



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL – BACHARELADO I

DIANA NERES DOS SANTOS

**A INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO PRESERVATIVO COM ARSENIATO DE
COBRE CROMATADO (CCA) NA ESTRUTURA ANATÔMICA E
PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DA MADEIRA DE PARICÁ
(*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby)**

**IMPERATRIZ-MA
2023**

DIANA NERES DOS SANTOS

**A INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO PRESERVATIVO COM ARSENIATO DE
COBRE CROMATADO (CCA) NA ESTRUTURA ANATÔMICA E
PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DA MADEIRA DE PARICÁ
(*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, para obtenção de diploma de Engenharia Florestal- Bacharelado.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Niara Moura Porto

Coorientador: Prof. Me. João Miguel Santos Dias

**IMPERATRIZ-MA
2023**

S237i

Santos, Diana Neres dos

A influência do tratamento preservativo com arseniato de cobre cromatado (cca) na estrutura anatômica e propriedades físico-mecânicas da madeira de paricá (*Schizolobium Parahyba* var. *amazonicum* (huber ex ducke) barneby). / Diana Neres dos Santos. – Imperatriz, MA, 2023.

46 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2023.

1.Tecnologia da madeira. 2.Paricá. 3.Arseniato de cobre cromatado. 4.Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 674:582.736.2

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Mateus de Araújo Souza CRB13/955**

DIANA NERES DOS SANTOS

**A INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO PRESERVATIVO COM ARSENIATO DE
COBRE CROMATADO (CCA) NA ESTRUTURA ANATÔMICA E
PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DA MADEIRA DE PARICÁ
(*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Centro de Ciências Agrárias da Universidade
Estadual da Região Tocantina do Maranhão –
UEMASUL, para obtenção de diploma de
Engenharia Florestal- Bacharelado.

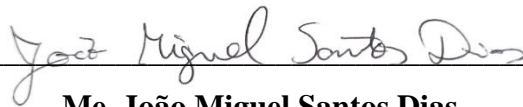
Orientadora: Prof^ª. Dra. Niara Moura Porto
Coorientador: Prof. Me. João Miguel Santos Dias

Aprovado em: 21/01/2023

BANCA EXAMINADORA



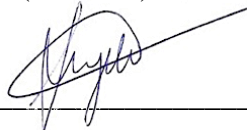
Profa. Dra. Niara Moura Porto
Doutora em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos
(Orientadora)



Me. João Miguel Santos Dias
Mestre em Engenharia Ambiental Urbana
(Coorientador)



Profa. Dra. Ivaneide de Oliveira Nascimento
Doutora em Agroecologia
(Membro)



Me. Dalton Henrique Ângelo
Mestre em Ciências Florestais e Ambientais
(Membro)

Dedico este trabalho a minha família em especial a minha querida mãe (*In memorian*) e ao meu avô (*In memorian*), por todo carinho e cuidado dedicado a mim quando em vida.

AGRADECIMENTOS

À Deus por sempre cuidar de mim e nunca me deixar desistir mesmo quando as coisas pareciam não ir muito bem e por sempre ter me guiado por ótimos caminhos e colocado as melhores pessoas na minha vida, que de certa forma contribuíram para que eu chegasse aonde cheguei.

Agradeço a minha família por ter dado subsídio durante a graduação permitindo que eu concluir a mesma e chegasse aonde cheguei, em especial a minha Tia e madrinha Arenilde dos Santos Silva e meu tio e padrinho José Edvaniso da Silva, por serem verdadeiros pais e incentivadores na minha vida fazendo com que eu continuasse persistindo nos meus estudos e acreditando na educação como porta de entrada para uma vida melhor.

Ao meu irmão Marcelo Neres Carvalho de Sousa, pelas conversas e trocas de experiências que muitas vezes me divertiram enquanto estava aflita fazendo trabalhos desta graduação, a minha irmã Rafaela Neres dos Santos e ao meu cunhado Cleyson Wendell Dias Silva que me deram um sobrinho lindo e me presentearam com a missão quiçá mais importante da minha vida que é ser madrinha do Jonas, que também gostaria de agradecer por me animar nos dias que estava pra baixo.

A minha orientadora querida Dra. Niara Moura Porto por todo carinho cuidado e apoio, por ter me abraçado e me acolhido como sua filha científica durante a graduação, e ao meu coorientador Me. João Miguel Santos Dias, pela disposição, dedicação, paciência e aprendizado durante a produção deste trabalho.

A Bruna por todo carinho, cuidado, amor, pelo coração lindo e acolhedor e por sempre me incentivar a ser melhor, conquistar meus objetivos, não desistir dos meus sonhos e ser meu porto seguros nos dias ruins.

Ao Jociel Nascimento de Noronha por ser um amigo incentivador, cuidadoso, leal e dedicado, que mesmo de longe continua a me inspirar a ser como ele, gentil, educado, cortês, inteligentíssimo e organizado.

Aos meus amigos do Laboratório de Microscopia, Daniel, Maria Fernanda, João Lucas e Graziela, pelos momentos de descontração e as trocas de conhecimentos.

Aos meus amigos do LABTEC, em especial Vitor e Raymara, que me permitiram conhecer a Bruna e tanto me divertiram durante o almoço com trocas de experiências.

Aos meus amigos do curso de Engenharia Florestal em especial a minha queridíssima amiga Vitória Régia Bezerra Sousa que esteve comigo em grande parte da graduação e que é uma amiga que vou levar para vida.

Aos colegas do LEMATICON, em especial Vinícius de Sousa Lima e Sandriel Lima Nascimento, que muito me ajudaram na execução do presente estudo durante os ensaios mecânicos e testes físicos.

Aos amigos discentes da UEMASUL que fizeram parte da minha vida durante a graduação em especial a Beatriz Viana Vilela (Bia Rose), obrigada pelas experiências trocadas e os aprendizados concebidos e por tornarem meus dias mais agradáveis durante a graduação.

A todos os professores da UEMASUL que direta e indiretamente fizeram parte da minha formação, agradeço por cada conhecimento repassado que moldou meus pensamentos críticos e me fizeram uma pessoa preparada para enfrentar os desafios fora da graduação.

Ao grupo Arboris por gentilmente ter subsidiado as amostras que foram de fundamental importância para a construção deste trabalho.

Por fim agradeço a Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, por fornecer, todo subsídio necessário para minha formação.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

(Chico Xavier)

RESUMO

Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) é uma Fabaceae pioneira nativa da Amazônia que apresenta rápido crescimento e uniformidade do fuste. Esta espécie é recomendada para reflorestamento e recuperação de áreas degradadas e vem demonstrando boa trabalhabilidade no setor florestal, sendo comparada ao uso de espécies como eucalipto e pinus. A sua produção tem crescido exponencialmente bem como as áreas de florestas plantadas no Brasil. O emprego na área da construção civil principalmente na produção de painéis de compensados mostra resultados positivos, demonstrando ser uma espécie promissora para o setor florestal. O presente trabalho objetivou realizar a comparação entre madeiras tratadas e não tratadas com Arseniato de Cobre Cromatado (CCA), através da descrição anatômica das estruturas da planta bem como de testes físicos e ensaios mecânicos com a madeira de paricá. Os ensaios mecânicos e testes físicos foram realizados no laboratório de Estruturas e de Materiais de Construção da UEMASUL campus Açailândia e a descrição anatômica no laboratório de microscopia da UEMASUL campus Imperatriz. Para a realização dos cortes anatômicos os corpos de prova foram amolecidos por meio de uma solução de glicerina (12,5%) e água destilada (37,5%) preparadas em um becker e armazenados em estufa à 60 °C e posteriormente cortados a mão livre com auxílio de lâminas comerciais, e fixados observados e fotografados no microscópio. Para determinação de teor de umidade e densidade aparente foi mensurada as dimensões dos corpos de provas (CPs) com um paquímetro analógico STORM. Em seguida os CPs foram acondicionados em estufa de secagem a temperatura média de $103 \pm 2^\circ \text{C}$. As massas foram obtidas através de pesagem com o auxílio de balança de precisão até uma variação abaixo ou igual a 0,5% entre dois resultados seguidos. Os resultados médios obtidos mostram que não houve diferença significativa entre amostras tratadas e não tratadas tanto entre fotomicrografias observadas dos cortes anatômicos quanto nos valores obtidos nos testes físicos e ensaios mecânicos.

Palavras-chave: Agentes xilófagos; densidade aparente; planta; umidade.

ABSTRACT

Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) is a pioneer Fabaceae native to the Amazon that presents fast growth and stem uniformity. This species is recommended for reforestation and recovery of degraded areas and has been demonstrating good workability in the forest sector, being compared to the use of species such as eucalyptus and pine. Its production has grown exponentially as well as the areas of planted forests in Brazil. Employment in the civil construction area, mainly in the production of plywood panels, shows positive results, proving to be a promising species for the forestry sector. The present work aimed to compare wood treated and not treated with Chromated Copper Arsenate (CCA), through the anatomical description of the plant structures as well as physical tests and mechanical tests with paricá wood. The mechanical tests and physical tests were carried out at the Structures and Construction Materials laboratory at UEMASUL campus Açailândia and the anatomical description at the microscopy laboratory at UEMASUL campus Imperatriz. To carry out the anatomical cuts, the specimens were softened using a solution of glycerin (12.5%) and distilled water (37.5%) prepared in a beaker and stored in an oven at 60 °C and subsequently cut at free hand with the aid of commercial slides, and fixed observed and photographed under the microscope. To determine the moisture content and apparent density, the dimensions of the specimens (CPs) were measured with a STORM analog caliper. Then the CPs were placed in a drying oven at an average temperature of $103 \pm 2^\circ$ C. The masses were obtained by weighing with the aid of a precision scale until a variation below or equal to 0.5% between two consecutive results. The mean results obtained show that there was no significant difference between treated and untreated samples, both between observed photomicrographs of anatomical sections and in the values obtained in physical tests and mechanical tests.

Keywords: Xylophagous agents; apparently density; plant; moisture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: imagem da espécie paricá.....	19
Figura 2: Imagem de satélite da cidade de Dom Eliseu, PA.....	22
Figura 3: Imagem de satélite da localização da sede da empresa Adeco Compensados, representante do grupo Arboris em Dom Eliseu.....	23
Figura 4: imagem das toras antes do processo de preservação da madeira com CCA na empresa FR madeiras tratadas.....	23
Figura 5: material utilizado para extração dos corpos de prova.....	24
Figura 6: corpos de prova para ensaios mecânicos e testes físicos.....	25
Figura 7: corpos de prova utilizado para realização dos cortes anatômicos.....	26
Figura 8: Imagem de amostras em solução macerrante.....	27
Figura 9: Fotomicrografia da seção transversal.....	28
Figura 10: Poros e Vasos de <i>Schizolobium amazonicum</i>	30
Figura 11: Fotomicrografias dos raios da madeira de <i>Schizolobium amazonicum</i>	31
Figura 12: Fotomicrografia da seção tangencial mostrando as fibras de <i>Schizolobium amazonicum</i>	32
Figura 13: Seção transversal, mensuração dos vasos.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados quantitativos dos vasos, raios e parênquima axial da madeira de <i>Schizolobium amazonicum</i> . / madeira não tratada.....	33
Tabela 1.1: Dados quantitativos dos vasos, raios e parênquima axial da madeira de <i>Schizolobium amazonicum</i> . / madeira tratada.....	33
Tabela 2: Resultados médios das dimensões das fibras de <i>Schizolobium amazonicum</i> madeira sem tratamento.....	36
Tabela 2.1: Resultados médios das dimensões das fibras de <i>Schizolobium amazonicum</i> de madeira tratada.....	36
Tabela 3: valores de densidade aparente, módulo de elasticidade na compressão paralela às fibras e resistência à compressão paralela às fibras da madeira de paricá.....	37

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
C	Comprimento da fibra
CF	Coefficiente de Flexibilidade
CPs	Corpo de Provas
CR	Coefficiente de Rigidez
DL	Diâmetro do lume
E	Espessura de Parede
FBR	Fibras
FP	Fração Parede
IB	Índice de Boiler
IBÁ	Indústria Brasileira de Árvores
IE	Índice de Enfeltramento
IM	Índice de Mulsteph
IR	Índice de Runkel
L	Largura da fibra
PAV	Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico
PF	Placa de perfuração
PI	Pontoações intervasculares
PIB	Produto Interno Bruto
PRV	Pontoações raios-vasculares
PS	Pontuações simples
SP	Septos
CV	Coefficiente de variação
U	Teor de umidade
Pap	Densidade aparente
MLC	Madeira Lamelada Colada
CLT	Cross Laminated Timber
LVL	Laminated Veneer Lumber/Painéis de Lâminas Paralelas
DAP	Diâmetro a Altura do Peito
PSF	Ponto de saturação das fibras
ρ_{ap}	Densidade aparente

Eco	Rigidez a compressão paralela as fibras
f_{co}	Modo de compressão paralela as fibras
CV	Coefficiente de variação
Desv. Pad	Desvio padrão
NT	Não tratada
T	Tratada

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
μm	Micrometros
g.cm^{-3}	Gramas por centímetro cúbico
h	Hora
mm	Milímetros
mm^2	Milímetros quadrado
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
μm	Micrômetro
U	umidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo Geral.....	19
2.2	Objetivos Específicos	19
3	REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1	Madeira.....	20
3.2	Propriedades físicas e mecânicas.....	22
4	METODOLOGIA	24
4.1	Obtenção das amostras.....	24
4.2	Análise microscópica anatômica da madeira	26
4.3	Mensuração dos vasos	28
4.4	Quantificação das fibras.....	28
4.5	Ensaio de caracterização física e mecânica.....	29
4.6	Análises Estatísticas	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1	Análise do parênquima axial.	30
5.2	Mensuração dos vasos	31
5.3	Mensuração do parênquima radial (Raios).....	33
5.4	Análise das fibras	33
5.5	Análise Quantitativa da Madeira	34
5.6	Diâmetro dos vasos	36
5.7	Largura, altura dos raios	36
5.9	Mensuração das fibras.....	36
5.10	Caracterização física e mecânica.....	39
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

A madeira possui características exclusivas quase nunca disponíveis em outros tipos de materiais como facilidade de trabalhabilidade que pode ter seu emprego em vários setores de bens e consumo (COSTA et al., 2017).

No território brasileiro, em torno de 9.550.00 ha são de monoculturas florestais e 96% desses plantios são de espécies como eucalipto (*Eucalyptus* sp.) e pinus (*Pinus* sp.), e os 4% restantes representam seringueira (*Hevea* sp.), acácia (*Acacia* sp.), teca (*Tectona grandis* L.f.) e paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) (IBÁ, 2021). Isso mostra a escarcas das espécies nativas do Brasil utilizadas para a produção florestal de monocultura em grande escala, a grande maioria é de espécie exóticas como o gênero *Eucalyptus* sp.

Conforme Tuchetto-Zolet et al. (2012), a espécie conhecida popularmente como paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby), pertence à família Fabaceae e subfamília Caesapinoideae, está distribuída da América Central ao Sul do Brasil, possui indivíduos nativas da Floresta Amazônica e da Mata Atlântica. A distribuição geográfica é ampla e distinta com duas variedades muito semelhantes: *S. parahyba* var. *parahyba* Barneby (guapuruvu) e *S. parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (paricá).

Schizolobium parahyba var. *amazonicum* se trata de uma planta originária da região amazônica, que é cultivada no país desde os anos 90, principalmente na região Norte brasileira, e é considerada como indivíduo arbóreo de grande importância para a utilização na restauração ecológica e florestal (GOMES et al., 2021). Isso se deve, ao fato de que a planta apresentar rápido crescimento e possuir fuste predominantemente reto desprovido de galhos (VIDAURRE et al., 2018). No ano de 2018, foi a quinta espécie com maior quantitativo de produção no Brasil (IBÁ, 2019), concentrando grande parte da produção nos estados do Pará e Maranhão (SANTOS, 2012). No ano de 2021 paricá estava entre as espécies cultivadas no Brasil responsável pelo aumento de 1,9% área total de árvores plantadas no Brasil (IBÁ, 2022).

Segundo Silveira et al. (2017) e Costa et al. (2020), a produção da espécie paricá apresenta uma relevância econômica, uma vez que apresenta propriedades físicas e mecânicas compatíveis com a indústria de produção de laminados, tais como painéis de compensado. Os painéis de compensado são compostos pela colagem ortogonal de lâminas de madeira com espessuras entre 1,0 mm e 3,0 mm e, conseqüentemente, são

considerados um tipo de madeira engenheirada (DIAS, 2018). Os painéis de compensado são produzidos, sobretudo, na região sul do Brasil e no nordeste do Estado do Pará (LIMA et al., 2022).

Segundo Lima et al. (2022), madeira engenheirada é todo o produto de um processamento de peças de madeira, consistindo na colagem de partículas, fibras, lâminas ou lamelas de madeira e no caso de produtos engenheirados com aplicação em estruturas de edificações. Em relação às peças de madeira serrada, os produtos de madeira engenheirada apresentam vantagens, tais como: maior liberdade de dimensões e geometria, redução da influência dos defeitos de secagem e de crescimento da madeira nas propriedades mecânicas, desempenho mecânico melhorado e maior precisão das dimensões das peças.

No Brasil, o uso de produtos engenheirados de madeira em estruturas de edificações ainda é incipiente, existindo apenas indústrias de Madeira Lamelada Colada (MLC), Madeira Lamelada Colada Cruzada (MLCC ou CLT – do inglês: *cross laminated timber*), Painéis de Lâminas Paralelas (em inglês: *laminated veneer lumber* – LVL), OSB (*Oriented Strand Board* ou, em português, chapa de tiras de madeira orientadas) e MDF (*Medium-density fiberboard*, Placa de fibra de média densidade). Estas indústrias localizam-se nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, sendo as espécies eucalipto e o pinus as mais utilizadas (LIMA et al., 2022).

O tempo de vida útil de uma edificação implica na exposição prolongada dos seus elementos estruturais aos agentes de degradação da madeira. Segundo Terezo et al. (2017), o paricá apresenta baixa resistência quanto à ação dos agentes degradadores da madeira. No entanto, os mesmos autores referem que esta espécie apresenta potencial de aplicação em produtos de madeira engenheirada para fins estruturais. Desta forma, Zabell e Morrell (2020) referem que o tratamento preservativo através de autoclave é o mais eficiente para as peças estruturais sujeitas aos agentes de degradação da madeira durante um maior intervalo de tempo.

Nesse sentido, Vidal et al. (2015) refere que o tratamento preservativo de madeiras com Arseniato de Cobre Cromatado (CCA) é a opção mais utilizada no Brasil. Atendendo à necessidade do emprego de tratamentos preservativos na madeira de paricá para garantir a compatibilidade dos elementos estruturais com a vida útil das edificações, considerando a escassez de estudos relativos ao emprego de preservantes (TEREZO et al., 2017) e não obstante do potencial desta nesta espécie de madeira, será analisada a influência do

emprego de preservante do tipo CCA na estrutura anatômica, propriedades físicas e desempenho mecânico de peças de madeira de paricá.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a influência do tratamento com Arseniato de Cobre Cromatado (CCA) na estrutura anatômica, propriedades físicas e desempenho mecânico de peças de madeira de paricá.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar alterações na anatomia dos corpos de prova de madeira de paricá após o tratamento com Arseniato de Cobre Cromatado (CCA), realizado em autoclave;
- Comparar as propriedades físicas das peças de madeira de paricá antes e após o tratamento preservativo com Arseniato de Cobre Cromatado (CCA);
- Analisar os desempenhos mecânicos das peças de madeira de paricá tratadas e não tratadas com Arseniato de Cobre Cromatado (CCA).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Madeira

A madeira pode ser definida como material heterogêneo, formado basicamente por fibras, que transportam líquidos no decorrer do corpo vegetal e possuem formatos e funções distintas, organizadas no sentido longitudinal e transversal do lenho, conduzindo líquidos, armazenando substâncias e sustentando a estrutura vegetal (ANPM, 2023). E para Bruger e Richter (1991) a constituição da madeira é formada por células com formato alongado com vazios internos, tamanhos e morfologia distintas a depender de sua função, possuindo elementos como traqueídeos, vasos, fibras e raios medulares.

De acordo com Dias (2018), a madeira é um material higroscópico, pois possui a capacidade de absorver água do meio em que se encontra inserida. Isto se deve ao resultado de características hidrofílicas dos compostos de sua parede celular como as hidroxilas presentes na celulose e nas hemiceluloses tornando as polares o que facilita a interação com a água. As suas fibras sofrem alterações nas dimensões se o teor de água estiver abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF), equivalente ao teor de umidade entre 25% e 30%. Estas variações dimensionais poderão provocar problemas na utilização da madeira como inchamento, contração e retração (GALVÃO e JANKOWSKY, 1985).

A botânica classifica as árvores, matéria prima da madeira, em gimnospermas, que são as coníferas cujas sementes estão “nuas” ou seja sem uma camada protetora para o fruto e possuem madeira mole, constituídas principalmente por traqueídeos e raios medulares; e as angiospermas consideradas madeiras duras, que possuem frutos protegendo a semente e posteriormente servem de nutriente para o solo em que o fruto será germinado e para a planta no estágio inicial de vida, sua madeira basicamente é constituída por fibras, parênquima, vasos e raios (VALLE et al, 2012).

De maneira geral a parte química do material lenhoso das árvores possui sua constituição formada por substâncias como hemicelulose, celulose e lignina, variando o teor dependendo da espécie. Coníferas possuem de 48 a 56% de celulose, de 23 a 26% de hemicelulose e de 26 a 30% de lignina; enquanto as dicotiledôneas possuem de 46 a 48% de celulose, de 19 a 28% de hemicelulose e 26 a 35% de lignina (BRUGER e RICHTER,1991). Tais características influenciam em determinados usos da madeira em virtude de compostos presentes que venham a atrapalharem processos industriais como é o caso da lignina no processo de polpação química da celulose, pois quando em excesso

reduz a impregnação do produto utilizado no cozimento dificultando a extração da celulose dos cavacos de madeira.

3.2 *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*

Schizolobium parahyba var. *amazonicum* pertence à família Fabaceae, e subfamília Caesalpinoideae, é conhecida popularmente como paricá. É uma espécie pioneira com pouca exigência nutricional, se adapta bem em terra firme ou nas várzeas, pode ser usado em reflorestamento e recuperação de áreas degradadas pois se desenvolve tranquilamente nesses ambientes (CARVALHO, 2007). A ocorrência se dá na floresta amazônica do Brasil, Colômbia, Peru, Bolívia e Venezuela; além de estados como Pará, Mato Grosso, Acre e Rondônia (FLORA DO BRASIL, 2023).

O paricá é considerada uma árvore de grande porte chegando a atingir até 40 m de altura e 100 cm de Diâmetro a Altura do Peito – DAP, folhas bipinadas, inflorescência em panícula, flores com sépalas verdes e pétalas amarelas, fruto legume samaróide. (Figura 2). Apresenta bom crescimento e fuste retilíneo isento de ramificações, se tornando uma alternativa para plantios comerciais e replantios em áreas destruídas (SOUZA et al., 2003 e FLORA DO BRASIL, 2023).

Figura 1: imagem da espécie paricá



Fonte: EMBRAPA (2023).

Em plantios comerciais o espaçamento utilizado com frequência é o de 4x4m, devido os indivíduos arbóreos ganharem mais altura e diâmetro além de facilitar a utilização de maquinários nos talhões (SOUZA, 2014).

É uma espécie que vem se destacando no cenário madeireiro principalmente na região Norte do Brasil. A produção das mudas de maneira sexuadas é desenvolvida e limitada em decorrência de material germinativo melhorado por conta da falta de programas de melhoramento e sendo poucos os trabalhos desenvolvidos de propagação por estaquia, micropropagação, indução, clonagem e cultivos embrionários (SOUZA, 2014).

A produtividade média desta espécie pode chegar a 30 m³/ha/ano, se aproximando das médias de produtividade de espécies como pinus que varia de 25 m³/ha/ano a 30 m³/ha/ano e passando da teca que vai de 15 a 20m³/ha/ano; o que demonstra seu grande potencial para a indústria madeireira, embora seja escasso os estudo sobre melhoramento florestal dessa espécie (IWAKIRI et al., 2010).

Em 2016, foi considerada a quinta espécie mais plantada no Brasil, totalizando aproximadamente 90.047 ha (IBÁ, 2017). No ano de 2021 estava entre as espécies que ajudaram no aumento de 1,9% da área total de árvores plantadas no Brasil (IBÁ, 2021). O paricá é utilizado na indústria de compensados, embalagens e paletes (LIMA et al., 2022). A quantidade de carboidratos da madeira e teor de celulose é semelhante à de alguns clones de eucalipto que empresas de papel e celulose utilizam como matéria prima para os seus produtos (VIDAURRE, 2010). Os estados do Pará, Rondônia e Mato Grosso, são tidos como os maiores fornecedores de sementes dessa espécie (ROSA, 2006).

Esta espécie possui facilidade de retirada da casca, laminação, secagem, furação, aplainamento, fixação, tratamento preservativo, colagem e acabamento (MELO et al., 2006). No entanto, o paricá apresenta baixa durabilidade natural e teor de umidade elevado o que facilita o ataque de agentes xilófagos (VIDAURE, 2010).

3.2 Propriedades físicas e mecânicas

É importante conhecer as propriedades físico-mecânicas das madeiras, porque os usos finais dependem delas, tais propriedades contribuem significativamente para o melhor desempenho da peça ao ser desdobrada (RODRIGUES et al., 2018), além disso, o teor de umidade de uma espécie é necessário para realizar a bio-resistência (LIMA et al., 2018).

As propriedades tecnológicas da madeira quando conhecidas dão subsídio adequado para possíveis mecanismos de uso desse material (GALLIO et al., 2016), sendo

expressas em módulo de ruptura – MOR e módulo de elasticidade – MOE (TRAMONTINA *et al.*, 2013), e são estudos considerados como padrões para testes dessa natureza para determinar as propriedades tecnológicas da madeira e sua finalidade (ARAÚJO, 2019).

Estudos relacionam as propriedades mecânicas de paricá em função da idade e posição do tronco, revelam que a densidade é baixa e pode aumentar conforme a idade, a exemplo a densidade da planta aos 5 anos de vida que é 262 kg/m³ e; aos 11 anos 303 kg/m³ porém as propriedades mecânicas foram baixas (VIDAURRE, 2010).

As propriedades físicas do LVL (Painéis de Lâminas Paralelas), feitas com madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* são superiores as de compensado devido as características presentes no fenol-formaldeído que apresenta grande resistência a umidade e boa adesão as lâminas (COSTA *et al.*, 2020). Métodos de avaliação não destrutivas da madeira como a ultrassonografia podem ser utilizadas para avaliar antecipadamente as propriedades físicas e mecânicas dos LVL produzidos com madeira de paricá (MELO *et al.*, 2016).

Em trabalhos realizados por Batista (2018), analisando as propriedades físicas e mecânicas de compensado feitos de paricá, após a submissão a tratamento de termo – densificação, foi constatado que não teve melhora significativa nas propriedades mecânicas avaliadas, no entanto foi notado aumento dessas propriedades ao comparar painéis não tratados.

Madeiras advindas de paricá com diferentes idades podem apresentar valores para módulo de elasticidade à compressão paralela às fibras equivalente e diferenças de valores de resistência a flexão (TEREZO *et al.*, 2015). Para Lima *et al.* (2022), painéis de compensado feitos com matéria prima advinda do paricá é uma alternativa que pode ser considerada em virtude de ser um material leve e estável se tratando do dimensionamento, e se comparado ao uso de madeira de eucalipto por exemplo.

3.3 Arseniato de Cobre Cromatado (CCA)

Lifewood 60 também conhecido como Arseniato de Cobre Cromatado- CCA, é um sal preservante, extremamente tóxico, com ação fungicida e inseticida, de alto risco, classe I, com licença expedida pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis- IBAMA, utilizado exclusivamente na indústria de preservação da madeira em autoclave (IBAMA, 2022).

Segundo Arantes et al. (2017), o sal CCA (Arseniato de Cobre Cromatado) é constituído por cobre, cromo e arsênio, sendo empregado na preservação de madeiras contra podridão por fungos e deterioração por insetos e animais marinhos. No Brasil sua utilização é exclusiva em usinas de preservação de madeiras com registro no Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis – IBAMA.

Os países da América Latina que consomem em maior quantidade o CCA é o Brasil e o Chile. Sendo o Brasil o maior consumidor de madeira tratada, consumindo aproximadamente 700 mil metros tratados e sendo a maioria tratada como sal CCA (SILVA, 2006). Existiam em média mais de 200 usinas de preservação funcionando no país no ano de 2005 (RODRIGUES, 2011).

Ao realizar o processo de preservação química na autoclave e sob determinada pressão, o cromo presente no preservante reage liberando arsênio e cobre que vem a reagir com a madeira e torna os produtos insolúveis. O cromo quando reage deixa o arsênio com ação inseticida e o cobre como fungicida, ambos se fixam nas estruturas celulares da madeira (SILVA, 2001). Antes de serem tratadas a madeira deve ser descascada e seca, dimensionada e preparada para uso final. Após os tratamentos com CCA as madeiras estão ideais para uso direto no solo, devido a proteção contra cupis, brocas, fungos apodrecedores e agentes xilófagos marinhos (RODRIGUES, 2011).

Quando a madeira estar suscetível a ação de agentes xilófagos, desprovida de tratamentos preservativos, poderá sofrer alterações nas propriedades mecânicas, causadas por agentes como fungos basidiomicetos (BRAND et al., 2006).

Vivian et. al (2021) referem que madeira tratada com CCA exposta ao campo reduz a deterioração e o apodrecimento, além de permitir uma maior resistência mecânica. Já Terezo et al. (2017) afirmam que a madeira de paricá deverá ser imunizada imediatamente a seguir ao corte da árvore, devendo ser aplicado um produto preservativo nas duas extremidades do lenho, evitando a propagação de fungos manchadores.

4 METODOLOGIA

4.1 Obtenção das amostras

Para a realização do estudo foram obtidas 12 amostras de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* com 5 anos de idade, junto ao Grupo Arboris, com sede na cidade de Dom Eliseu – PA.

Figura 2: Imagem de satélite da cidade de Dom Eliseu, PA.



Fonte: GOOGLE EARTH (2022).

Figura 3: Imagem de satélite da localização da sede da empresa Adeco Compensados, representante do grupo Arboris em Dom Eliseu.



Fonte: GOOGLE EARTH (2022).

Inicialmente seis das doze amostras passaram por tratamento químico em autoclave com CCA, realizados pela empresa FR Madeiras, localizada na cidade de Imperatriz, MA. Para realização do tratamento a madeira foi descascada para melhorar a impregnação do produto. O processo utilizado foi o de célula cheia, chamado de duplo vácuo, que consiste na aplicação do vácuo inicial quando a madeira entra na autoclave que durou em torno de 30 minutos com uma pressão de 10 Bar, após esse procedimento é preenchido todo o espaço interno da autoclave com CCA por 50 minutos, e mais 90 minutos para a impregnação do produto na madeira e aplicação de vácuo final foi de 10 minutos com pressão de 10 Bar, com 5 minutos de saturação e 15 minutos de secagem e restabelecimento de pressão atmosférica normal e retirada das amostras da autoclave.

Figura 4: imagem das toras antes do processo de preservação da madeira com CCA na empresa FR madeiras tratadas.



Fonte: Autora (2022).

Os corpos de prova foram retirados das doze amostras tanto para descrição anatômica quanto para os testes físicos e ensaios mecânicos. As análises anatômicas foram conduzidas sob a supervisão da Profa. Dra. Niara Moura Porto no laboratório de Microscopia, no campus de Imperatriz, da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão.

Os testes físicos e ensaios mecânicos foram conduzidos sob a supervisão do Prof. Me. João Miguel Santos Dias, no Laboratório de Estruturas e de Materiais de Construção - LEMATCON da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, campus de Açailândia.

4.2 Análise microscópica anatômica da madeira

A análise anatômica ocorreu a partir da madeira retirada do caule que foi subdividido em toras com 30 cm de diâmetro e 30 cm de comprimento (Figura 5), localizadas na altura de 1.30 m da árvore. Posteriormente, houve a extração de corpos-de-prova na região do cerne periférico com dimensões 2 cm x 1 cm x 1,5 cm e 1 cm x 1 cm x 1,5 cm nos sentidos longitudinal, radial e tangencial, respectivamente, para as mensurações anatômicas (Figura 6). Para análise dos parâmetros anatômicos foram realizadas 6 repetições (corpos-de-prova) com peças tratadas com CCA e 6 repetições sem tratamento como testemunha.

Figura 5: material utilizado para extração dos corpos de prova.



Fonte: Autor (2022).

Figura 6: corpos de prova para ensaios mecânicos e testes físicos.



Fonte: Autor (2022).

Para a realização dos cortes anatômicos os corpos de prova foram amolecidos por meio de uma solução de glicerina (12,5%) e água destilada (37,5%) preparadas em um becker e armazenados em estufa à 60 °C, metodologia proposta por Burger e Richter (1991).

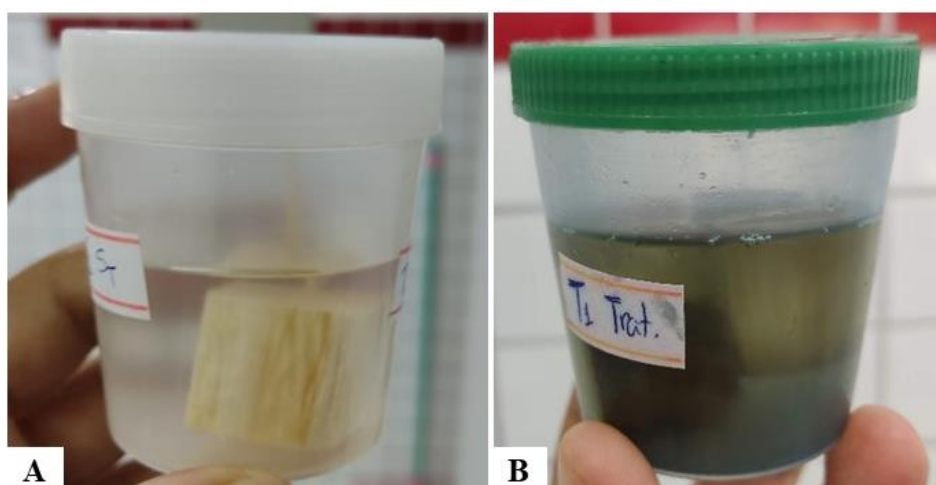
A preparação de lâminas histológicas seguiu a técnica descrita por Doğu e Grabner (2010), em que os cortes foram submetidos à clarificação com hipoclorito de sódio (60%) e corados com safranina 1% (BOSCHETTI et al., 2015).

A maceração para a dissociação das células seguiu o método proposto por Franklin (1945, modificado por Kraus & Arduim, 1997) e o corante safranina 1% aquoso (Sass, 1958) foi utilizado para a coloração dessas células e as lâminas temporárias foram montadas em glicerina 50%.

4.3 Mensuração dos vasos

Para mensuração dos vasos seguiu-se a metodologia descrita no item 4.2. Após a confecção dos corpos de prova da madeira (Figura 7A), os mesmos foram amolecidos e seccionados à mão livre com o auxílio de lâminas cortantes (Figura 7B). Os cortes anatômicos foram realizados nos planos transversal, tangencial e radial e em seguida clarificados e corados com safranina 1%, montados em lâminas semipermanentes com uso de glicerina (50%).

Figura 7: corpos de prova utilizado para realização dos cortes anatômicos. A: sem tratamento; B: com tratamento.



Fonte: Autora (2022).

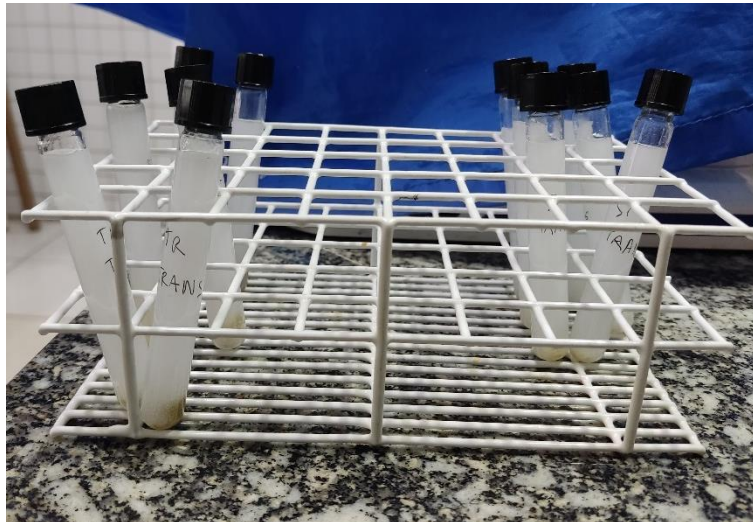
Foram mensurados os seguintes parâmetros com base nas fotomicrografias: diâmetro tangencial e comprimento dos elementos de vaso em micrômetro (μm), analisados no software Image J, sendo mensurados 171 vasos para determinação do diâmetro e 25 vasos para determinação do comprimento (RODRIGUES, 2010).

4.4 Quantificação das fibras

Para mensuração das fibras, foi produzida uma solução macerante para dissociação das fibras, segundo o método de Franklin (1945, modificado por KRAUS e ARDUIM, 1997). Adotou-se a seguinte sequência de atividades no laboratório: a) Ocorreu a preparação das lascas de madeira, buscando facilitar o processo de maceração; b) realizou-se a transferência das lascas de madeira para os tubos de ensaio contendo solução macerante (Figura 8); c) após os tubos estarem devidamente lacrados foram transferidos para estufa à 60 °C por um período de 48 horas (Figura 8B); d) realizou a retirada da solução em água destilada; e) a coloração do material foi realizada utilizando corante safranina; f) a montagem das lâminas em glicerina para a realização do processo

de fotomicrografia das amostras. E por fim, as medições das estruturas analisadas (RODRIGUES, 2010).

Figura 8: Imagem de amostras em solução macerrante.



Fonte: Autor (2022).

4.5 Ensaio de caracterização física e mecânica

Para determinação de teor de umidade e densidade aparente foi mensurada as dimensões dos CPs com um paquímetro analógico STORM. Em seguida os CPs foram acondicionados em estufa de secagem de marca Lucademia, modelo 80/100, a temperatura média de $103 \pm 2^\circ \text{C}$. As massas foram obtidas através de pesagem com o auxílio de balança de precisão da marca Bel, modelo S622, até uma variação abaixo ou igual a 0,5% entre dois resultados seguidos, conforme consta na metodologia no anexo B da norma ABNT NBR 7190-3:2022.

Para mensuração de densidade básica e de variação volumétrica, seguiu-se o que consta no anexo B da norma ABNT NBR 7190-3:2022, utilizando os mesmos instrumentos e equipamentos, imergindo em água até se obter uma variação de massa inferior ou igual a 0,5% entre dois resultados consecutivos, e este será o volume saturado.

Para determinar as propriedades mecânicas da madeira foi realizado o ensaio de resistência à compressão paralela à grã, utilizando uma máquina universal INSTRON EMIC 23-100, com seus devidos acessórios para realização do ensaio. As metodologias de ensaios estão no anexo B da ABNT NBR 7190- 3: 2022.

As 12 toras foram cortadas e extraído um corpo de prova de cada toras, para ensaio de determinação do teor de umidade (U) e densidade aparente (pap). Usou-se 12 CPs para cada uma das determinações e mais 12 CPs para o ensaio de resistência à

compressão paralela à grã (fc0), sendo que das 12 toras 6 estavam tratadas com o preservante CCA e 6 estavam sem tratamento preservante.

Todos os ensaios físicos e mecânicos foram executados conforme o Anexo B da norma ABNT NBR 7190-3:2022 – Projeto de Estruturas de Madeira. Parte 3: Métodos de ensaio para corpos de prova isentos de defeitos para madeiras de florestas nativas, exceto a determinação do teor de umidade que, considerou as aferições das massas em intervalos de tempo de 24 horas, conforme metodologia adotada por Silva et al. (2019).

4.6 Análises Estatísticas

No desenvolvimento do projeto foram adotados o modelo de delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com 12 amostras, 6 tratadas e 6 sem tratamento e posteriormente os dados foram analisados, de acordo com os cálculos estatísticos descritivos como média, desvio padrão e coeficiente de variação.

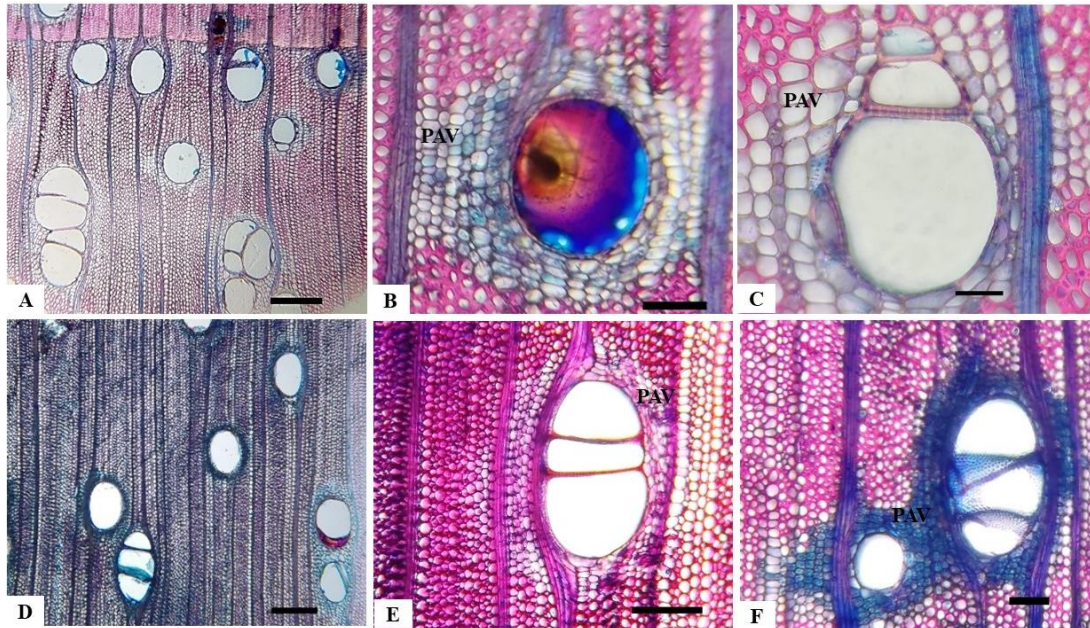
Devido se tratar de uma análise de comparação de médias a análise estatística empregada foi o teste T-student, que é o mais indicado para trabalhar com análises de médias comparativas. O teste foi realizado com a ajuda do programa excel, selecionando a função teste T- student.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise do parênquima axial.

Em seção transversal, identificou-se que o parênquima axial dos corpos de prova são todos do tipo paratraqueal aliforme/losangular (Figura 9A e B), não em faixas, disposto em linhas curtas entre raios e fibras, vasicêntrico (Figura 9: A e B). Os poros são difusos, germinados múltiplos e obstruídos por tilos (Figura 9 C, D e E), corroborando com dados encontrados em trabalho de Nisgoski et al. (2012) e Silva et al. (2016).

Figura 9: Fotomicrografia da seção transversal (A-C amostras sem tratamento; D-F amostras com tratamento), mostrando o tipo de parênquima axial de *Schizolobium amazonicum*. A. Parênquima axial paratraqueal aliforme; B Parênquima axial paratraqueal vasicêntrico.



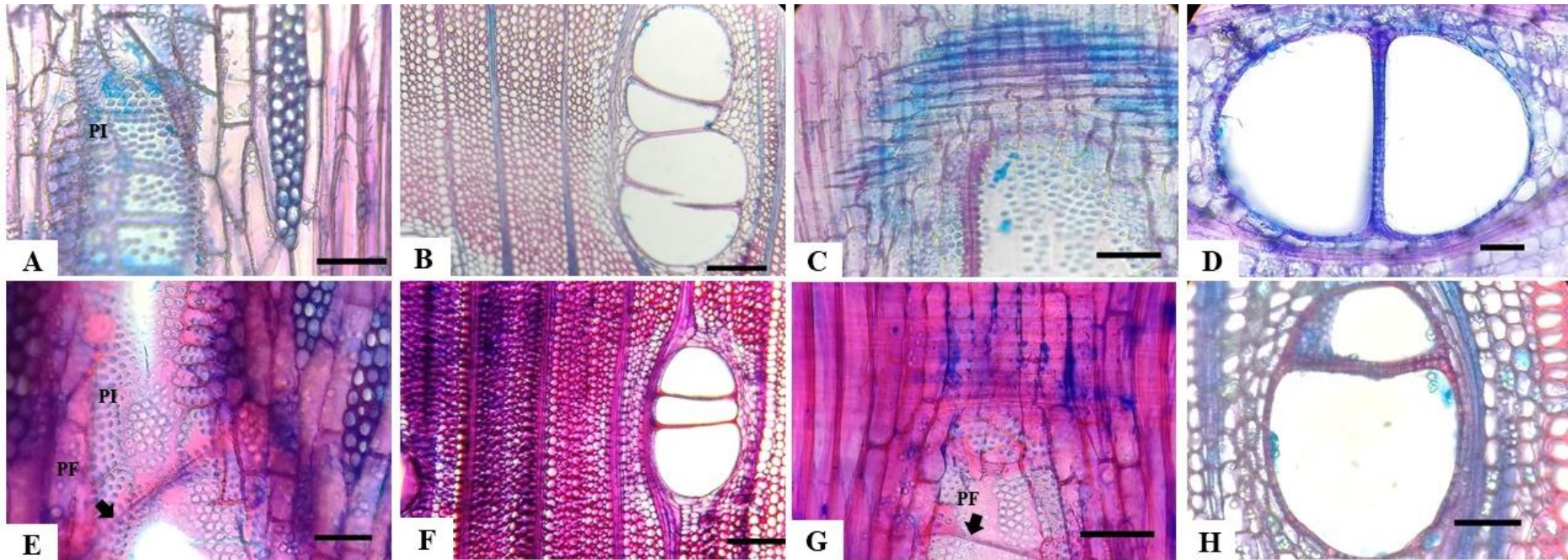
Legenda: (PAV)- Parênquima axial paratraqueal, aliforme e vasicêntrico; barra: 200 μ . **Fonte:** Autor (2022).

5.2 Mensuração dos vasos

A espécie *Schizolobium amazonicum* apresenta vasos com arranjo diagonal/oblíquo (Figura 9A). Alguns encontram-se obstruídos por inclusões (resina ou goma) (Figura 9B). Quanto ao agrupamento podem ser considerados solitários (maior parte) (Figura 9A-B), germinados ou múltiplos radiais (Figura 9C-F).

As amostras das madeiras tratadas e não tratadas apresentam pontuações intravasculares do tipo areoladas simples (Figura 10 F), com abertura inclusa, e pontuações intervasculares do tipo alternas (Figura 10 G). A placa de perfuração do elemento de vaso classifica-se como simples, apresentando única perfuração e pontuações raios vasculares (Figura 10 E). Sendo estas características idênticas as descritas de acordo com IWAI (1989). Não foi constatado diferença entre a anatomia das amostras dos CPs tratados e não tratados.

Figura 10: Poros e Vasos de *Schizolobium amazonicum*. A-D amostras sem tratamento; E-H amostras com tratamento. A e E. Pontoações raios-vasculares; B, D, F e H. poro germinado; C. poro solitário obstruído; E. vaso tangencial; E. Pontuações intervasculares, seção tangencial; G. Placa de perfuração simples.

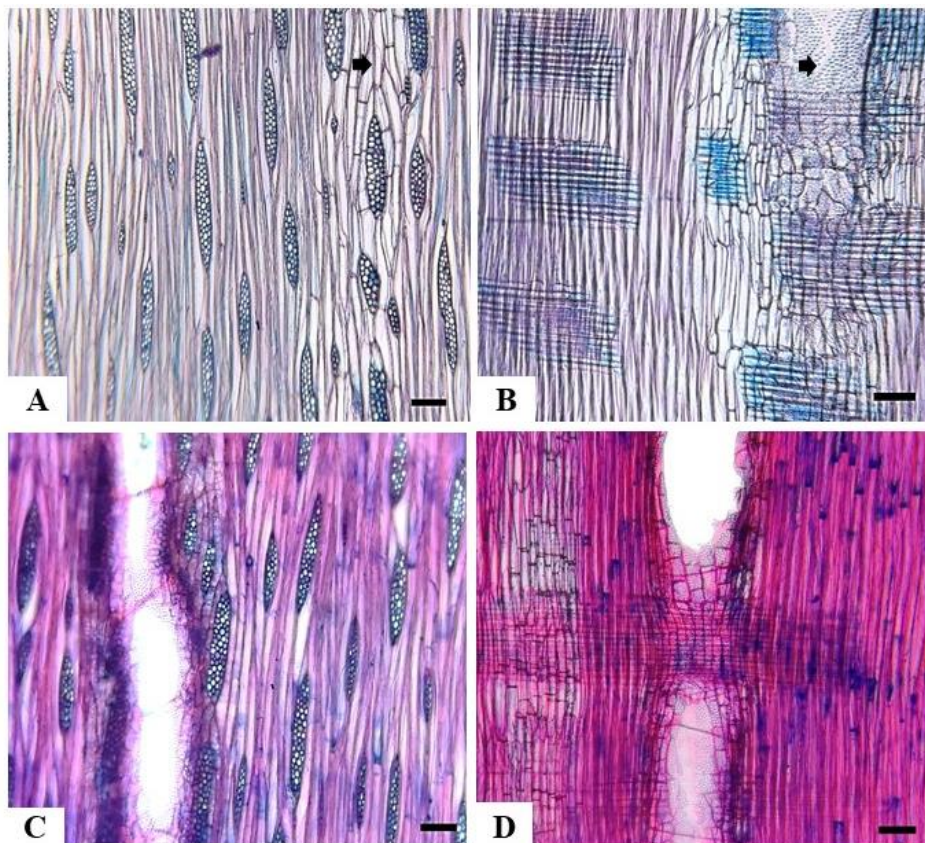


Legenda: (PI) – Pontoações intervasculares; (PF) – Placa de perfuração; (PRV) – Pontoações raios-vasculares; barra: A-200 μ , objetiva de 4x; B-400 μ , objetiva de 4x; C- μ ; D-200 μ , objetiva de 10x; E μ ; F- 200 μ , objetiva de 10x; G μ ; H-200 μ , objetiva de 10x. **Fonte:** Autora (2023).

5.3 Mensuração do parênquima radial (Raios)

Em secção tangencial, o parênquima das amostras analisadas apresentou raios multisseriados com até 3 células de largura e 20 células de comprimento (Figura 9A). Em secção radial, os raios não são visíveis, sendo possível a observação das células que compõem os vasos que possuem formato alongado e ereto (Figura 9B) descrição realizada com base em dados de IWAI (1989).

Figura 11: Fotomicrografias dos raios da madeira de *Schizolobium amazonicum*; A. Seção tangencial, evidenciando a organização dos raios que não segue um padrão; B. Seção radial, mostrando os vasos em contato com as fibras e placa de perfuração; C. vaso em contraste com as fibras e ponta dos raios similar a figura A; D. sessão radial exibindo vaso e placa de perfuração (A e B amostras não tratada; C e D amostras tratadas).



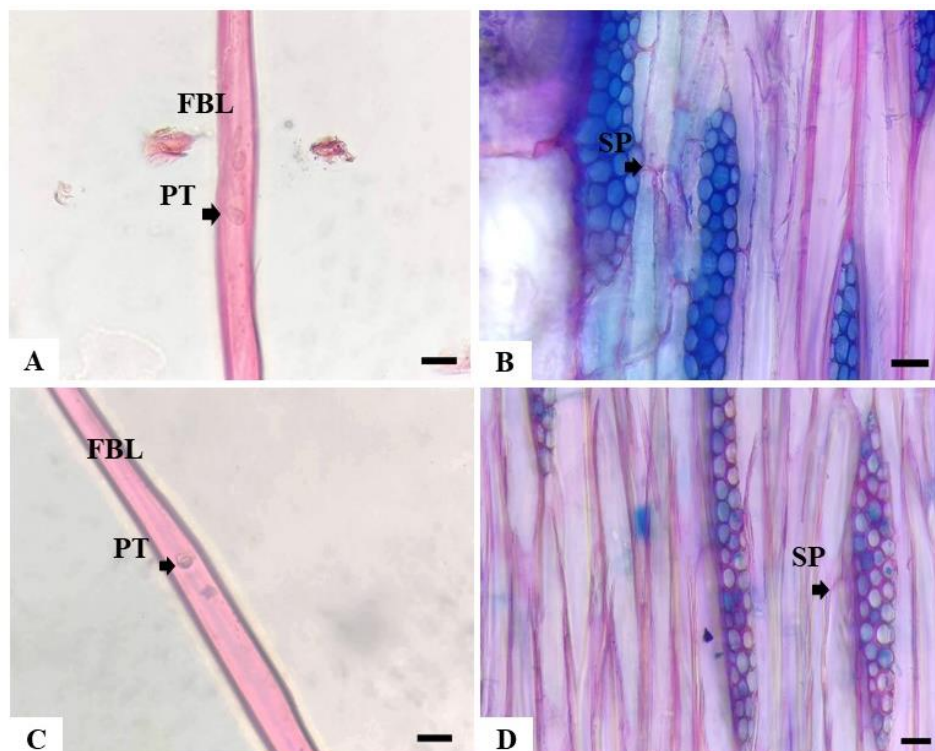
Legenda: barra de escala 100µm. **Fonte:** Autora (2023).

5.4 Análise das fibras

Quanto as fibras presentes na presente espécie, podem ser classificadas como libriformes por apresentarem pontuações simples e fibrotraqueídes devido a interrupção da parede secundária (Figura 12 A e C). As pontuações simples são conhecidas como areoladas, sendo diferenciadas das demais pelo tamanho das aréolas, septadas (Figura 12

B e D). Estas fibras possuem uma parede de espessura média e estão limitadas as paredes radiais (IWAI, 1989).

Figura 12: Fotomicrografia da seção tangencial mostrando as fibras de *Schizolobium amazonicum*. A e C: Fibras libriiformes e pontoações; B e D Fibras septadas.



Legenda: (FBL) – Fibra libriforme; (PT) – Pontoações. (SP) – Septos; (PS) – Pontuações simples. **Fonte:** Autora (2023).

5.5 Análise Quantitativa da Madeira

Em relação a análise quantitativa da madeira de paricá, os valores dos parâmetros dos elementos que a compõe, foram mensurados a partir das fotomicrografias dos poros e raios, os quais encontram-se descritos na Tabela 2 e 2,1. Os valores obtidos nas tabelas 2 e 2.1 apresentam valores muito similares podendo as diferenças serem em decorrência do local de realização dos cortes e retirada das amostras para observação em microscópio.

Tabela 1: Dados quantitativos dos vasos, raios e parênquima axial da madeira de *Schizolobium amazonicum*. / madeira não tratada.

	POROS		RAIOS		
	Diâmetro (μm)	Altura (μm)	Largura (μm)	Altura (n° c.)	Largura (n° c.)
Mínimo	121,8	22,60	13,14	5,00	2,00
Média	246,744	229,35	34,32	18,88	3,12
Máxima	390,7	517,60	55,30	53,00	4,00
Desvio	74,98	97,33	11,38	9,87	0,60

Fonte: Autora (2023).

Tabela 1.1: Dados quantitativos dos vasos, raios e parênquima axial da madeira de *Schizolobium amazonicum*. / madeira tratada.

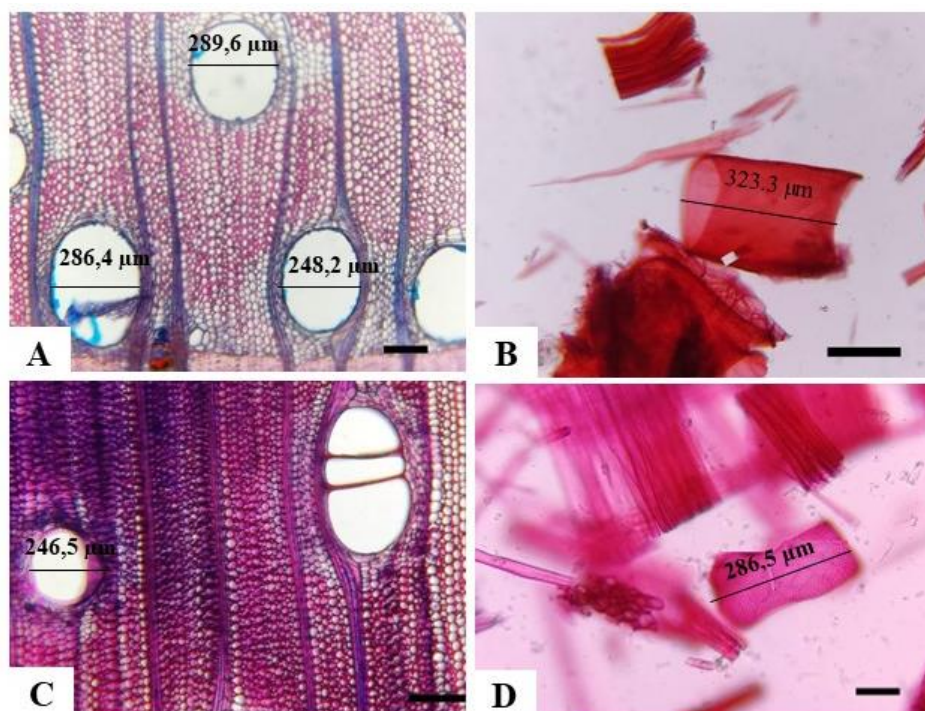
	VASOS		RAIOS		
	Diâmetro (μm)	Altura (μm)	Largura (μm)	Altura (n° c.)	Largura (n° c.)
Mínimo	135	115,60	11,30	7,00	1,00
Média	261,82	249,43	31,84	15,40	3,04
Máxima	439,4	459,00	59,00	37,00	5,00
Desvio	71,47	96,72	12,85	6,43	0,89

Fonte: Autora (2023).

5.6 Diâmetro dos vasos

Os vasos apresentam diâmetro médio de $246,74\mu\text{m}$ para amostras tratadas e $261,82\mu\text{m}$, podem ser classificados como grande (maior que $200\mu\text{m}$) IAWA, (1989). As amostras não tratadas obtiveram valores parecidos quanto ao comprimento, largura e altura dos elementos constituintes da madeira de paricá.

Figura 13: Seção transversal, mensuração dos vasos. A e C, Diâmetro tangencial dos vasos não tratado e tratados respectivamente em μm ; B e D Comprimento dos elementos de vasos amostras não tratadas e tratadas respectivamente, em μm .



Legenda: barra de escala $100\mu\text{m}$. Fonte: Autora (2023).

5.7 Largura, altura dos raios

A largura média dos raios foi de $28,50\mu\text{m}$, com o desvio padrão de tamanho $5,70\mu\text{m}$, e largura máxima de $39\mu\text{m}$ e desvio de $5,70\mu\text{m}$.

Quanto à altura dos raios, apresentaram uma média de $1074,69\mu\text{m}$ para as amostras sem tratamento e $994,30\mu\text{m}$ para as tratadas, com desvio de $339,92\mu\text{m}$ e $298,63\mu\text{m}$ para amostras tratadas e não tratadas respectivamente (Tabela 1 e 1.1).

5.9 Mensuração das fibras

As fibras apresentaram valores médio de comprimento de $1628,55\mu\text{m}$ e $994,30\mu\text{m}$ para amostras não tratadas e tratadas respectivamente, largura média de $28,50\mu\text{m}$ para

amostras não tratadas e 28,53 μm para amostras não tratadas, diâmetro médio do lúmen de 20,8 μm e 20,2 μm entre amostras tratadas e não tratadas e com espessura da parede do lúmen com valores médios de 3,2 μm em amostras não tratadas e 3,9 μm em amostras tratadas conforme apresentado na tabela 3 e 3.1 a seguir. Os valores das médias encontrados nas tabelas dos cortes anatômicos das amostras tratadas e não tratadas estão próximos, demonstrando que as amostras ao serem tratadas não sofreram alterações na anatomia de suas estruturas, e ambos os valores se aproximam dos valores médios descritos por Silva et al., ao descrever a madeira de paricá anatomicamente.

Os corpos de provas tratados com CCA e os não tratados apresentaram valores muito próximos, e para Arantes (2016) relata que de modo geral madeiras tratadas com CCA não sofrem influência em sua instabilidade dimensional.

Tabela 2: Resultados médios das dimensões das fibras de *Schizolobium amazonicum* madeira sem tratamento.

Amostras	Comprimento (μm)	Largura (μm)	Diâmetro do lúmen (μm)	Espessura da parede (μm)
Mínimo	302,46	16,50	16,8	2,1
Média	1074,69	28,50	20,8	3,2
Máxima	1628,55	39,00	24,1	4,4
Desvio	339,92	5,70	1,95	0,7

Fonte: Autora (2023).

Tabela 2.1: Resultados médios das dimensões das fibras de *Schizolobium amazonicum* de madeira tratada.

Amostras	Comprimento (μm)	Largura (μm)	Diâmetro do lúmen (μm)	Espessura da parede (μm)
Mínimo	286,09	21,10	16,6	2,3
Média	994,30	28,53	20,2	3,9
Máxima	1628,55	42,10	24,5	4,4
Desvio	298,63	4,36	2,8	0,5

Fonte: Autora (2023).

5.10 Caracterização física e mecânica

A tabela a seguir mostra os valores de densidade aparente, módulo de elasticidade na compressão paralela às fibras e Resistência à compressão paralela às fibras, utilizando o método destrutivo.

Tabela 3: valores de densidade aparente, módulo de elasticidade na compressão paralela às fibras e resistência à compressão paralela às fibras da madeira de paricá.

Amostras	ρ_{ap} (g.cm ⁻³)		U (%)		E_{c0} (MPa)		f_{c0} (MPa)	
	NT	T	NT	T	NT	T	NT	T
Máxima	0,758	0,648	75,49	71,18	11405,17	8403,05	26,91	24,97
Média	0,562	0,582	58,26	61,79	8859,48	7531,12	20,70	22,35
Mínima	0,445	0,524	46,75	50,60	6195,70	6997,00	16,99	20,21
Desv.pad	0,112	0,051	10,49	7,62	1737,34	5337,85	4,11	1,92
CV (%)	0,48	8,82	17,90	12,34	19,61	7,14	19,89	8,59
Valor Característico	-	-	-	-	-	-	17,40	20,21

Legenda: ρ_{ap} (densidade aparente). E_{c0} (rigidez a compressão paralela as fibras). U (umidade). f_{c0} (modo de compressão paralela as fibras). CV (coeficiente de variação). Desv. Pad (desvio padrão). NT (não tratada). T (tratada). **Fonte:** Autora (2023).

Conforme é possível constatar na Tabela 2, a densidade aparente média é de 0,562 g.cm⁻³, o que, segundo Dias (2018), é possível dizer que esta madeira é classificada como sendo de baixa densidade. Comparando as médias das densidades aparentes, é possível verificar que não houve diferença significativa entre a série com tratamento e sem tratamento. Por conseguinte, o tratamento preservativo realizado não influenciou a densidade aparente da madeira.

Em relação ao teor de umidade, a Tabela 2 apresenta valores acima do ponto de saturação das fibras, tanto para a série com tratamento, quanto para a série sem tratamento. Para a região onde foram realizados os ensaios, o teor de umidade de equilíbrio ao ar é de 12%, uma vez que a umidade relativa do ar, segundo a norma ABNT NBR 7190-1:2022 é inferior a 65%. Desta forma, é possível referir que as peças não poderão ser utilizadas em estruturas de edificações, por conta da suscetibilidade de ocorrência e retrações (ABNT, 2022).

Terezo et al., (2015), constataram em seus trabalhos valores de 11.418,09 Mpa, para o módulo de elasticidade da madeira de paricá aos 6 anos de idade. Tal valor é superior

ao encontrado no presente estudo, podendo ser em decorrência da idade das plantas e local de plantio. Para o módulo de elasticidade conforme apresentado na tabela 2, os valores médios obtidos foram de 8859,48 e 7531,12 Mpa, constatando diferença entre os valores das amostras tratadas e não tratadas e após realização de test t-student foi obtido um valor de 0,0519 as amostras são supostamente iguais aceitando a hipótese nula do teste, sendo o valor igual ao nível de significância atribuída de 5% de significância, e apenas confirmando divergência entre os valores de Eco. Os valores distintos do coeficiente de variação entre amostras não tratadas e tratadas demonstra o quanto os resultados dos dados variam em relação à média dos mesmos.

Lima et al. (2022), ao avaliarem as propriedades físicas e mecânicas de paricá constatou valor médio de 26,63Mpa, valores próximos aos encontrados no presente trabalho de 20,70 e 22,35Mpa, a diferença pode estar relacionada a maneira como o ensaio foi realizado, a idade da madeira, calibração da máquina utilizada no ensaio entre outros fatores.

Para Silva et al. (2020), a densidade aparente está relacionada com características anatômicas das madeiras, como espessura da parede celular, tamanho das fibras entre outras. Tais fatores podem estar relacionado com idade da planta, local de crescimento, qualidade do solo (TEREZO et al., 2015). Desse modo os cps de madeira tratadas e não tratadas foram extraídos da mesma árvore e conseguinte mesmas condições de sítio, apresentaram valores de densidade aparente pouco diferentes, e, portanto, não significantes estatisticamente.

Madeiras aos 6 anos em média apresentam densidade aparente de $347,47 \text{ kg.m}^{-3}$, aos 10 anos $272,87 \text{ kg.m}^{-3}$ e aos 28 anos $296,26 \text{ k.m}^{-3}$, (LIMA et al., 2022). A presente espécie apresentou valor média de $0,562 \text{ kg.m}^{-3}$ para as amostras não tratadas e $0,582 \text{ kg.m}^{-3}$ para amostras tratadas, esses valores divergentes podem estar ligados a idade da madeira, condições de armazenamento, calibração dos equipamentos.

Para Gil et al. (2018) estudar a variação volumétrica é importante devido está estreitamente ligada a defeitos de secagem tais como rachaduras e empenamentos. A variação na densidade aparente pouco foi constatada entre os CPs, resultando em valores sem significância estatisticamente.

O maior valor para flexão paralela a grã encontrada neste estudo foi de 26,91 Mpa, valor superior ao encontrado por Silva et al., (2022) em seus trabalhos. Tal variação provavelmente está relacionada com as condições de realização dos ensaios, equipamentos, umidade e padronização dos CPs, pois estatisticamente não é possível constatar diferença.

As madeiras tratadas com CCA e as não tratadas abriram questionamentos acerca do possível efeito do tratamento sobre o desempenho mecânico e divergência entre os resultados obtidos nos testes físicos, porém foi constatada diferenças insignificantes ao aplicar teste estatístico nos resultados analisados. Pois madeira de *Eucalypto cloeziana* com 16 anos tratadas em autoclave com CCA, não apresentou variação em suas variáveis significativas (VIVIAN, 2011).

É importante conhecer as propriedades físico-mecânicas de madeiras em geral, para adequado uso evitando aplicações incorretas e possíveis danos durante seu desdobramento e emprego final é consideravelmente necessário (RODRIGUES et al., 2018).

CONCLUSÃO

A espécie paricá não apresentou diferença quanto as comparações anatômicas visual entre CPs tratados e não tratados, ao observar as fotomicrografias dos cortes realizados nos sentidos radiais tangencias e transversais tanto de amostras tratadas como não tratadas apresentaram estruturas similares, mas apresentando alteração na coloração das lâminas histológicas montadas e vista no microscópio, porém sem danificação como desgaste dos componentes celulares (parênquima, poros, fibras entre outro) por parte do produto preservante além de não divergirem significamente quanto ao tamanho dos componentes celulares mensurados.

O teste T demonstrou um valor de 0,0519 demonstrando que as amostras são supostamente iguais aceitando a hipótese nula, sendo o valor igual ao nível de significância atribuída de 5% de significância, e confirmando divergência entre os valores.

Os testes físicos e ensaios mecânicos não demonstraram diferença estatística significativas, mostrando que o tratamento preservativo com CCA não altera as propriedades físico-mecânicas e anatômicas da madeira de parica.

É fundamental que mais estudos sejam feitos para que mais dados sejam obtidos a respeito da madeira de paricá.

REFERÊNCIAS

- ADECO COMPENSADOS.** DISPONÍVEL EM: <
<https://earth.google.com/web/search/grupo+arboris,+dom+eliseu+pa/@-4.3078303,-47.5551634,268.08222887a,1053.20064441d,35y,0h,45t,0r/data=CocBG10SVwolMHg5MmM2MmMyZjU3YmViNmJmOjB4YzVhMDU2MTJlOWYxNjE3NRkZ37zdNzsRwCHUdyOYD8dHwCocZ3J1cG8gYXJib3JpcywgZG9tIGVsaXNldSBwYRgCIAEiJgo kCT64aSzlBBHAEZyoPsyjPBHAGbYPs9jmv0fAIWyz4-qszkfAKAI>>. ACESSO EM: 29 de dez. 2022.
- ALMEIDA, D. H.; SCALIANTE, R. M.; MACEDO, L. B.; MACÊDO, 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.
- ARAÚJO, R. D. de. (2019). Avaliação do potencial de espécies manejadas na Amazônia para produção de painéis “EGP” (Edge Glued Panels) não estrutural. (Tese de Doutorado, **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia**, Manaus, AM).
- ARANTES, L. S. Efeito do tratamento preservativo com cca-c na estabilidade dimensional da madeira de *Eucalyptus*. **Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, área de concentração em A Madeira como Matéria-Prima (Mestrado)-Universidade Federal de Lavras**. Lavras, MG. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2022). **NBR 7190 - 1:** Projeto de estruturas de madeira. Parte 1: Critérios de dimensionamento. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2022). **NBR 7190 - 2:** Projeto de estruturas de madeira. Parte 2: Métodos de ensaio para classificação visual e mecânica de peças estruturais de madeira. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2022). **NBR 7190 - 3:** Projeto de estruturas de madeira. Parte 3: Métodos de ensaio para corpos de prova isentos de defeitos para madeiras de florestas nativas. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2022). **NBR 7190 - 4:** Projeto de estruturas de madeira. Parte 4: Métodos de ensaio para caracterização peças estruturais. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2022). **NBR 7190 - 5:** Projeto de estruturas de madeira. Parte 5: Métodos de ensaio para determinação da resistência e da rigidez de ligações com conectores mecânicos. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2007). **NBR 15521:** Ensaio não destrutivo - ultrassom - Classificação mecânica de madeira serrada de dicotiledôneas. Rio de Janeiro.
- Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira – **ANPM**, Conheça as características da madeira. Disponível em< <https://www.anpm.org.br/conheca-caracteristicas-da-madeira/>>. Acesso em 09 de janeiro de 2023.
- BATISTA, P. R. Propriedades físicas e mecânicas de compensados termo-densificados de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke). Trabalho de Conclusão de Curso (**TCC**), Engenharia Florestal. Brasília-DF. 2018.
- BRAND, M. A.; ANZALDO, J.; MORESCHI, J. C. 129. Novos produtos para o tratamento preservante da madeira. “perspectivas da pesquisa e utilização”. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 36, n. 1, jan./abr. 2006.

BURGER, L.M.; RICHTER, H. G. Anatomia da madeira. Ed. **Nobel**, 1991. ISBN: 8521306695 <https://giem.ufsc.br/files/2017/02/Apostila-Estrutura-de-Madeira.pdf>.

CIDADE DE DOM ELISEU. DISPONÍVEL EM: <
<https://earth.google.com/web/search/Dom+Eliseu,+PA/@-4.2930075,-47.5569422,263.86339532a,5724.31870993d,35y,0h,45t,0r/data=CnkaTxJJCiUweDkyYzYyYmMyZjdIZGZhYTU6MHhjYWUwMjA3MWUxZDRjZjZhGfXqLS8KLBHAI ZJhy-FJx0fAKg5Eb20gRWxpc2V1LCBQQRgCIAEiJgokCSGMGuMmMBHAEUw0IPE3PRHAGTnbO9RTxUfAISkoIJvLyEfAKAI>>. ACESSO EM: 29 de dez. 2022.

COSTA, L.J; LOPES, C. B.S.; REIS, M. F. C.; CÂNDIDO, W. L.; BRUNO DE FREITAS HOMEM DE FARIA, B. F. H.; PAULA, M. O. Caracterização anatômica e descrição físico-química e mecânica da madeira de *Mimosa schomburgkii*. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 47, n. 4, p. 383 -390, out/dez. 2017.

COSTA, A. A.; MASCARENHAS, A. R. P.; SANTOS, C. M. M.; FARIA, C. E. T.; DUARTE, P. J.; CRUZ, T. M. Caracterização tecnológica de painéis engenheirados produzidos com madeira de paricá. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e786986089, 2020.

EMBRAPA. Banco de Imagens. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/4367003/parica>>. Acesso em 13 de janeiro de 2023.

FERNANDES, A. M.; VITO, M. ANÁLISE DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE MADEIRA TRATADA EM AUTOCLAVE E MADEIRA NATURAL DE EUCALYPTUS CITRIODORA. **UNESC - UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE** – 2018/ 01.

FIGUEIROA, M. J. M.; MORAIS, P. D. Comportamento da madeira a temperaturas elevadas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 157-174, out./dez. 2009.

FLORA DO BRASIL 2023. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em:

<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB115>>. Acesso em: 13 jan. 2023

GALLIO, E.; SANTINI, E. J.; GATTO, D. A.; SOUZA, J. T.; RAVASI, R.; MENEZES, W. M., Floss, P. A., & Beltrame, R. (2016). Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Scientia Agraria Paranaensis**, 15(3), 244–250. 10.18188/sap.v15i3.13557.

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

Gil, J. L. R. A., Barboza, F. S., Coneglian, A., Sette Jr, C. R., Silva, M. F., & Moraes, M. D. A. (2018). Características físicas e anatômicas da madeira de *Tectona grandis* Lf aos 7 anos de idade. **Revista de Ciências Agrárias**, 41(2), 529-538. doi:10.19084/RCA17149.

GOMES, T. O.; PEREIRA, G. M.; AGUIAR, O. J. R. (2021). Efeito de profundidade de semeadura na qualidade de mudas e no estabelecimento da janela de plantio de *Schizolobium parahyba var. amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby no sudeste paraense. **Research, Society and Development**, 10(9). doi:10.33448/rsd-v10i9.17990.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. List of Microscopic Features for Hardwood Identification. **IAWA Bulletin**, v.10, n.3, p.219 – 332, 1989.

Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (**IBAMA**). Lista completa de produtos preservativos de madeiras registrados no Ibama. Disponível em: < <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/preservativos-de-madeiras/produtos-preservativos-de-madeiras-registrados-no-ibama> >. Acesso em: 13 de jan. 2023.

BÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório IBA 2022**. São Paulo. 2022.

Indústria Brasileira de Árvores -IBÁ. (2021). **Relatório IBÁ 2021**. São Paulo: IBÁ. Recuperado de <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório IBA 2017**. São Paulo. 2017.

IWAKIRI, S.; ZELLER, F.; PINTO, J.A.; RAMIREZ, M.G.L.; SOUZA, M.M.; SEIXAS, R. Avaliação do potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* “Paricá” e *Cecropia hololeuca* “Embaúba” para produção de painéis aglomerados. **Acta Amazônica**, v.42, n.2, p.303-308, 2010.

JR, C. R. S.; OLIVEIRA, I. R.; FILHO, M. T.; YAMAJI, F. M.; LACLAU, J. P. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.6, p.1183-1190, 2012.

LIMA, V. S.; NASCIMENTO, S. L.; SANTOS, M. L.; DIAS, J. M. S.; NASCIMENTO, B. L. M. Economic and geographic assessment of Brazilianplywood industry. *The Journal of Engineering and Exact Sciences –jCEC*, Vol. 08N. 04(2022).

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

MELO, R. R.; MENEZZ, C. H. S. D. Estimativas das propriedades físico-mecânicas de compostos lvl confeccionados com paricá por meio de ultrassom. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 263-272, jan.-mar., 2016.

MELO, J. E.; CARVALHO, G. M. e MARTINS, V. A. Espécies madeireiras substitutas do mogno (*Swietenia macrophylla* King.). **Brasília: IBAMA**, 1989.16 p. (Série Técnica, 6).

MORSING, N. Densification of Wood: The Influence of Hygrothermal Treatment on Compression of Beech Perpendicular to the Grain. **Technical University of Denmark**, n. 79, p.1-145, 2000.

MODES, K. S.; JÚNIOR, G. B.; FILHO, M. T.; SANTOS, L. M. H.; VIVIAN, M. A. V.; JÚNIOR, F. G. S. Caracterização morfológica e química da madeira de *Schizolobium amazonicum* aos 14 anos de plantios no estado de Rondônia. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 46, n. 118, p. 271-283, jun. 2018.

NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B.; TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; VENSON, I. Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake proveniente de plantio experimental. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 203-211, jun. 2012.

OLIVEIRA, R. P. Estudo comparativo da anatomia e densidade básica da madeira das variedades de *schizolobium parahyba* (vell.) blake em um plantio na Amazônia. **Mestrado (Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia**. Belém-PA, p. 53. 2021.

RODRIGUES, E.; ROBALLO, E. A.; SATURNINO, K.; SCAIN, L.; ROSSO, S. (2018). Avaliação da massa específica de *Cedrella fissilis* em comparativo com demais espécies nativas. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 10(2).

RODRIGUES, B. P. **Utilização de Parâmetros anatômicos da madeira de dois clones de híbridos naturais de *Eucalyptus grandis* como índices de qualidade para a produção de papel**. TCC. Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento de Engenharia Florestal, Jerônimo Monteiro, p. 45, 2010.

RODRIGUES, R. B. Eficiência de preservativos e durabilidade natural de *Eucalyptus pellita*, *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* a organismos xilófagos. DISSERTAÇÃO. **Instituto de florestas curso de pós-graduação em ciências ambientais e florestais**. Seropédica, RJ. 2011.

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

SANTOS, T. M. Caracterização anatômica da madeira de *Anacardium occidentale* L. (cajeiro) para geração de energia e produção de celulose. **Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão**. Imperatriz – MA, 2021.

SILVA, J. J. N.; CARDOSO, G. V.; JÚNIOR, F. G. S.; STANGERLIN, D. M. Caracterização tecnológica da madeira de *Schizolobium amazonicum* para a produção de celulose kraft. **Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)**, Pelotas, v. 04, n. 01, p. 33-45, maio de 2013 ISSN: 2177-6830.

SILVA, V. P. S., Matos, D. F., Lima, T. J., Moreira, W.M. & Dias, J.M.S. (2019). Análise do teor de umidade de madeiras comercializadas na cidade de Açailândia – MA. **III Semana de Engenharia Civil – SEC**, Marabá-PA.

SILVEIRA, R., SILVA, G. F., BINOTI, D. H. B., MANHÃES, L. P., GONÇALVES, A. F. A., & ARAGÃO, M. A. (2017). Custos da produção de madeira de paricá na região de Paragominas, PA. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 37(92), 597-604. doi:10.4336/2017.pfb.37.92.1508

SILVA, M. G.; FÁBIO AKIRA MORI, F. A.; GRACIALDA COSTA FERREIRA, G. C.; RIBEIRO, O. A.; CARVALHO, A. G.; BARBOSA, A. C. M. C. Estudo anatômico e físico da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* proveniente de povoamentos nativos da Amazônia Oriental. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 44, n. 110, p. 293-301, jun. 2016.

SILVA, M. G.; MORI, F. A.; FERREIRA, G. C.; RIBEIRO, A. O.; CARVALHO, A. G.; BARBOSA, A. C. M. C. Estudo anatômico e físico da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* proveniente de povoamentos nativos da Amazônia Oriental. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 44, n. 110, p. 293-301, jun. 2016.

SILVA, J. C. Madeira Preservada – Os Impactos Ambientais. **Rev. da Madeira**, ed. 100, 2006.

SOUZA, D. P. (2014). ASPECTOS SILVICULTURAIS E TECNOLÓGICOS DO PARICÁ (*Schizolobium amazonicum* HUBER EX DUCKE). **Trabalho de Conclusão de Curso**, Engenharia Florestal. SEROPÉDICA, RJ.

- 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).
- TEREZO, R. F.; SZÜCS, C. A.; VALLE, Â.; SAMPAIO, C. A. P.; STÜPP, Â. M. Propriedades da madeira de paricá em diferentes idades para uso estrutural. SPECIAL ISSUE – II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCTEM), Belo Horizonte (MG) – 20-22 de setembro de 2015.
- TEREZO, R. F. Avaliação tecnológica do paricá e seu uso em estruturas de madeira laminada colada. 2010. 177f. **Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2010.
- TONELLO, K.C.; COTTA, M.K.; ALVES, R.R.; RIBEIRO, C.F.A.; POLLI, H.Q. O Destaque econômico do setor florestal brasileiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA AMÉRICA LATINA, 3, 2006, Campinas. **Anais**. Campinas: UNICAMP, 2006.
- TURCHETTO-ZOLET, A. C; CRUZ, F; VENDRAMIN, G. G; SIMON, M. F; SALGUEIRO, F; MARGIS, R; MARGIS-PINHEIRO, M. Large-scale phylogeography of the disjunct neotropical tree species *Schizolobium parahyba* (Fabacea Caesalpinioideae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v.65, p.174–182, 2012.
- TRAMONTINA, J.; TOMASI, J.; TRES, J.; CHECHI, L.; DENARDI, L. (2013). Propriedades de flexão estática da madeira úmida e a 12% de umidade da espécie *Ateleia glazioviana* Baill. **Enciclopédia Biosfera**, 9(16), 1833-1839.
- TSOUMIS, G. Science and technology of wood: structure, properties, utilization. **New York: Chapman e Hall**, 1991. 494p.
- VALLE, Â.; MORAES, P. D.; SZÜCS, C. A.; TEREZO, R. F. Estruturas de madeir. **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**. Florianópolis-SC, 2012.
- VIDAURRE, G. B., VITAL, B. R., OLIVEIRA, A. C., OLIVEIRA, J. T. S., MOULIN, J. C., SILVA, J. G. M., & SORANSO, D. R. (2018). Physical and mechanical properties of juvenile *Schizolobium amazonicum* wood. **Revista Árvore**, 42 (1), 1-9. doi:10.1590/1806-90882018000100001.
- VIDAURRE, G.B. Caracterização anatômica, química e físico-mecânica da madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum*) para produção de energia e polpa celulósica. 2010. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – **Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, MG.
- VIVIAN, M. A.; MODES, K. S.; SANTINI, E. J.; MORAIS, W. W. C.; CARVALHO, D. E. Efeito do tratamento preservante e da exposição a campo na resistência mecânica da madeira de *Eucalyptus grandis* *Eucalyptus cloeziana*. **Rev. Ciênc. Agrovet.**, Lages, SC, Brasil, 2021.
- VIVIAN, M. A. Resistência biológica da madeira tratada de *eucalyptus grandis* e *eucalyptus cloeziana* em ensaios de laboratório e campo. **Dissertação**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Tecnologia de Produtos Florestais. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). 2011.