

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE  
NÚCLEO DE GESTÃO INTEGRADA DO ICMBIO CARAJÁS**



**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico  
Mendes de Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio**

**Relatório de Final  
Ciclo 2023-2024**

Propriedades da madeira de espécies potenciais da Floresta Nacional do  
Tapirapé-Aquiri.

**Nome do Estudante: Juliana Alves de Assis**

**Orientador(a): André Luís Macedo Vieira**

**Coorientador: Luiz Eduardo de Lima Melo**

**Instituição do coorientador: Universidade do Estado do  
Pará – UEPA (Marabá/PA)**

**Marabá-Pa  
08/2024**

## RESUMO

ASSIS, J. A. Propriedades da madeira de espécies potenciais da Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri . 2024. 22p. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Florestal) Centro de Ciências Naturais e Tecnologias – UEPA.

A Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri (FLONATA) é uma das unidades de conservação na Amazônia, localizada na região da Serra dos Carajás. O uso da madeira como matéria-prima estrutural é considerado nobre, agregando valor ao produto final. No entanto, a escassez de informações sobre as possibilidades de madeiras disponíveis e a baixa inserção de novas espécies no mercado madeireiro acentuam a exploração de um número reduzido de espécies já estabelecidas, muitas das quais estão em risco de extinção. Neste estudo, foram utilizadas as madeiras de *Ficus paraensis* (Miq.) Miq, *Senegalia polyphylla* Britton & Rose, e *Swietenia macrophylla*, coletadas na área da Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri. A pesquisa deu início a partir da coleta de material realizada na Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri (FLONATA), estado do Pará, Brasil. A área em questão abrange uma extensão de 190.000 hectares e está localizada na região Norte do Brasil, mais precisamente no Estado do Pará. Foi determinada a distância radial de transição da madeira juvenil para adulta a partir da determinação do comprimento das fibras, A densidade aparente foi determinada pelo método de microdensitometria de raios-x. Com base nos dados apresentados, concluiu-se que as espécies estudadas não apresentaram resultados significativos dentro do período de crescimento em que foram avaliadas. Fatores como o ambiente em que a espécie está inserida, ou alguma característica já das árvores, podem ter contribuído para que essas espécies não tenham alcançado o lenho adulto.

Palavras Chaves: FLONATA, Densidade aparente, Raio X.

## ABSTRACT

ASSIS, J. A. Propriedades da madeira de espécies potenciais da Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri . 2024. 22p. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Florestal) Centro de Ciências Naturais e Tecnologias – UEPA.

The Tapirapé-Aquiri National Forest (FLONATA) is one of the conservation units in the Amazon, located in the Serra dos Carajás region. The use of wood as a structural raw material is considered noble, adding value to the final product. However, the scarcity of information on the possibilities of available wood and the low insertion of new species in the timber market accentuate the exploitation of a small number of already established species, many of which are at risk of extinction. In this study, wood from *Ficus paraensis* (Miq.) Miq, *Senegalia polyphylla* Britton & Rose, and *Swietenia macrophylla*, collected in the Tapirapé-Aquiri National Forest area, were used. The research began with the collection of material carried out in the Tapirapé-Aquiri National Forest (FLONATA), state of Pará, Brazil. The area in question covers an area of 190,000 hectares and is located in the Northern region of Brazil, more precisely in the State of Pará. The radial distance of transition from juvenile to adult wood was determined by determining the length of the fibers, the apparent density was determined by the x-ray microdensitometry method. Based on the data presented, it was concluded that the species studied did not present significant results within the growth period in which they were evaluated. Factors such as the environment in which the species is located, or some characteristic of the trees, may have contributed to these species not having reached adult wood.

Keywords: FLONATA, Apparent density, X-ray.

### **3. Listas de Figuras, Quadros, Tabelas, Abreviaturas e Siglas, Símbolos.**

Figura 1-Mapa de localização da área de coleta dentro da Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri.

Figura 2-Processamento mecânico dos discos para obtenção das amostras para microdensitometria de raio-x e para a determinação do comprimento das fibras sentido medula-casca.

Figura 3- Demarcação de madeira de três árvores *Ficus Paraensis*.

Figura 4-Demarcação de madeira de três árvores *senegalia polyphylla*.

Tabela 1- Resumo dos resultados da regressão por partes para relação entre a posição radial e comprimento das fibras.

Figura 5- Regressão linear da densidade aparente dos anéis de crescimento determinada pela mesa de mensuração e pela metodologia de densitometria de raios X em todas as árvores de *Senegalia polyphylla*.

Figura 6- Regressão linear da densidade aparente dos anéis de crescimento, determinada pela mesa de mensuração e pela metodologia de densitometria de raios X em todas as árvores de *Ficus paraensis*.

Figura 7- Demonstra a comparação de densidade aparente entre as espécies.

Tabela 2. Densidade aparente média, máxima e mínima do lenho de três árvores das espécies *Ficus paraensis* e *Senegalia polyphylla*.

## **Sumário**

<b>1. Introdução</b>	<b>8</b>
<b>2. Objetivo Geral</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Objetivos específicos</b>	<b>10</b>
<b>3. Materiais e métodos</b>	<b>10</b>
<b>3.1. Área de estudo</b>	<b>10</b>
<b>3.2. Coleta de Material</b>	<b>11</b>
<b>3.3 Análises anatômicas da madeira.</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Determinação da idade e do ponto de transição da madeira juvenil para a madeira adulta.</b>	<b>12</b>
<b>4. Resultados e discussões</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Variação no comprimento das fibras</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Comparação da densidade aparente entre as espécies</b>	<b>16</b>
<b>4.3 Análises densitométricas</b>	<b>16</b>
<b>5. Conclusão</b>	<b>16</b>
<b>6. Referências Bibliográficas</b>	<b>16</b>

## **1. Introdução**

A Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri (FLONATA), é uma das unidades de conservação na Amazônia, localizada na região da Serra dos Carajás, faz parte do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e tem como objetivo principal a conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais. A gestão e regulamentação da FLONATA são realizadas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). (Ibama, 2006).

A flonata apresenta grande relevância na região amazônica, não só por sua grande extensão territorial, mas também por sua biodiversidade que colabora com o equilíbrio ambiental. A Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri está situada nos municípios de São Félix do Xingu e Marabá, no sudeste do estado do Pará, desse modo, entende-se que a região, desenvolve um papel fundamental na conservação da biodiversidade, contendo uma variedade de espécies de fauna e flora. (Imazon, 2022).

Para além disso, também contribui com a prática de ecoturismo, tornando-se necessária a abertura e construção das trilhas, que em sua maioria, na prática são utilizadas estruturas em madeira, tornando o ato uma atividade comum em áreas de conservação ambiental, pois assim, evita-se a degradação do solo e facilita o acesso dos visitantes a áreas de mais difícil acesso (Motta & Barcellos, 2007; Menezes et al., 2013).

Desde os primórdios da civilização, a madeira exerce um papel fundamental para a existência humana, tendo em vista a sua ampla utilização, sendo elas habitações de um modo geral, construções, móveis e embalagens. Portanto, conhecer as propriedades da madeira se torna necessário para avanços no uso sustentável das espécies arbóreas. (Zobel e Van Buijtenen, 1989; Esteban et al., 2015).

As estruturas lenhosas de maneira natural adicionam materiais para a formação do cerne, bloquear condúites e resistir à decomposição por microrganismos, pouca coisa muda na estrutura da madeira durante a vida da planta, podendo durar milhares de anos. Lachenbruch et al.(2011).

O uso da madeira como matéria-prima estrutural é considerado nobre, agregando valor ao produto final. No entanto, a escassez de informações sobre nossas

possibilidades de madeiras e baixa inserção de novas espécies no mercado madeireiro, acentuam a exploração florestal de um número reduzido de espécies já estabelecidas no mercado, muitas das quais estão, inclusive, em risco de extinção. (REIS, 2017; ARAÚJO et al., 2022).

A floresta Amazônica, de modo geral, possui uma ampla diversidade de espécies arbóreas, muitas dessas espécies possuem madeira com grande potencial para o uso em estruturas de construção, especialmente em projetos sustentáveis. Desse modo, é essencial avaliar o potencial das espécies alternativas, para que haja espécies alternativas para substituir as de uso tradicional e popular. A Amazônia se destaca como uma área de investimento promissora para o setor florestal, devido a sua abundância de espécies com uma vasta gama de propriedades e possibilidades de aplicações. (Macedo et al. 2012).

Em relatórios finais de projetos anteriores (14º Edital 2020 do PIBIC/ICMBio – Ciclo 2020/2021 – Souza 2021), foram apresentadas espécies com potencial tecnológico com madeira sólida, e entre essas espécies, destacam-se: *Ficus paraensis* (Miq.) Miq (Moraceae) e *Senegelia polyphylla* Britton & Rose (Fabaceae). Segundo os inventários florestais e informações do romaneio dos anos de 2017 e 2018, observou-se que estas espécies ocorrem com frequências (acima de 60%) nas áreas suprimidas pela Companhia Vale do Rio Doce – CVRD da FLONATA, que norteada pelas normativas vigentes no Brasil dispõe sobre obtenção de Autorização de Supressão de Vegetação (ASV) no interior de Florestas Nacionais (FLONAs) para pesquisa e implantação de lavra mineral em domínios da Amazônia Legal, como no caso da Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri (FLONATA).

De acordo com Evangelista et al. (2010), entender a variabilidade interna das propriedades da madeira é muito importante para o seu uso tecnológico otimizado. Esse conhecimento permite classificar a madeira serrada com propriedades semelhantes e homogeneizar lotes para comercialização. A utilização eficaz desse material depende de um entendimento completo de suas diversas propriedades, que são influenciadas por sua constituição química e, principalmente, anatômica, tendo em vista que a variabilidade pode ocorrer em diferentes pontos do lenho.

Portanto , as propriedades da madeira em um determinado local da planta referem-se a resposta ao ambiente e estágio do desenvolvimento da planta no momento em que a madeira foi formada. As características anatômicas, química, física e mecânica da madeira variam bastante dentro das plantas, entre diferentes partes (como tronco, galhos e raízes) e dentro de cada parte. Se essas propriedades refletem adaptações às necessidades da planta, estudar essas variações pode ser de grande relevância para identificação dos fatores mais importantes que moldaram a planta, especialmente o xilema, através da seleção natural em diferentes fases das suas vidas. Lachenbruch et al.(2011).

## **2. Objetivos**

### Objetivo Geral

Caracterizar as propriedades da madeira de *Ficus Paraensis* (Miq.) Miq e *Senegelia Polyphylla Britton & Rose* que ocorrem na FLONATA, por meio determinação da madeira juvenil e adulta no fuste das árvores, como subsídio para uso de suas madeiras no mercado madeireiro.

### Objetivos específicos

- I Determinar a densidade aparente das madeiras no sentido radial do fuste das árvores;
- II) Determinar a extensão radial de madeira juvenil no fuste por meio do comprimento das fibras;
- III) Comparar as propriedades da madeira juvenil e adulta das espécies estudadas.

## **3. Material e Métodos**

### **3.1. Área de estudo**

A pesquisa deu início a partir da coleta de material realizada na Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri (FLONATA), estado do Pará, Brasil. A área em questão abrange uma extensão de 190.000 hectares e está localizada na região Norte do Brasil, mais precisamente no Estado do Pará. Suas coordenadas geográficas situam-se entre 5°35'52” e 5°57'13” de latitude sul, e 50°01'57” e 51°04' 20” de longitude oeste. Essa

vasta região é predominantemente incorporada pelo município de Marabá, que ocupa 168.351,03 hectares (85,74%), e São Félix do Xingu, com 28.000,39 hectares (14,26%). (Figura 1)

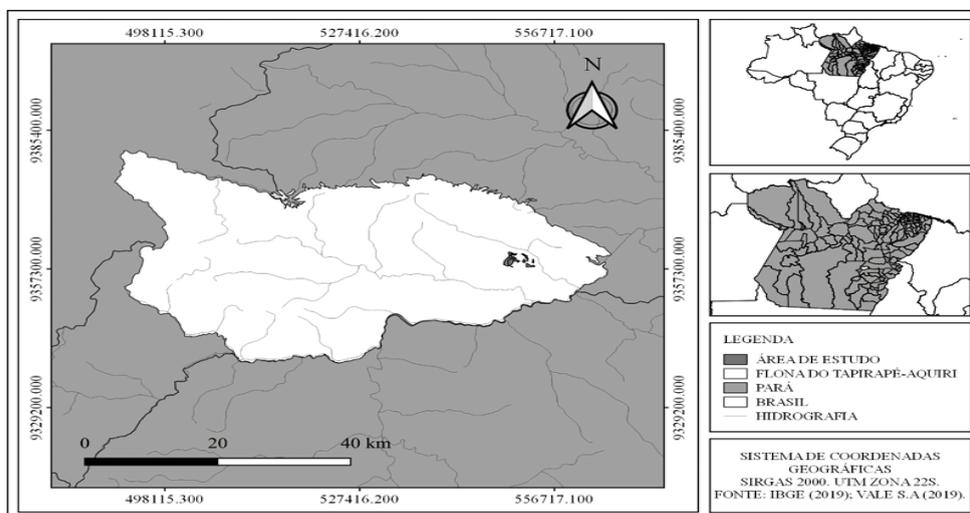


Figura 1. Mapa de localização da área de coleta dentro da Floresta Nacional Tapirapé-Aquiri. Fonte: Matos; Andrade (2020).

### 3.2. Coleta de Material

Neste estudo foram utilizadas as madeiras de *Ficus Paraensis* (Miq.) Miq., *Senegalia Polyphylla* Britton & Rose, as quais foram coletadas na área que compreende a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, em função do projeto vinculado ao 14º Edital 2020 do PIBIC/ICMBio – Ciclo 2020/2021 – Souza 2021. Exsiccatas e amostras de madeiras das espécies foram depositadas no Herbário e na Xiloteca, respectivamente, da Universidade do Estado do Pará. Discos de madeira de três árvores de cada espécie foram obtidos do acervo da Xiloteca Joaquim Ivanir Gomes da Universidade do Estado do Pará (UEPA) para estudo das propriedades de sua madeira.

De cada disco foram obtidas amostras diametrais para a determinação da densidade aparente, a 12% de umidade, pelo método de microdensitometria de raio-x (Fig. 2). Subamostras foram obtidas para análise da anatomia da madeira, densidade básica da madeira e para ensaios de compressão mecânica paralela à fibra e flexão estática (Figura 2).

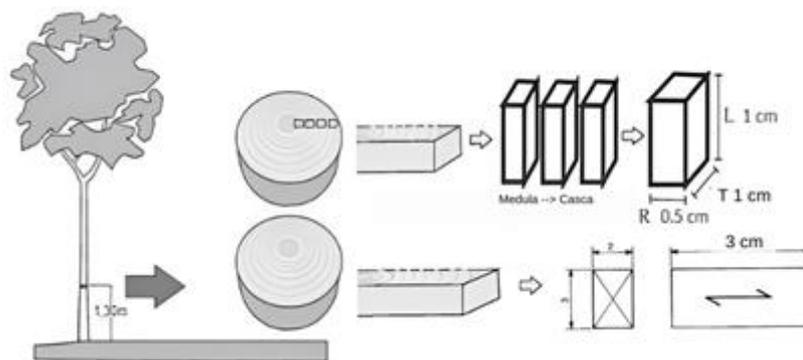


Figura 2. Processamento mecânico dos discos para obtenção das amostras para microdensitometria de raio-x e para a determinação do comprimento das fibras sentido medula-casca.

### 3.3 Análises anatômicas da madeira.

Foi determinada a distância radial de transição da madeira juvenil para adulta a partir da determinação do comprimento das fibras (Zobel e Van Buijtenen, 1989). Foram obtidos corpos de prova a cada 0,5 cm no sentido medula casca (Figura 2), nos quais foram obtidos os valores do comprimento das fibras pelo método de maceração de Franklin (Franklin, 1945), modificado por Kraus and Arduin (1997). Foram medidas 30 fibras de cada amostra conforme recomendações da IAWA Committee (1989).

A densidade aparente foi determinada pelo método de microdensitometria de raios-x. As amostras foram obtidas cortando-se uma porção de 2 mm de espessura da amostra de seção transversal obtida na altura do peito e acondicionada a 21 C e 65% de umidade relativa (UR) até atingir aproximadamente 12% de umidade. O perfil de densidade aparente ao longo do tronco da árvore foi obtido em um micro densitômetro, modelo QTRS-01X Data Analyzer and Scanner (Quintek Measurement Systems – QMS).

### 3.4 Determinação da idade e do ponto de transição da madeira juvenil para a madeira adulta.

Para determinar se a regressão por partes apresenta o melhor modelo foram feitos os procedimentos de seleção de modelos com base no critério de informação de Akaike (AICc), que consiste na comparação dos pesos e no valor do delta de cada

modelo AICc em modelos com todas as combinações de variáveis possíveis (Ochoa-Quintero et al., 2015; Magnago et al., 2015).

A regressão por partes permitiu determinar se houve uma influência significativa da distância radial medula-câmbio sobre o comprimento das fibras e também identificar qualquer ponto de interrupção discreto no comportamento radial das fibras que indica formação de madeira adulta ( $p < 0,05$ ). Assim, por meio da análise visual dos gráficos conseguiu-se determinar limites das regiões de madeira juvenil e adulta nos discos das árvores, conforme recomendado por Zobel e Van Buijtenen (1989).

A partir da determinação dos limites de madeira juvenil e adulta no disco, a dimensão das fibras e densidade aparente da madeira foram comparadas estatisticamente por meio de ajuste usando modelos lineares generalizados (GLM), assumindo uma distribuição de erro normal (no caso de a variável passar pelo teste Shapiro-Wilk a 5% de significância para a normalidade) ou gamma (no caso de falhar esse teste). As médias para as propriedades foram comparadas por contraste de modelos. Essas análises foram interpretadas em um nível de significância de 5%. Portanto, níveis de significância inferiores a 5% indicam diferenças significativas entre lenho juvenil e adulto (aumento ou diminuição nos valores medidos). Todos os GLMs foram submetidos à análise residual, de forma a avaliar a adequação da distribuição de erros (Crawley, 2002). Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software R, versão 3.0.1 (R Development Core Team, 2).

## **4. Resultados**

### **4.1 Variação no comprimento das fibras**

Segundo Dadswell (1958), o comprimento das fibras na madeira adulta é duas vezes maior do que na madeira juvenil para as folhosas, enquanto para as coníferas, essa variação é de três a quatro vezes. O termo "madeira juvenil" pode ser inadequado, pois não há uma transição abrupta entre madeira juvenil e adulta. Em vez disso, ocorre uma variação gradual nas propriedades físicas, químicas, mecânicas e anatômicas da madeira ao longo de muitos anos. Isso caracteriza a zona juvenil, que apresenta propriedades variáveis, em contraste com a zona adulta, que tem propriedades mais constantes (Zobel, 1980).

No entanto, Evans et al. (2000) afirmam que o comportamento da madeira juvenil em coníferas foi amplamente estudado, enquanto o comportamento da madeira juvenil em folhosas ainda é relativamente pouco explorado.

As figuras de 4 e 5 ilustram, por meio da variação no comprimento das fibras, que não houve um ponto em que ocorreu segregação entre o lenho juvenil e o lenho adulto, é possível observar que em ambas as espécies o comportamento foi linear, demonstrando que as espécies não produziram madeira adulta. Esse comportamento foi identificado por meio da análise de 3 árvores de cada espécie, a *senegalia polyphylla* e a *Ficus Paraensis*, ambas as espécies não exibiram essa mudança significativa na estrutura anatômica da madeira.

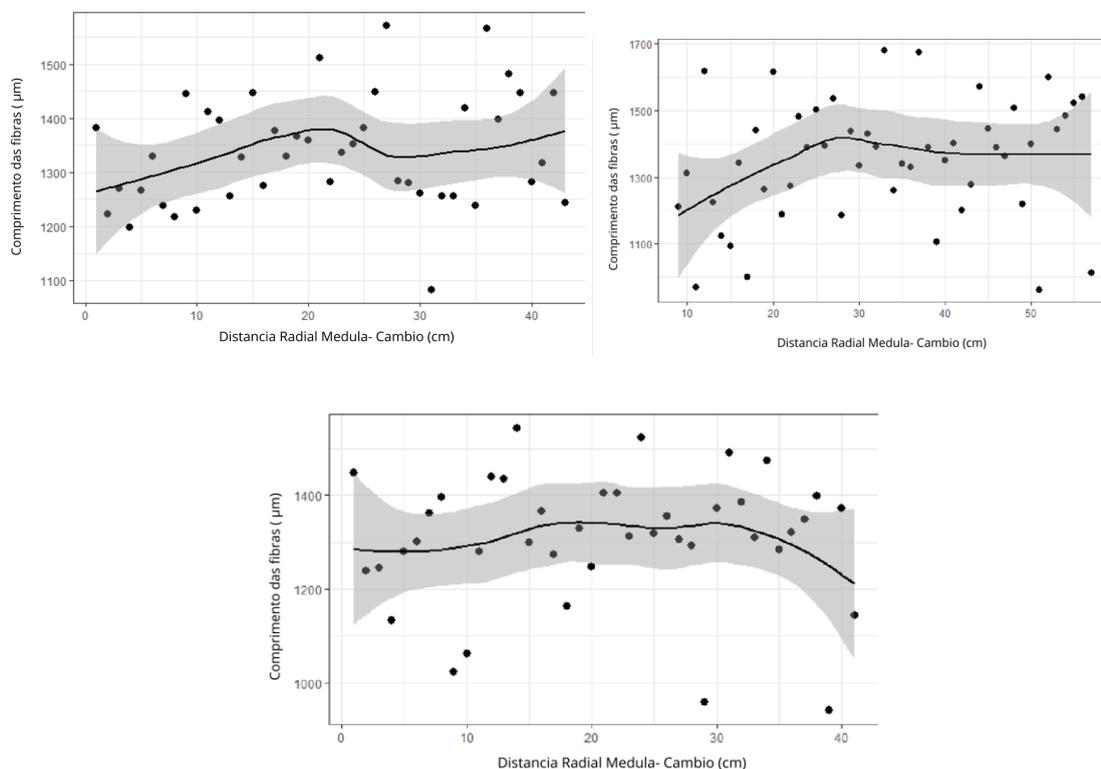


Figura 4: Demarcação de madeira de três árvores *Ficus Paraensis*.

Esse comportamento pode ser explicado por diversos motivos, como o tempo que a floresta leva para recompor o nível de estoque de colheita é denominado ciclo de corte, em um estudo feito pelo IPEF, mostra um guia elaborado para um ciclo de corte de até 15 anos. No entanto, deve-se avaliar para ciclos mais longos, nesse caso, é necessário ajustar, um pouco, esse guia de acordo com as necessidades da espécie.

Observa-se que as árvores de *ficus Paraenses* apresentam dados dispersos, indicando um crescimento linear das fibras. No entanto, não há um ponto claro que indique a transição para uma madeira adulta.

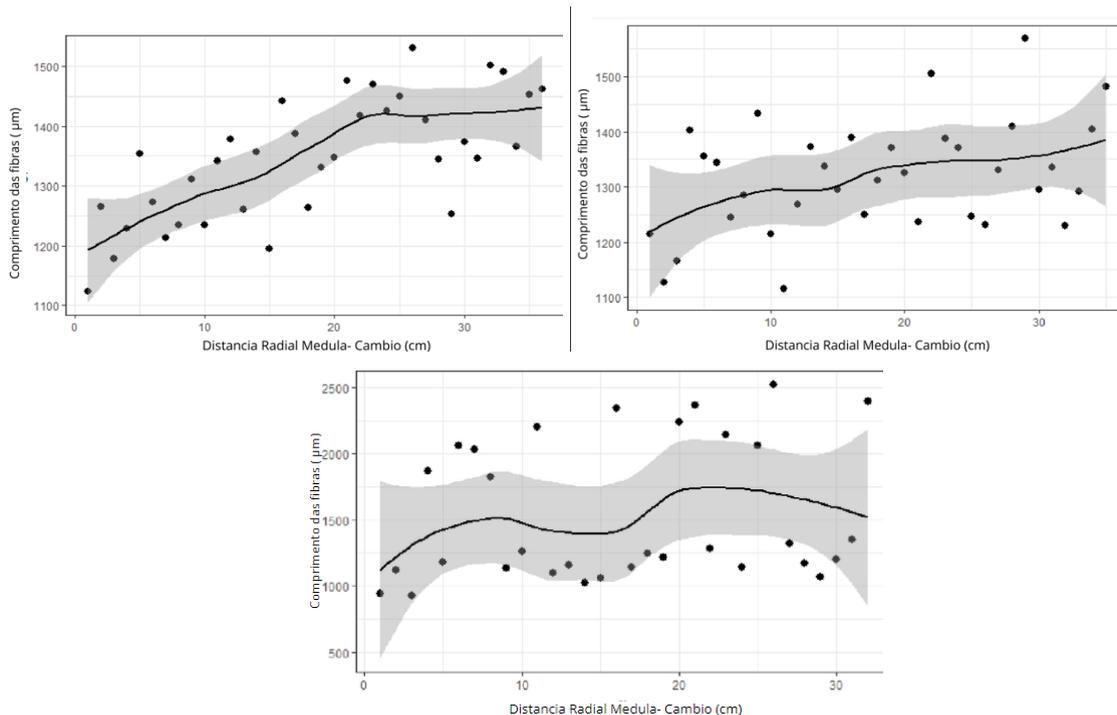


Figura 5: Demarcação de madeira de três árvores *senegalia polyphylla*.

O comportamento nas árvores de Senegalia, embora não demonstre um ponto demarcador de transição, exibe um comportamento mais padronizado nas duas primeiras árvores, desse modo, entende-se que a madeira produzida exibe uma característica mais próxima à produção de lenho adulto.

Tabela 1. Resumo dos resultados da regressão por partes para relação entre a posição radial e comprimento das fibras. \* indica onde os modelos lineares (ml) foram mostrados (via seleção AICc) para ser o melhor do que um modelo de uma regressão por partes (ms).

	AICc ml	AICc ms	valor t	valor p	breakpoint	SE breakpoint
<b>Ficus Paraensis</b>						
1	524.737	526.878	1.053	0.3443	na	na
2	651.9	653.3	1.458	0.4284	na	na
3	526.6	528.3	1.112	0.1758	na	na

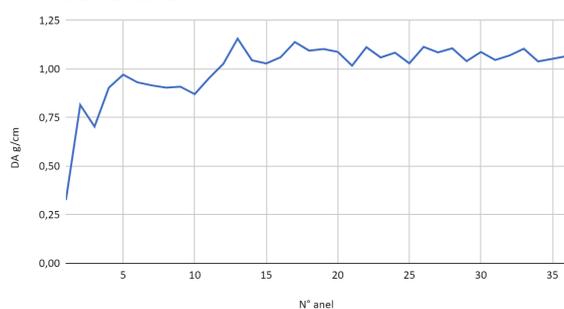
## Senegalia polyphylla

1	416.8	418.3	4.058	0.7664	na	na
2	422.4	425.0	0.732	0.9266	na	na
3	496.322	498.831	0.731	0.2815	na	na

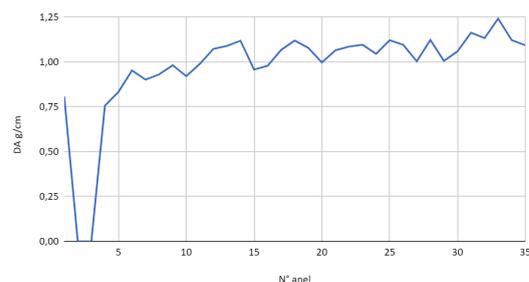
Na tabela 1, encontram-se apresentados os valores da estatística descritiva para o comprimento das fibras das espécies avaliadas. De acordo com o insidewood, os valores das fibras das espécie *Senegalia polyphylla*, apresenta  $\leq 900 \mu\text{m}$ ,  $900\text{-}1600 \mu\text{m}$  e  $\geq 1600 \mu\text{m}$  de comprimento de fibras, em contrapartida, a *Ficus Paraensis*, não apresenta dados comparativos com o insidewoods, desse modo, estudos trazidos por WEIERS, M. MELLO, J (2009) sobre a espécie, apontam que o comprimento das fibras possuem em média, valores de  $520 - 963,08$  a  $1952,9 \mu\text{m}$ .

### 4.2 Comparação da densidade aparente entre as espécies

ARVORE 1- SENEGALIA



ARVORE 2- SENEGALIA



ARVORE 3- SENEGALIA

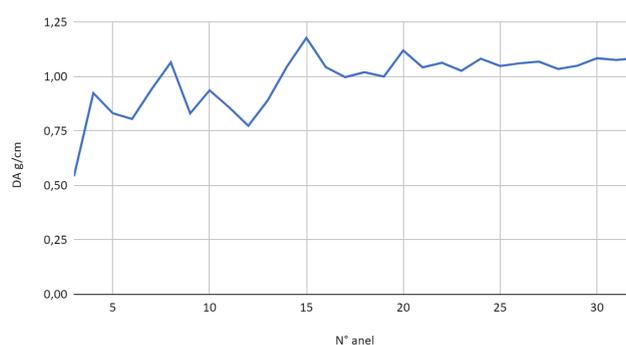


Figura 6. Regressão linear da densidade aparente dos anéis de crescimento determinada pela mesa de mensuração e pela metodologia de densitometria de raios X em todas as árvores de *Senegalia polyphylla*. Relação entre a densidade aparente média ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) e as camadas de crescimento. A linha mostra a tendência dos dados.

A espécie *Senegalia polyphylla* apresentou um perfil de densidade aparente linear e crescente, destacando-se com os maiores valores médios de densidade aparente entre as espécies analisadas no presente estudo (figura 5). Além disso, os gráficos mostraram que suas camadas de crescimento apresentaram valores superiores em comparação com as outras espécies.

Observou-se uma subida abrupta nos valores de densidade nos primeiros anéis de crescimento. Em particular, a árvore A2 exibiu um valor elevado no anel de crescimento 33 (figura 5). Nas amostras A1 e A3, os valores de densidade permaneceram estáticos, variando entre 1 e 1,2  $\text{g}/\text{cm}^3$ .

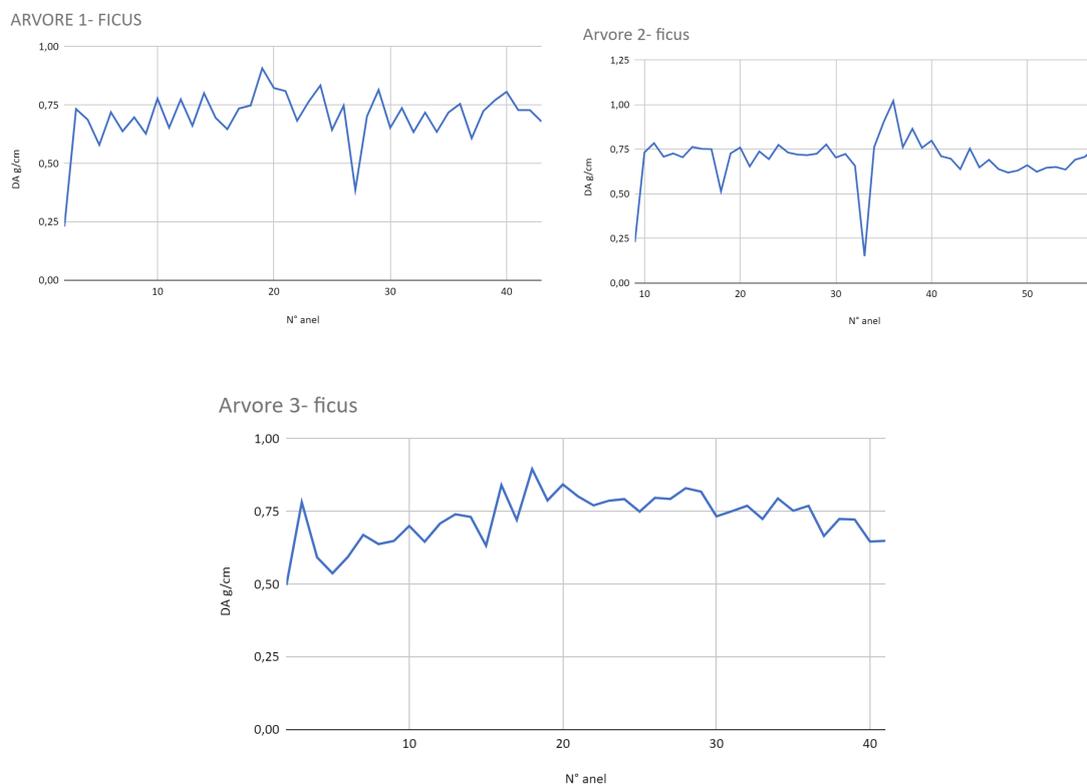


Figura 7. Regressão linear da densidade aparente dos anéis de crescimento, determinada pela mesa de mensuração e pela metodologia de densitometria de raios X em todas as árvores de *Ficus paraensis*. A figura ilustra a relação entre a densidade aparente média ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) e as camadas de crescimento, mostrando a tendência dos dados com a linha de regressão.

Ao analisar as espécies, percebe-se que a *Ficus paraensis* apresenta um aumento gradual em sua densidade nas primeiras camadas de crescimento. Entre as camadas 26 e 33, nas árvores F1 e F2, houve uma queda nos valores de densidade. Já na árvore F3, observou-se um declínio contínuo na densidade aparente a partir do máximo valor no lenho, alcançando aproximadamente  $0,65 \text{ g}/\text{cm}^3$  em seu último anel de crescimento.

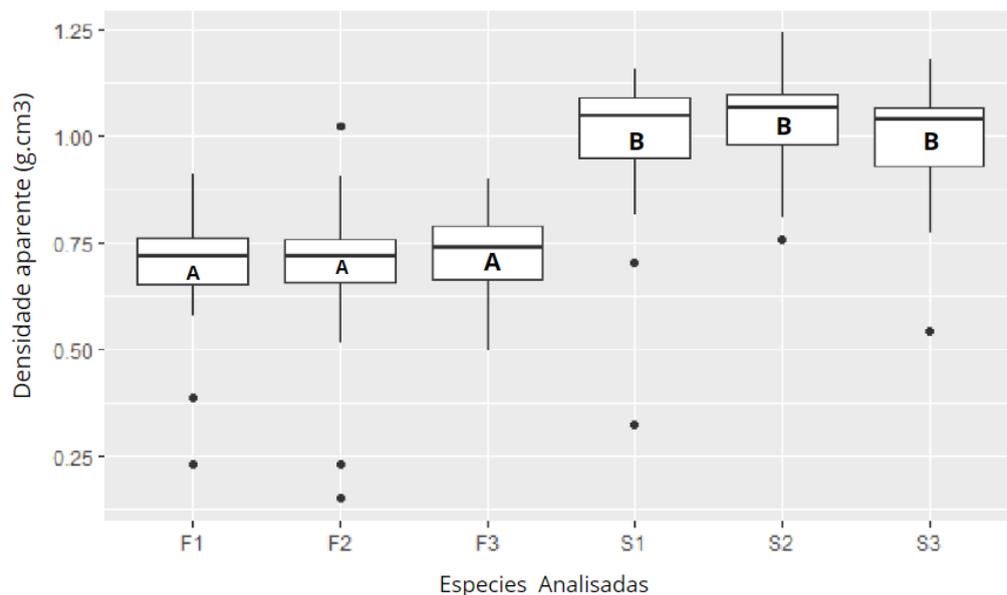


Figura 8. Demonstra a comparação de densidade aparente entre as espécies.

Tabela 2. Densidade aparente média, máxima e mínima do lenho de três árvores das espécies *Ficus paraensis* e *Senegalia polyphylla*.

Espécies	Amostra	Densidade Média ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	Densidade Máxima ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	Densidade Mínima ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	Desvio Padrão
	F1	0,72	0,91	0,23	0,11
	F2	0,72	1,02	0,15	0,13

Ficus Paraensi: F3		0,74	0,9	0,5	0,09
<b>Média</b>		0,72	1,02	0,15	0,44
Espécies	Amostra	Densidade Média (g.cm- 3)	Densidade (g.cm- 3)	Máxim: Densidade Mínima (g.cm 3)	Desvio Padrão
	A1	1,05	1,16	0,33	0,15
	A2	1,06	1,24	0,76	0,11
Senegalia Polyphylla	A3	1,04	1,18	0,54	0,13
<b>Média</b>		1,05	1,24	0,33	0,48

Para a espécie *Senegalia Polyphylla*, há uma escassez de estudos sobre a madeira, o que confere aos dados obtidos nessa pesquisa, uma relevância significativa para o conhecimento tecnológico desta espécie. Araújo et al. (2022) demonstram em seus resultados que o método gravimétrico de densidade média aparente para a *S. Polyphylla* apresentou valores de 0,70 g/cm<sup>3</sup>, os quais são inferiores aos valores de densidade encontrados nas amostras analisadas pelo método de raio-X, que apresentaram médias superiores a 1 g/cm<sup>3</sup>.

Segundo Tomazello Filho et al. (2001), as árvores respondem às variáveis ambientais que influenciam seus diversos processos fisiológicos, como respiração, fluxo de seiva, transpiração e taxa de divisão celular, entre outros fatores. Isso se reflete na atividade cambial e na anatomia do lenho, o que pode explicar a presença de picos de alta e baixa densidade observados em algumas amostras analisadas como na *Senegalia* 1 e 3. Assim, a densitometria de raios X se apresenta como uma metodologia crucial para determinar com precisão os limites dos anéis de crescimento e identificar anéis de crescimento falsos, revelando seu potencial para aplicação em estudos dendrocronológicos.

Estudos afirmam que a madeira juvenil, por ter células curtas e paredes menos espessas, têm ângulos de fibras maior que o de madeira adulta, deste modo, a contração longitudinal da madeira jovem pode ser de até 9% maior que a da madeira madura, o

que afeta a estabilidade dos produtos feitos com esse tipo de madeira, se uma peça de madeira for cortada contendo tanto madeira jovem quanto madura, uma parte vai contrair mais que a outra durante a secagem, causando empenamentos, fendas e torções. Isso reduz o valor do produto no mercado. Lara Palma & Ballarin (2003).

## **5. Conclusão**

Com base nos dados apresentados, conclui-se, que as espécies estudadas não apresentam resultados significativos dentro do período de crescimento em que a espécie foi estudada, alguns fatores podem ter contribuído para que essas espécies não tenham alcançado o lenho adulto como:

- a) As espécies estudadas podem não ter atingido uma idade satisfatória dentro do ambiente natural, essa hipótese abre portas para questionamentos, acerca do tempo que essas espécies necessitam em ambiente natural para que ocorra a transição juvenil-adulto desse material lenhoso.
- b) As espécies de *Ficus Paraensis* e *Senegalia polyphylla* podem, de fato, apresentar características insatisfatórias no que tange a produção de lenho adulto.

Os resultados destacam que a análise de densidade por meio da densitometria de raios X pode ser aplicada com sucesso em árvores nativas, representando um método promissor para a qualificação da madeira.

## **6. Recomendações para o manejo**

A FLONA do Tapirapé-Aquiri, como tantas outras Unidades de Conservação no Brasil e no mundo, enfrenta pressões humanas que dificultam o cumprimento de seus objetivos, como a extração ilegal de madeira e outras formas de manipulação florestal. madeira de árvores ainda não comprovadas é fundamental para a preservação dessas áreas. A análise dos anéis de crescimento, além de fornecer informações valiosas sobre suas propriedades, apoia estudos dendrológicos que ajudam a compreender o histórico ambiental da região. Além disso, estudos voltados para o ciclo de corte das árvores é crucial para o manejo sustentável, permitindo que a exploração dos recursos naturais ocorra de forma equilibrada, garantindo a conservação a longo prazo.

## **9. Agradecimentos**

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao ICMBio pela oportunidade de estágio e pelo suporte fundamental na realização deste projeto.

Aos meus orientadores, André Luís Macedo Vieira e Luiz Eduardo de Lima Melo, agradeço pela dedicação, orientação e apoio incansável, que foram cruciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também à Liga Acadêmica de Ciência e Tecnologia da Madeira (LCTM) e a todos os amigos que fazem parte dela, pelo companheirismo e suporte.

Em especial, gostaria de agradecer ao apoio incondicional de minha família.

## 7. Citações e referências bibliográficas

ARAÚJO, C. S. F. et al. Propriedades físicas e colorimétricas da madeira de espécies amazônicas. *BIOFIX Scientific Journal*, v. 7, n. 2, p. 150-159, 2022.

BOTOSSO, Paulo Cesar; DE MATTOS, Patrícia Póvoa. Conhecer a idade das árvores: importância e aplicação. 2002.

ESTABAN, L. et al. Juvenile and mature wood of *Abies pinsapo* Boissier: sorption and thermodynamic properties. *Wood Science and Technology*, v. 49, n. 4, p. 725-738, 2015.

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

Evangelista WV, Silva JC, Della Lucia RM, Lobo LM, Souza MO. Propriedades físico-mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no sentido radial e longitudinal. *Ciência da Madeira* 2010; 1(2): 1-19. <http://dx.doi.org/10.12953/2177-6830.v01n02a01>.

IAWA. INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. List of microscope features for hardwood identification. *Iawa Bulletin*, Leiden, v.10, p. 234-332, 1989.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Plano de manejo para uso múltiplo da floresta nacional do Tapirapé-Aquiri. Brasília, 2006.

IMAZON - Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Desmatamento zero no Pará: desafios e oportunidades. Belém: IMAZON, 2017.

Lara Palma HA, Ballarin AW. Propriedades de contração na madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. *Scientia Forestali* 2003; (64):13-22.

LACHENBRUCH, Bárbara; MOORE, John R.; EVANS, Roberto. Variação radial na estrutura e função da madeira em plantas lenhosas e hipóteses para sua ocorrência. **Mudanças relacionadas ao tamanho e à idade na estrutura e função da árvore**, p. 121-164, 2011.

MENEZES, D.M.G. et al. Planejamento de trilha interpretativa em fragmentos de mata atlântica na Universidade Federal de Sergipe - São Cristóvão. In: Congresso Nacional de Planejamento de Manejo de Trilhas, 2, 2013, Rio de Janeiro. Anais do 2 Congresso Nacional de Planejamento e Manejo de Trilhas, p. 16-40.

MOTTA, A.C.V; BARCELLOS, M. Fertilidade do solo de ciclo de nutrientes. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná, v. 1, cap. 5, p. 49-64, Curitiba - PR, 2007.

OCHOA-QUINTERO, José Manuel et al. Limiars de perda de espécies em paisagens de fronteira de desmatamento na Amazônia. **Biologia da Conservação**, v. 2, pág. 440-451, 2015.

POLGE, H. Établissement des courbes de variation de la densité du bois par exploration densitométrique de radiographies d'échantillons prélevés à la tarière sur des arbres vivants. Application dans les domaines technologique et physiologique. *Ann. sci. for.*, Paris, 23(1 ): 1-206, 1966.

REIS, P.C.M.R. Análise estrutural e propriedades tecnológicas da madeira de espécies da Amazônia. 2017. Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

SOUZA, L. VIEIRA, A. MELO, L. Propriedades tecnológicas da madeira de espécies arbóreas da floresta nacional do tapirapé-aquiri, Pará, Brasil. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade PIBIC/ICMBio. Relatório de Final (2020-2021).

WEIERS, Meriluce Samara; DE MELO JR, João Carlos Ferreira. RESPOSTAS ESTRUTURAIS DO XILEMA DE *Ficus organensis* MIQ. (MORACEAE) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES EDÁFICAS DE DUAS VÁRZEAS BREJOSAS COSTEIRAS DO BRASIL MERIDIONAL.

Zobel BJ, Van Buijtenen JP. Wood variation: its causes and control. New York: Springer Verlag; 1989. 363 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-74069-5>

ZOBEL, Bruce J. et al. Wood variation and wood properties. **Wood variation: its causes and control**, p. 1-32, 1989.