala climatizada, com temperatura ( $25 \pm 2$  °C) e  $65 \pm 5$  % umidade relativa -UR, sendo medidas com auxílio de paquímetro digital as zonas de inibição de crescimento micelial dos fungos, após 2, 5 8 e 11 dias, de acordo com a metodologia descrita no trabalho de Brocco (2019), com algumas modificações.

### 3.5. Impregnação do Extrato de *Crescentia cujete* na Madeira de Marupá para os Ensaio de Densidade e Retratibilidade

Para a impregnação dos extratos na madeira de *S. amara*, foram selecionadas as concentrações que obtiveram os melhores resultados no ensaio de inibição a fungos. Para o preparo das diluições foi utilizado uma solução hidroalcolica (1:1) e posteriormente, as amostras foram impregnadas sob condições de vácuo e pressão com auxílio de dessecador conforme descritos pela American Wood Protection Association - AWP A E10 (2016). Os corpos de provas foram imersos na solução

correspondente para cada concentração de extrato e alocadas dentro de um béquer com capacidade para 1000 mL. O conjunto (béquer + solução) foi acondicionado no interior de um dessecador, que em seguida foi tampado. Ao dessecador conectou-se uma bomba de vácuo 300 mmHg durante 30 minutos. Após este período, a bomba foi desligada e as amostras permaneceram sob impregnação em pressão atmosférica durante 12 horas. Na sequência foram secas em estufa com temperatura de  $50 \pm 2$  °C até a estabilidade da massa (Figura 8).

O cálculo foi realizado de acordo com a razão do ganho de massa (g) na condição seca após o tratamento pelo volume dado em gramas por centímetros cúbicos (g/cm<sup>3</sup>), conforme a (Equação 1).

$$RE = \left( \frac{M_F - M_I}{V} \right) \times 1000 \quad (1)$$

Onde:

RE= Retenção do Extrato, em (kg/m<sup>3</sup>);

M<sub>i</sub>= Massa seca inicial antes da impregnação, em gramas (g);

M<sub>f</sub>= Massa seca final após a impregnação, em gramas (g);

V= Volume das amostras, em centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup>).

1000 = Fator de conversão para kg/m<sup>3</sup>

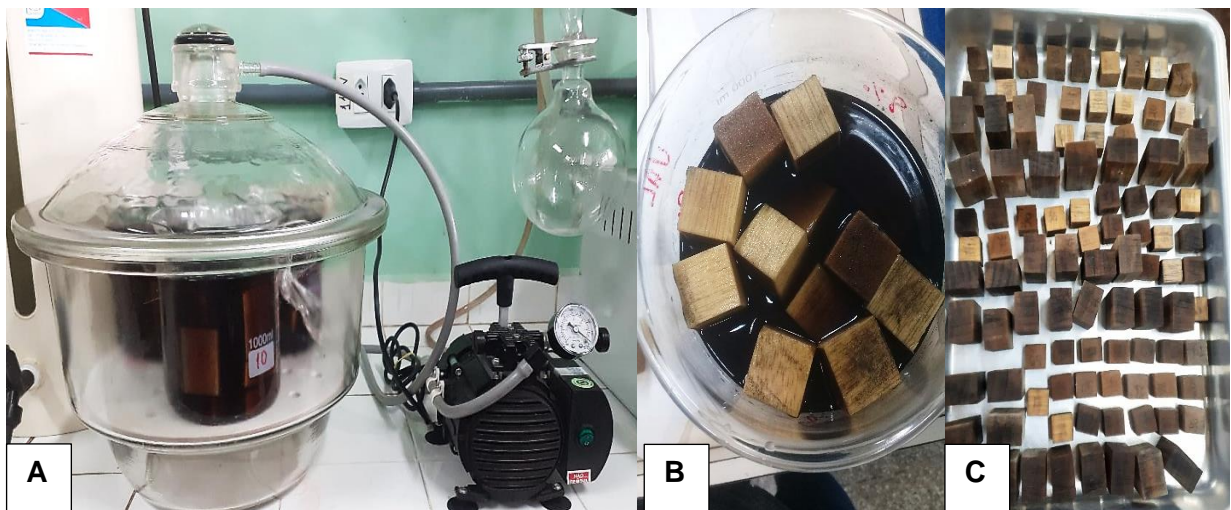


Figura 8: (A) Tratamento a vácuo; (B) Imersão na solução e (C) Temperatura ambiente.

Fonte: Autor (2023).

### 3.6. Resistência da madeira a fungos xilófagos em condições de laboratório

Para o ensaio, as amostras de madeira com dimensões de 2,0 x 2,0 x 2,0 cm (tangencial x radial x longitudinal) e impregnadas com o extrato foram secas em estufa com circulação de ar a  $50 \pm 2$  °C até atingirem massa constante e para pesagem utilizou-se balança analítica com 0,0001g de precisão.

Na montagem do ensaio foram utilizados 40 frascos de vidro transparente com capacidade para 600 ml, com boca larga e tampa rosqueável e, cada frasco foi preenchido com 200 g de solo (horizonte B). O solo coletado foi classificado em peneira com 2,00 mm de abertura. A capacidade de retenção de água foi de 38,47%. O pH do solo foi analisado por meio do peagômetro e o valor obtido foi correspondente a 5,0 sendo considerado levemente ácido. A umidade do solo foi ajustada para 130% da capacidade de retenção de água, pela adição de 70 mL água destilada (Figura 9 e 10).



Figura 9: (A) Horizonte B do solo; (B) Solo seco em sombra e (C) Peneiramento do solo destorroadado.

Fonte: Autor (2023).





Figura 10: Obtenção de pH e retenção de água no solo.  
Fonte: Autor (2023).

Sobre o solo, no interior de cada frasco, foram adicionadas duas placas alimentadoras, produzidas com a madeira de *S. amara* com as seguintes dimensões 30 x 20 x 0,9 mm (comprimento x largura x espessura), para o desenvolvimento inicial do fungo. Em seguida, os frascos foram esterilizados em autoclave a 103 kPa e 120 °C por 30 minutos. Após o resfriamento os frascos foram transportados para uma capela de fluxo laminar, onde foram inoculados fragmentos de meio de cultura pura dos fungos *Gloeophyllum trabeum* (podridão parda) e *Irpex lacteus* (podridão branca), contendo micélio fragmentado, depositado diretamente sobre a placas alimentadoras. (Figura 11).



Figura 11: (A) Interior dos frasco com solo e Placas alimentadoras.  
Fonte: Autor (2023).

Após o período de 20 dias da inoculação dos fungos, foi realizada a introdução da madeira impregnada com o extrato de *C. cujete* e suas respectivas concentrações, correspondente aos tratamentos mencionados. Foram adicionadas duas amostras em cada frasco, os quais permaneceram em sala climatizada ( $25 \pm 2$  °C e  $65 \pm 5$  % de UR) por 12 semanas, segundo as recomendações da norma da AWPA E10-16 (2016) (Figura 12).



Figura 12: Duas amostras por frasco e local climatizado (A) *Gloeophyllum trabeum* (B) *Irpex lacteus*.

Fonte: Autor (2023).

Todas as operações de manipulação de fungos (repicagem, inoculação, fragmentação do micélio, introdução dos corpos de prova nos frascos de ensaio). Foram conduzidas em condições assépticas, no interior de capela de fluxo laminar esterilizada com álcool 96% GL.

Decorrido o período de 12 semanas, o ensaio foi desativado, as amostras foram retiradas dos frascos e submetidas a uma limpeza cuidadosa com o auxílio de uma escova de cerdas macias para remoção do micélio fúngico (Figura 13). Posteriormente as amostras foram secas em estufa ( $103 \pm 2$ °C) até atingirem massa constante e foi calculada a perda de massa em função da Equação 2. Ao final do ensaio, amostras foram secas em estufa e a perda de massa avaliada conforme a classificação da AWPA E30-16 (2016) de acordo com a (Tabela 1).

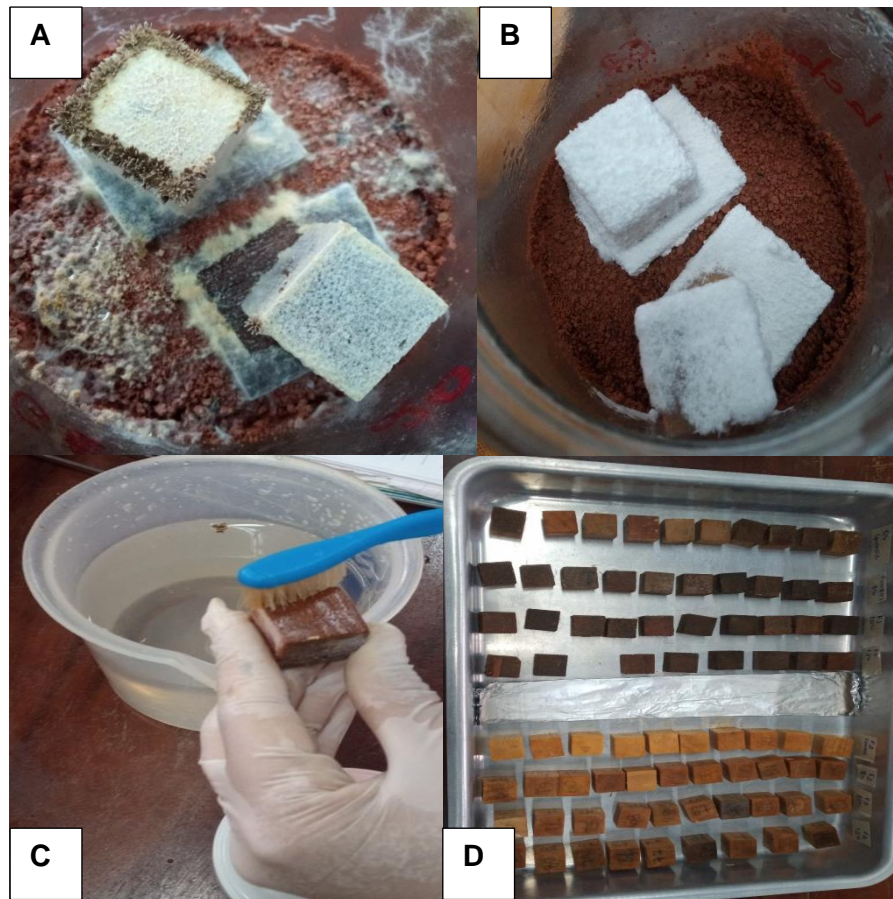


Figura 13: (A) *Gloeophyllum trabeum* (B) *Irpex lacteus*; (C) remoção do micélio e (D) amostra seca em estufa.

Fonte: Autor (2023).

$$PM = \frac{(M_i - M_f)}{M_i} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

$PM$  = Perda de massa do corpo de prova, (%);

$M_i$  = Massa inicial (g);

$M_f$  = Massa final (g)

Tabela 1. Classificação da resistência natural da madeira, em função da perda de massa.

Perda de Massa (%)	Massa Residual (%)	Classe de Resistência
0 a 10	90 a 100	Altamente Resistente
11 a 24	76 a 89	Resistente
25 a 44	56 a 75	Moderadamente Resistente
45 ou mais	55 ou menos	Pouco ou Não Resistente

Fonte: ASTM D 2017 (2005)



### 3.7. Retratibilidade das amostras tratadas com extrato de *Crescentia cujete*

Após o tratamento foram selecionadas 12 amostras pra cada concentração para determinar das contrações lineares (tangencial, radial), volumétrica e absorção de água. As amostras foram secas em estufa a  $103 \pm 2$  °C até atingirem massa constante. Em seguida foram pesadas em balança de precisão de 0,0001g para obtenção da massa seca. As mostras foram acondicionadas em redes plásticas perfuradas e acondicionadas em dessecador contendo água destilada para completa saturação (Figura 14). O ensaio foi realizado por meio das designações da Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 7190 da Associação Brasileira de Normas Técnica - ABNT (1997). Os corpos de prova possuíam dimensões de 2 x 3 x 5 cm (tangencial x radial x longitudinal).



Figura 14: (A) Amostras em redes plásticas; (B) Saturação das amostras em água destilada.

Fonte: Autor (2023).

Para o cálculo da taxa de absorção de água as amostras impregnadas e saturadas em água destilada foram pesadas nos intervalos de 24, 48, 72, 144, 216, 288, 360, 432, 504, 576, 648 e 720 horas, onde foi calculada a absorção de água de acordo com a Equação 3. Os valores de contração tangencial e radial, coeficiente de anisotropia e contração volumétrica foram determinadas pelas equações 4, 5 e 6, respectivamente.

$$T.A. = \left( \frac{M_s - M_i}{M_i} \right) \times 100 \quad (3)$$

Onde:

T.A.= Taxa de absorção de água, em (%);

Ms= Massa saturada, em (g);

Mi= Massa inicial após a impregnação, em (g).

$$\beta_L = \left( \frac{D_v - D_s}{D_v} \right) \times 100 \quad (4)$$

Onde:

$\beta_L$ = Coeficiente de contração linear tangencial ( $\beta_t$ ) ou radial ( $\beta_r$ ), em (%);

$D_v$ = Dimensão saturada, em centímetros (cm);

$D_s$ = Dimensão seca, em centímetros (cm).

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

Onde:

$A_\beta$ = Coeficiente de Anisotropia;

$\beta_t$  = Coeficiente de contração linear tangencial (%);

$\beta_r$  = Coeficiente de contração linear radial (%).

$$\beta_v = \left( \frac{V_v - V_s}{V_v} \right) \times 100 \quad (6)$$

Onde:

$\beta_v$ = Coeficiente de contração volumétrica linear, em (%);

$V_v$  = volume da amostra no estado saturado em (cm<sup>3</sup>);

$V_s$  = Volume da amostra no estado seco em estufa, em (cm<sup>3</sup>).



### **3.8. Análise e Avaliação dos Resultados**

Para os ensaios de reprodutibilidade e inibição fúngica, foram utilizadas 12 e 3 amostras por concentração testada, respectivamente. Os dados foram avaliados utilizando estatística descritiva ao serem empregadas as médias e desvios padrão. Para o ensaio de apodrecimento acelerado da madeira, foram utilizadas 10 repetições por concentração e fungo testado, sendo utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em que foi analisado o efeito da concentração na perda de massa das amostras. Nos fatores e interações detectadas com significância pelo Teste F ( $p \leq 0,05$ ), foi empregado o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Ensaio de Inibição Fúngica

Na Figura 15 podem ser observados os valores médios de crescimento em diâmetro de fungo de podridão parda *G. trabeum* em extratos da polpa de *C. cujete*, ao longo de 11 dias de crescimento fúngico. Nota-se que a maior concentração dos extratos de 8%, resultou no menor diâmetro de crescimento do *G. trabeum*, obtendo valores de 69 mm, seguindo da concentração de 4 e 2% com 74 e 76 mm. Observou-se que concentração de 1% apresentou o maior crescimento 80 mm em relação ao de controle (76 mm).

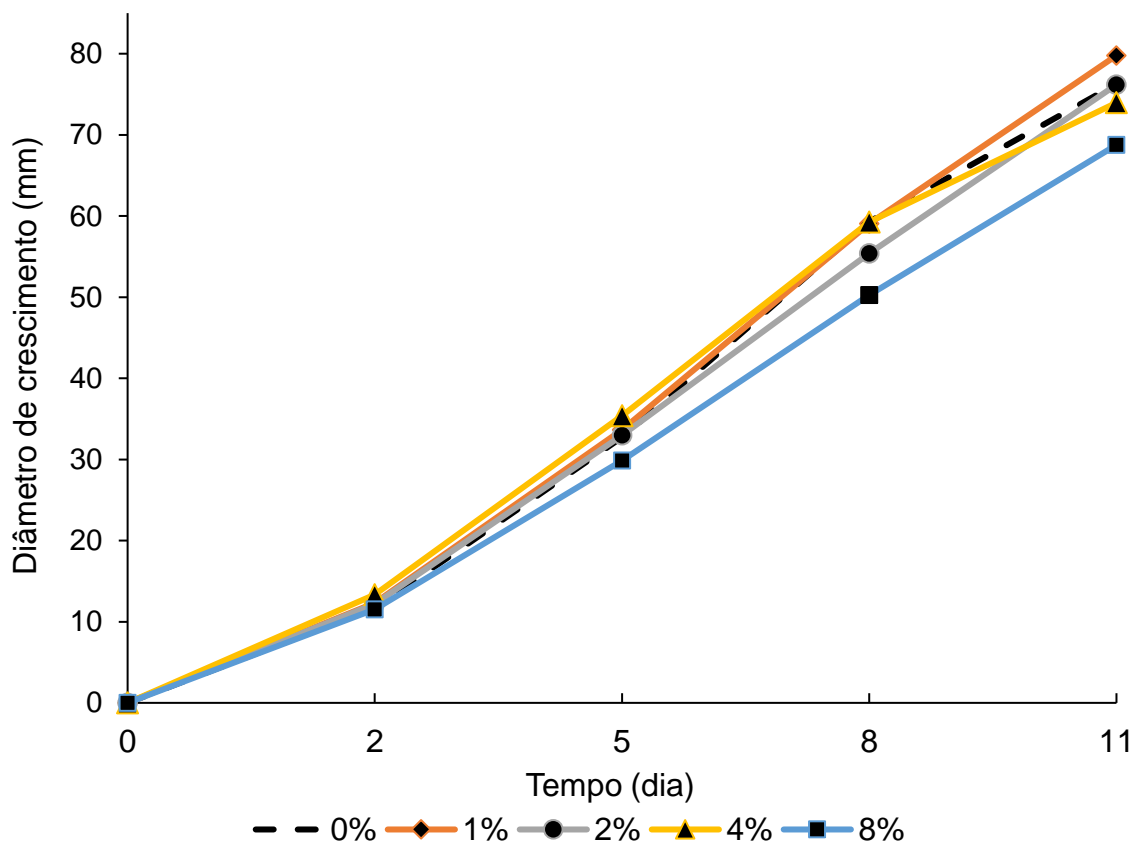


Figura 15: Valores médios de crescimento em diâmetro de *Gloeophyllum trabeum* em extratos *Crescentia cujete* L.  
Fonte: Autor (2023).

Na Figura 16 podem ser observados os valores médios do cálculo de inibição dos diferentes extratos e concentrações testadas ao fungo de podridão parda *Gloeophyllum trabeum*. Nota-se que o extrato na concentração de 8% resultou no maior percentual de inibição fúngica de *G. trabeum*, obtendo valores de 18,28% de inibição, seguida das concentrações de 4% e 2% com 6,02% e 0,28% de inibição, respectivamente, sendo consideradas menos expressivas em relação a maior concentração testada.

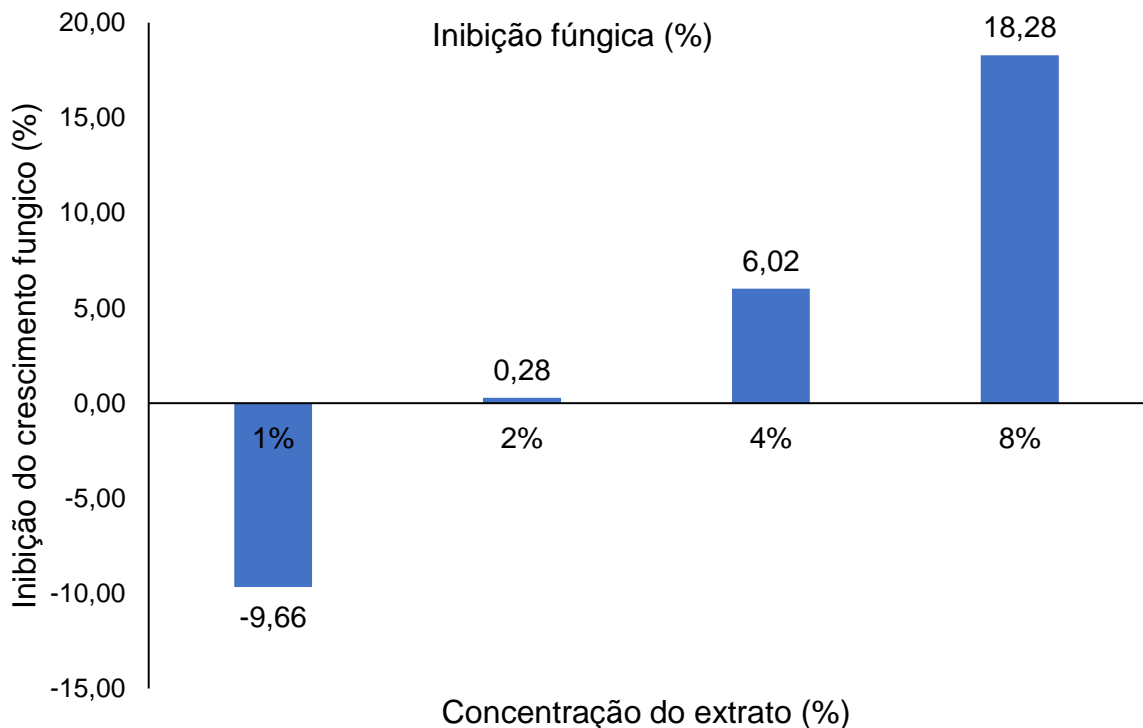


Figura 16: Valores médios de inibição fúngica de *Gloeophyllum trabeum* em extratos *Crescentia cujete* L.  
Fonte: Autor (2023).

Dentre os extratos, a concentração de 1%, apresentou um valor negativo para a inibição fúngica (-9,66%), indicando que nessa concentração houve um favorecimento do crescimento em relação as amostras controle (inoculadas sem extrato). Os valores de inibição fúngica das concentrações testadas demonstra o extrato da polpa de *Crescentia cujete* possui baixa eficácia no combate ao fungo testados, sendo necessárias maiores concentrações para a obtenção de valores mais efetivos. Em função dos resultados encontrado no teste de inibição, foram definidas as concentrações de 8, 10 e 12% para o ensaio de durabilidade natural da madeira.

De acordo com Alves e Santos (2016), o extrato de *C. cujete* apresenta atividade biológica contra uma série de organismos como insetos, fungos parasitas e larvas, sendo essa atividade em função de flavonóides, fenóis, saponinas e terpenos (CARVALHO, 2010). Revilla (2002) e Manhezi et al. (2008), avaliaram a composição das sementes da *C. cujete*, que apresentou ácido oléico, linoléico, palmítico e esteárico e que são utilizadas formulações farmacêuticas indicadas no tratamento de queimaduras solares e de ferimentos.

No trabalho de Alfaia (2016), uso do extrato bruto das folhas de *Crescentia cujete* contra cupins *Nasutitermes* indicou propriedades contra esses insetos principalmente pela presença de flavonóides que tem potencial contra esses agentes, ocorrendo alguma variação no que diz respeito à concentração do tipo de solvente utilizado na obtenção do extrato. Várias pesquisas têm mostrado que óleos essenciais e extratos de plantas são fontes naturais usadas como repelentes contra insetos (SPLETOZER, 2021).

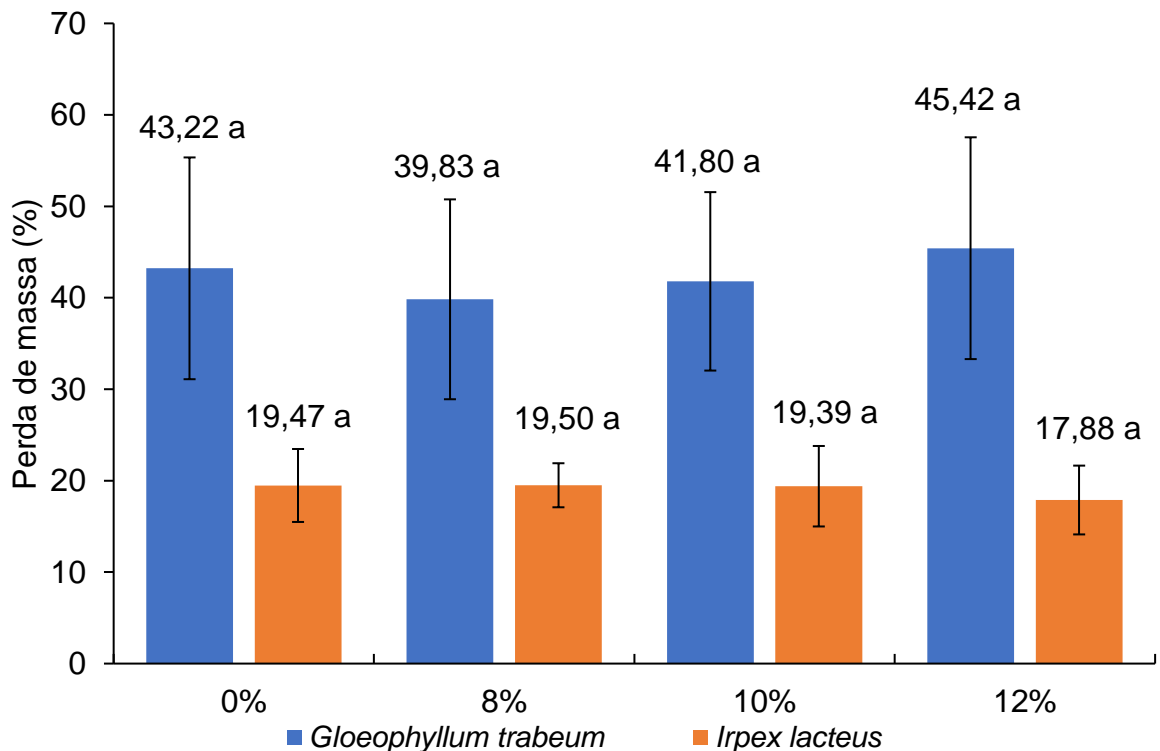
Para fungos xilófagos, não se encontrou na literatura resultados sobre a inibição fúngica do extrato da polpa de *C. cujete*. Foram somente encontrados resultados sobre a durabilidade da madeira impregnada com o extrato de *C. cujete*.

Menezes Filho (2020), relatam atividade antifúngica e antioxidante do extrato hidroetanólico floral de *Jacaranda ulei*, espécie da mesma família, que apresentou bom comportamento de inibição, para as quatro cepas investigadas, bem como comparado ao fungicida comercial *Cetoconazo*, e também relata que no extrato aquoso, não foram observadas nenhum efeito bacteriostático significativo sobre as cepas testadas.

#### **4.2. Resistência da madeira a fungos xilófagos em condições de laboratório**

Os valores de retenção para a madeira de marupá, impregnada com os extratos de cuia foram de aproximadamente  $18 \text{ kg m}^{-3}$  para todas as concentrações testadas. Esperava-se maiores valores de retenção para as concentrações testadas e que houvesse uma diferença entre as concentrações testadas. Lyra (2021) encontrou retenção variando de  $15\text{-}20 \text{ kg m}^{-3}$  para extratos madeireiros concentrados a 2% e  $25\text{-}35 \text{ kg m}^{-3}$  para a concentração de 4%.

A análise de variância não indicou diferença significativa para as diferentes concentrações da madeira impregnada e submetida aos fungos *G. trabeum* e *I. lacteus*. Os dados de perda de massa após 12 semanas de exposição aos fungos, bem como a comparação entre as médias, estão contidos na Figura 17.



As médias seguidas pela mesma letra, para cada fungo testado, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Figura 17: Perda de massa das madeiras testadas em ensaio de apodrecimento contra o fungo *Gloeophyllum trabeum* e *Irpex lacteus*.

Fonte: Autor (2023).

Observa-se que a espécie *Simarouba amara* Aubl, apresentou tendência de menor resistência ao ataque do fungo de podridão parda em relação ao de podridão branca ao longo do período de 12 semanas analisado. De acordo com Stangerlin et al. (2013), a madeira de *S. amara* submetida ao ataque dos fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Trametes versicolor* durante o período de 12 semanas alcançou perda de massa de 54% e 51%, respectivamente, indicando perda de massa similar entre os diferentes fungos de podridão parda testados. Tal fato não foi observado no presente

estudo em função do fungo de podridão branca utilizado no presente estudo ter apresentado menores valores.

De acordo com os resultados de Jesus e Abreu (2002), a madeira de *S. amara* submetida ao ataque de fungos de podridão branca (*Polyporus fumosus* e *Pycnoporus sanguineus*) apresentou perda de massa de 30,71% e 34,45%, sendo classificada como de moderada resistência.

No estudo de Oliveira e Costa (2018), a madeira de *S. amara* perdeu 45% e 43% de massa para os fungos de podridão parda e branca, respectivamente (*G. trabeum* e *T. versicolor*). Costa et al. (2018) encontraram perda de massa de aproximadamente 53% na madeira de *S. amara* submetida ao ataque do fungo *G. trabeum*. Para todos os estudos citados, a madeira de *S. amara* foi classificada como não resistente ao ataque dos fungos de podridão parda citados.

No presente estudo observou-se que a perda de massa obtidas foram pouco expressivas quando comparadas aos estudos citados anteriormente. Na Figura 17, a perda de massa da madeira de *S. amara* submetida ao fungo *G. trabeum* variou de 41-45%, classificando a madeira como de moderada resistência/não resistente (Tabela 2). Para o fungo de podridão branca testado, os valores obtidos classificaram a madeira como de alta resistência, no entanto, os dados obtidos diferem do encontrado pela literatura para a maioria dos fungos de podridão branca, sendo o *S. amara* comumente classificado como de moderada a baixa resistência natural.

Tabela 2 – Classificação da durabilidade natural da madeira *Simarouba amara* impregnada com extratos de polpa de *C. cujete* e testada aos fungos *Gloeophyllum trabeum* e *Irpex lacteus*.

Concentração (%) (m:v)	Classe de durabilidade natural	
	<i>G. trabeum</i>	<i>Irpex lacteus</i>
0	Moderadamente resistente	Resistente
8	Moderadamente resistente	Resistente
10	Moderadamente resistente	Resistente
12	Não resistente	Resistente

Fonte: Autor (2023).

Os resultados encontrados no presente trabalho diferem do encontrado por Viana et al. (2017), onde os extratos aquoso e hidroalcolico da polpa de *Crescentia*

*cujete*, mostrou maior eficiência na proteção da madeira contra o ataque do fungo *Pycnoporus sanguineus* nas concentrações de 5%. Ainda para os mesmos autores, o extrato aquoso a 10% proporcionou piores resultados. Cabe destacar que os autores realizaram o teste de durabilidade da madeira de *S. amara* em placa de Petri durante 30 dias.

### **4.3. Caracterização física da madeira impregnada**

#### **4.3.1. Absorção de água na madeira**

Os valores de absorção de água durante a saturação das amostras podem ser observados na Figura 18. Notou-se que o extrato de *C. kujete* proporcionou uma ligeira redução da absorção de água das amostras. Durante as primeiras 24 horas as amostras tratadas apresentaram cerca de 110%, enquanto a amostra controle apresentou cerca de 135% de absorção de água. Ao final do ensaio, a diferença foi 10% entre a amostra controle e as amostras tratadas.

Para Júnior et al. (2021), no que se refere a taxa de absorção de umidade percebe-se que o teor de sílica influenciou diretamente nessa propriedade, assim com a impregnação de extratos ou resinas com propriedades mais hidrofóbicas na madeira, a absorção de água pode ser diminuída.

Na Tabela 3 tem-se os resultados de retração nas respectivas direções tangencial, radial, além da contração volumétrica e fator anisotrópico após os impregnação do extrato de *C. kujete*. Observa-se que os valores foram similares entre as concentrações testadas, não indicando efeito do extrato testado na estabilidade dimensional da madeira de *S. amara*.

Pode ser observado que retratibilidade tangencial foi maior que a radial, estando semelhante ao do que é citado na literatura. As variações dimensionais na direção radial são menores do que no sentido tangencial devido à orientação transversal dos raios e da presença de pontuações areoladas predominante nas paredes radiais das fibras/traqueoides, causando desvios nas microfibrilas de celulose na camada S2. (OLIVEIRA, 2022).

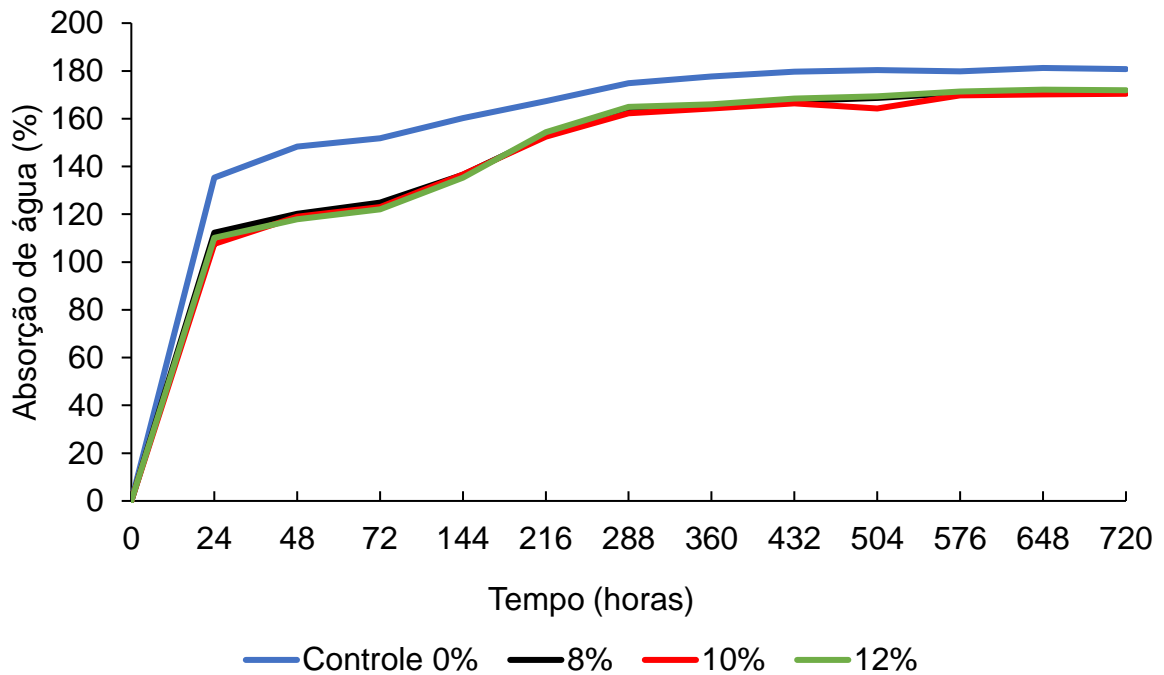


Figura 18: Taxa de absorção de água das amostras tratadas e controle durante a saturação em água destilada.  
Fonte: Autor (2023).

Tabela 3. Valores médios das contrações tangencial, radial e volumétrica da amostra tratada com extrato de *Crescentia cujete*

Tratamento	Contração (%)			Fator anisotrópico
	Tangencial	Radial	Volumétrica	
Controle	6,30 (0,37)	2,66 (0,44)	9,00 (0,60)	2,46 (0,66)
8%	6,33 (0,31)	2,74 (0,23)	9,15 (0,38)	2,33 (0,20)
10%	6,33 (0,36)	2,86 (0,36)	9,30 (0,56)	2,25 (0,35)
12%	6,22 (0,36)	2,78 (0,26)	9,08 (0,35)	2,26 (0,29)

Fonte: Autor (2023).



## 5. CONCLUSÕES

O potencial de inibição variou entre as concentrações testadas para o fungo *Gloeophyllum trabeum*, tendo a concentração de 8% apresentado os melhores resultados. Não foram obtidas retenções satisfatórias do extrato de cuia na madeira de marupá. Com relação a durabilidade natural da madeira de *Simarouba amara* impregnada, mesmo utilizando maiores concentrações, os resultados foram inexpressivos quando comparados com controle. Sendo assim, não houve melhoria na durabilidade natural da madeira de *S. amara* tratada com extrato etanólico. Para os dados de retratibilidade da madeira, os extratos testados não proporcionaram melhorias na estabilidade dimensional da madeira de *S. amara*.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALFAIA, Tarcísio costa. **Avaliação de potencial termiticida da polpa de cuia (*cujete crescentia*)**. 2016. Monografia (Universidade do Estado do Amazonas).
- ALMEIDA, Tiago Hendrigo de. **Estudo da estabilidade dimensional de madeiras tropicais brasileiras**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- ALVES, M. C.; SANTOS, C. P. F. *Crescentia kujete*: aspectos fitoquímicos e atividades biológicas – uma revisão. **Anais I CONAPESC...** Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/17919>>. Acesso em: 22/02/2023.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-1110**: Standard test methods for water solubility of wood. Annual Book of ASTM Standard, Philadelphia, 2005, 2p.
- AMERICAN WOOD PRESERVERS' ASSOCIATION. AWWA-E14: standard method of evaluating wood preservatives in a soil bed. Book of Standards, Washington, 2014. 5p.
- AMERICAN WOOD PROTECTION ASSOCIATION. AWWA Book of Standards, Birmingham, 2016. 642p.
- ARANTES, V.; MILAGRES, A.M.F. **Relevância de compostos de baixa massa molar produzidos por fungos e envolvidos na biodegradação da madeira**. Química ova, v.32, p.1586-1595, 2009.
- ARAÚJO, A.L. *Caracterização Física, Química e Toxicidade do Fruto do Cuité*. Tese de Mestrado, Cuité, 2015.
- ARCHER, K.; LEBOW, L. **Wood preservation**. In: WALKER, J. C.F. (Ed). Primary wood processing: principles and practice. Berlim: Springer-Verlag, 2006. p. 297- 338. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 7190: projeto de estruturas de madeira. Anexo B – Determinação das propriedades das madeiras para projeto de estruturas. Rio de Janeiro: ABNT; 1997. 107 p.
- BAHIA, Marina Santos. **Biodeterioração e a durabilidade da madeira: estudo de aspectos construtivos em Campo Mourão-PR**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- BARBOSA, Lucas de Jesus; SOUSA, Wilza Carla Santos. Agrupamento de espécies amazônicas por meio de características tecnológicas da madeira. 2018.
- BARILLARI Cristiane Tabarelli. **Durabilidade da madeira do gênero Pinus tratada com preservantes: avaliação em campo de apodrecimento**. 2022 (Mestrado em Ciências Florestais). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 68p.

BRISCHKE, cristão; MEYER, Linda; BORNEMANN, Thomas. **O potencial das medições do teor de umidade para testar a durabilidade dos produtos de madeira.** Ciência e tecnologia da madeira, v. 47, n. 4, pág. 869-886, 2013.

BRITO, Ana Claudia da Silva et al. **Avaliação da eficácia e repelência do extrato foliar da “cuieira” (*crecidentia cujete* L.) contra cupins no município de Parintins AM.** 2021.

BROCCO, V. F. **Extratos de resíduos industriais da madeira de teca para proteção da madeira a organismos xilófagos.** 2019, 90f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, 2019.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. Anatomía da madeira são paulo: nobel, 154p. 1991.

CALIL JÚNIOR, Carlito; DIAS, Antonio Alves. **Utilização da madeira em construções rurais.** Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental, v. 1, n. 1, p. 71-77, 1997.

CARVALHO, P. R. S. **Extratos vegetais: potencial elicitador de fitoalexinas e atividade antifúngica em antracnose do cajueiro.** Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP: UNESP, 2010.

CASTRO, Ademir Silva; AGUIAR, Izonete de Jesus Araujo. **Micromorfologia da degradação de madeira da espécie amazônica *Hura crepitans* L. por fungos lignolíticos pertencentes a classe Hymenomycetes.** Acta Amazonica, v. 31, n. 3, p. 397-397, 2001.

CLAUSEN, C. A. Biodeterioration of wood. In: ROSS, R.J. *Wood handbook: wood as an engineering material.* 100.ed. Madison: USDA, 2010. p.312-327.

COPANT - COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. COPANT 461: Método de determinación del peso específico aparente. 1972a.

CORADIN, V. T. R.; CAMARGOS, J. A. A.; PASTORE, T. C. M.; CHRISTO, A. G. **Madeiras comerciais do Brasil:** chave interativa de identificação baseada em caracteres gerais e macroscópicos. Serviço Florestal Brasileiro, Laboratório de Produtos Florestais: Brasília, 2010. CD-ROM.

COSTA Alexandre Florian., 2005. **Durabilidade de madeiras tratadas e não tratadas em campo de apodrecimento.** Floresta e Ambiente, v. 12, n. 1, p. 7-14, 2012.

COSTA, A. F.; DA SILVEIRA, M. F., GOUVEIA, F. N., MOREIRA, A. C. O., OLIVEIRA, J. R. V., SILVA, A. S. V. S., ALMEIDA, G. F. Natural resistance of eight Brazilian wood species from the region Caatinga determined by an accelerated laboratory decay test against four fungi. **Holzforschung.** v.73, p.151-154, 2018.

COSTA, Mírian de Almeida. **Avaliação de metodologias alternativas para caracterização do ataque de fungos apodrecedores de madeiras.** 2009.

CURLING, S.; WINANDY, J.E.; CLAUSEN, C.A. An experimental method to simulate incipient decay of wood by basidiomycete fungi. In: The International Research Group on Wood Preservation; Section 2, Test methodology and assessment; IRG/WP 00-20200, 31., 2000, Kona, USA. Proceedings... Kona: IRG, 2000. 13p.

Ejelonu BC, Lasisi AA, Olaremu AG, Ejelonu OC. **The chemical constituents of calabash (*Crescentia cujete*).** African Journal of Biotechnology. V.10, n.84, p.31-36. 2011.

FIGUEIREDO, Ádrya; SILVA, Ademir Castro. **Atividade "in vitro" de extratos de *Pycnoporus sanguineus* e *Lentinus crinitus* sobre o fitopatógeno *Fusarium* sp.** *Acta Amazonica*, v. 44, p. 1-8, 2014.

FREITAS, Danilo Leão; CARVALHO, Douglas Edson; BELTRAME, Rafael; DOS SANTOS, Gleison Augusto. Estabilidade dimensional da madeira de clones de *Eucalyptus* spp. ***Scientia Agraria Paranaensis***, v. 15, n. 4, p. 435-439, 2016.

FREITAS, J.A. de; VASCONCELO, F. J. de. 2010. Identificação prática de madeiras comerciais da Amazônia. Método macroscópico de comparação. Manaus: CNPq: CTAmazônia, 54p.: il. color.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, L. P. Secagem racional da madeira. São Paulo, Nobel, 1985, 112p.

GONÇALVES, F. G.; OLIVEIRA, J. T. S.; LUCIA, R. M. D.; SARTORIO, R. C. Estudo de algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. ***Revista Árvore***, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 501-509, 2009.

HELTZEL, C. E. *et al.* **Furofuranonaphthoquinones: bioactive compounds with a novel fused ring system from *Crescentia cujete*.** *Tetrahedron*, v.49, n.31, p. 6757-6762, 1993.

HIGHLEY, T.L.; MURMANIS, L.; PALMER, J.G. **Micromorphology of degradation in western hemlock and sweetgum by the brown-rot fungus *Poria placenta*.** *Holzforschung*, v.39, p.73-78, 1985.

JESUS, Maria Aparecida de; ABREU, Raimunda Liége Souza de. Durabilidade natural da madeira de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). I. fungos. ***Acta Amazonica***, v. 32, p. 663-663, 2002.

JÚNIOR, P. R., Acosta, A. P., Schulz, H. R., Gallio, E., & Gatto, D. A. Propriedades físicas e químicas da madeira de *Pinus elliottii* impregnada com sílica. 2021

KANEKO T, Ohtani K, Kasai R, Yamasaki K, Duct NM. *N*-alkyl glycosides and phydroxybenzoyloxy glucose from fruits of *Crescentia cujete*. *Phytochemistry*. 1998; V.47, no.02, 59-63.

LELIS, A.T.; BRAZOLIN, S.; FERNANDES, J.L.G.; LOPEZ, G.A.C.; MONTEIRO, M.B.B.; ZENID, G.J. **Biodeterioração de madeiras em edificações**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 54p. 2001.

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, p.145-155, 2020.

LOPEZ, G.A.C; MILANO, S. **Avaliação da durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua proteção**. In: LEPAGE, E.S. Manual de preservação de madeiras. São Paulo: IPT, 1986. v.2, p.473-510.

LORENZI, H.; ABREU, F. J; Plantas medicinais no Brasil nativas e exóticas. 2021.

LPF. Banco de Dados de Espécies de Madeiras Brasileiras. Disponível em: <[www.ibama.gov.br/lpf/madeira](http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira)>. Acesso em: fev. 2023.

LUCHTEMBERG, Paulo Henrique Queiroz. Resistência natural de dez espécies de madeiras amazônicas submetidas ao ataque de fungos apodrecedores em ensaio de laboratório. 2013.

LUNZ, A.M. **Degradação da madeira de seis essências arbóreas causadas por Scolytidae (Coleoptera)**. 160f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.

MANHEZI, A. C. *et al.* **Utilização de ácidos graxos essenciais no tratamento de feridas**. Rev. Bras. Enferm., vol. 61, n. 5, p. 620-628, Brasília 2008.

MARCONDES, Emilson et al. **Resistência natural da madeira de duas espécies amazônicas em ensaios de deterioração de campo**. Scientia Plena, v. 9, n. 6, 2013.

MELO, R.R.; DEL MENEZZI, C.H.S. **Comportamento reológico da madeira e derivados**. Ciência da Madeira, v.1, n.1 p. 25-40, 2010.

MELO, Rafael Rodolfo. Estabilidade dimensional de compostos de madeira. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 4, n. 2, p. 10-12953/2177-6830. v04n02a03, 2013.

MENDES, A.S.; ALVES, M.V. da S. **A deterioração da madeira e sua preservação**. Brasília: IBDF, 1988. 57p.

MENEZES FILHO, Antonio Carlos Pereira. Avaliação química, antifúngica e antioxidante do óleo essencial da flor de *Fridericia platyphylla* (Cham.) LG Lohmann. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 1, 2020.

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, v.16, n.1, p.45-50, 2006.

MORESCHI, J.C. **Biodeterioração da madeira**. Curitiba: FUPEF. 2005. 43p.

MORESCHI, João Carlos. Propriedades da madeira. **Departamento de Engenharia e Tecnologia Floresta I-UFPR. Paraná**, v. 4, p. 01-208, 2012.

MOTTA, J. P. et al., **Resistência natural da madeira de *Tectona grandis* em ensaio de laboratório**. Ciência Rural, v.43, n.8, p.1393-1398, 2013. Nova Odessa SP; Instituto Plantarum, p 86-87.

OLIVEIRA, A.M.F.; LELIS, A.T.; LEPAGE, E.S.; LOPEZ, G.A.C.; OLIVEIRA, L.C.S.; CAÑEDO, M.D.; MILANO, S. **Agentes destruidores da madeira**. In: **LEPAGE, E.S. Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v.1, p. 99-278.

OLIVEIRA, Arielle Kathyelen de Oliveira et al. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Liquidambar styraciflua* L. aos 8 anos. 2022

OLIVEIRA, Elian Meneses; COSTA, Alexandre Florian. **Resistência natural e colorimetria de madeiras submetidas ao ataque de fungos xilófagos**. 2018.

OLIVEIRA, José Tarcísio da Silva; SILVA, José de Castro. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, v. 27, p. 381-385, 2003.

OLIVEIRA, L. C. S.; CAÑEDO, M. D.; MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras** São Paulo: IPT, 1986. v. 1, p. 99-278.

PAES, J. B.; SOUZA, A. D.; LIMA, C. R.; NETO, P. N. M. Eficiência dos óleos de nim e mamona contra cupins xilófagos em ensaio de alimentação forçada. **Cerne**, v. 16, p. 105–113, 2010.

PAES, Juarez Benigno et al., **Eficiência dos óleos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e mamona (*Ricinus communis* L.) na resistência da madeira de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.) a fungos xilófagos em simuladores de campo**. Ciência Florestal, v. 22, n. 3, p. 617-624, 2012.

PAES, Juarez Benigno et al., **Resistência natural de nove madeiras do semiárido Brasil eiro a fungos xilófagos em simulares de campo**. Revista Árvore, v. 33, p. 511-520, 2009.

PALA, Helena. **Constituição e mecanismos de degradação biológica de um material orgânico: a madeira**. Construção Magazine, n.20, p.54-62, 2007.

PASHANASI-AMASIFUEN, Beto; APONTE-JARAMILLO, Analy Nohely; MATHIOS-FLORES, Marco Antonio. Crecimiento de Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) y Marupa (*Simarouba amara*) dentro de un sistema agroforestal en multiestratos. **Revista Peruana de Pesquisa Agrícola**, v. 1, não. 1 pág. e10-e10, 2022.

PAULA, M. H. et al., **Utilização de métodos não destrutivos para caracterização simplificada da madeira de cumaru (*Dipteryx odorata Willd*)**. Biodiversidade, Brasília, v. 15, n. 2, p. 136- 149, 2016.

PINTO, Adrianna Amorim de Sousa. Eficiência de extrativos da folha de *Tectona grandis* Lf na inibição de fungos apodrecedores de madeira. 2020.

POMETTI, C. L. et al., **Durability of five native Argentine wood species of the genera *Prosopis* and *Acacia* decayed by rot fungi and its relationship with extractive content**. Biodegradation, v.21, n.5, p.753-760, 2010.

RÄBERG, U.; TERZIEV, N.; GEOFFREY, D. **Degradation of scots pine and beech wood exposed in four test fields used for testing of wood preservatives**. International Biodeterioration & Biodegradation, v.79, p.20-27, 2013.

RAMOS, Carolina Silva et al. Efeito do extrato de coité (*Crescentia cujete*) sobre o reparo tecidual em lesões cutâneas não contaminadas e contaminadas em ratos. 2015.

REINPRECHT, L. **Wood deterioration, protection and maintenance**. United Kingdom: Wiley Blackwell, 2016, 366p.

REINPRECHT, Ladislav. **Wood deterioration, protection and maintenance**. John Wiley & Sons, 2023.

REVILLA, J. **Apontamentos para a cosmética amazônica**. Manaus: INPA, 532p. 2002.

ROWELL, R. M. et al., Cell wall chemistry. In: ROWELL, R. M. (Org.). **Wood chemistry and wood composites**. Florida: CRC Press: 2005, p. 43 - 83.

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

SCHMIDT, O. **Wood and tree fungi: biology, damage, protection and use**. Berlin: Springer-Verlag, 2006, p. 135 -146.

SCHWARZE, F.W.M.R. Resistance of fibre regions in wood of *Acer pseudoplatanus* degraded by *Armillaria mellea*. Mycological Research, v.104, p.1126-1132, 2000.

SHANBHAG, Rashmi R.; SUNDARARAJ, R. Propriedades físicas e químicas de algumas madeiras importadas e sua degradação por cupins. **Journal of Insect Science** , v. 13, n. 1, pág. 63, 2013.

SHASTRY, C. S. et al., Antivenom activity of ethanolic extract of *Crescentia cujete* fruit. International Journal of Phytomedicine, vol. 4, n. 1, p. 108-114, 2012.

SILVA, Anna Sofya Vanessa Silvério da. Identificação e potencial degradativo de fungos lignocelulolíticos associados às podridões branca e parda. 2018.

SILVA, C. A. et al., **Biodeterioration of Brazil wood *Caesalpinia echinata* Lam. (Leguminosae - Caesalpinioideae) by rot fungi and térmites**. International Biodeterioration & Biodegradation, v. 60, n.4, p. 285-292, 2007a.

SILVA, E. S., STANGERLIN, D. M., GATTO, D. A., CALEGARI, L., PARIZ, E. (2015). "Colorimetria da madeira de oito espécies nativas do estado do Rio Grande do Sul, Brasil". **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, 6(1): 31-37.

SPLETOZER, Aline Gonçalves et al. Plantas com potencial inseticida: enfoque em espécies amazônicas. *Ciência Florestal*, v. 31, p. 974-997, 2021.

STALLBAUN, P. H. et al., **Resistência natural da madeira de *Tachigali vulgaris* ao fungo xilófago *Postia placenta***. Pesquisa Florestal Brasil eira, Colombo, v. 36, n.88, p. 459- 463, 2016.

STANGERLIN, D.M.; COSTA, A.F.; GARLET, A.; PASTORE, T.C.M. Resistência natural da madeira de três espécies amazônicas submetidas ao ataque de fungos apodrecedores. *Ciência da Madeira*, Pelotas, v. 4, n.1, p.15-32, 2013.

STIENEN, T.; SCHMIDT, O.; HUCKFELDT, T. **Wood decay by indoor asidiomycetes at different moisture and temperature**. *Holzforschung*, v.14, n.1, p.9-15, 2014.

VIANA et al., Tratamento superficial da madeira com extrato da polpa de *Crescentia cujete* L., efeito na proteção contra fungos xilófagos. In: **ANAIS 2 CONGRESSO AMAZÔNICO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**. 2017. p. 39.

Vivian, Magno Alan, et al., "Efeito do tratamento preservante e da exposição a campo na resistência mecânica da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana*." *Revista de Ciências Agroveterinárias* 20.3 (2021): 241-249.

WORRALL, J.J.; ANAGNOST, S.E.; ZABEL, R.A. **Comparison of wood decay among diverse lignicolous fungi**. *Mycologia*, v.89, n.2, p.199-219. 1997.

ZABEL, R. A.; MORRELL, J. J. **Wood Microbiology: Decay and Its Prevention**. 2. ed. [s.l.] Elsevier, 2020.

ZENID, Geraldo José; CECCANTINI, Gregório CT. Identificação macroscópica de madeiras. **São Paulo: IPT**, 2007.