



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

GUSTAVO BATISTA BORGES

**RECONHECIMENTO DE ESPÉCIES COMERCIAIS USANDO ESTRUTURA
ANATÔMICA DA MADEIRA EM ÁREA DE MANEJO FLORESTAL NO ESTADO
DO PARÁ**

**BELÉM
2024**

GUSTAVO BATISTA BORGES

**RECONHECIMENTO DE ESPÉCIES COMERCIAIS USANDO ESTRUTURA
ANATÔMICA DA MADEIRA EM ÁREA DE MANEJO FLORESTAL NO ESTADO
DO PARÁ**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientadora: Dra. Marcela Gomes da Silva
Coorientadora: Dra. Gracialda Costa Ferreira

**BELÉM
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B732r Borges, Gustavo Batista
 Reconhecimento de espécies comerciais usando estrutura anatômica da madeira em área de manejo florestal no estado do Pará / Gustavo Batista Borges. - 2024.
 46 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Ciências Florestais (PPGCF), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2024.
 Orientador: Profa. Dra. Marcela Gomes da Silva
 Coorientador: Profa. Dra. Gracialda Costa Ferreira.
1. caracterização anatômica. 2. reconhecimento de espécies. 3. nomes vulgares. I. Silva, Marcela Gomes da, *orient.* II. Título
-

GUSTAVO BATISTA BORGES

**RECONHECIMENTO DE ESPÉCIES COMERCIAIS USANDO ESTRUTURA
ANATÔMICA DA MADEIRA EM ÁREA DE MANEJO FLORESTAL NO ESTADO
DO PARÁ**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Data da aprovação

28/08/2024

Banca Examinadora

Prof^ª. Marcela Gomes da Silva
(Presidente da Banca – Orientadora – UFRA)

Prof^ª. Gracialda Costa Ferreira
(Coorientadora – UFRA)

Dr^ª. Amélia Guimarães Carvalho
(Membro da Banca Examinadora / UFU)

Dr^ª. Elesandra da Silva Araujo
(Membro da Banca Examinadora / UFRA)

Dr^ª. Thâmara Moura Lima
(Membro da Banca Examinadora / UFRA- ICA)

AGRADECIMENTOS

À Deus que sempre esteve comigo em todas as horas, além de me sustentar nos momentos de dificuldade.

À minha família, em especial a minha mãe Lêda Borges e ao meu pai Elienai Borges que sempre fizeram de tudo para que eu e meus irmãos tivéssemos condições dignas de estudar, além de sempre nos incentivar na caminhada acadêmica.

À minha orientadora Professora Marcela Gomes da Silva, na qual sou eternamente grato por todo seu apoio e dedicação comigo, sempre me apoiando e acreditando em mim, além de permitir muitas oportunidades nesses dois anos de mestrado

À minha coorientadora Professora Gracialda Costa Ferreira que nunca mediu esforços e sempre se empenhou para que o andamento do trabalho fosse da melhor maneira possível, além de sempre nos incentivar a dar o nosso máximo.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais-PPGCF por todo suporte e auxílio nesses anos de mestrado.

À empresa BlueTimber Florestal pelo apoio nas atividades de campo, cedendo a área de manejo, bem como parte de sua equipe de profissionais, para que todas as coletas ocorressem com sucesso.

Ao meu amigo desde a graduação Jonathan Dias Marques que me ajudou muito nessa trajetória e acompanhou e me ajudou em cada etapa do desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos meus parceiros e amigos de projeto Matheus Guedes e Bianca Lobato que desde o momento da coleta do material em campo foram fundamentais para que o trabalho fosse finalizado da melhor maneira possível.

Aos amigos do Laboratório Ítalo Martins e Luciane Maia que também contribuíram na pesquisa, além de sempre estarem dispostos a ajudarem.

À toda equipe do Laboratório de Taxonomia de Árvores que sempre estiveram disponíveis para me ajudar nessa caminhada.

A todos que direta ou indiretamente estiveram comigo ao longo desses anos de graduação.

RESUMO

Para garantir a sustentabilidade do manejo florestal, é importante que as espécies manejadas tenham a identificação científica correta. Entretanto, a metodologia utilizada em inventários florestais, em especial na Amazônia, em conceder nomes vulgares as árvores, desencadeiam problemas na identificação. Dessa forma, este estudo tem o objetivo de adotar a anatomia da madeira como ferramenta para minimizar erros de identificação de espécies madeireiras da Amazônia, associadas a nomes vulgares, com vistas a contribuir com melhorias no manejo florestal sustentável. A área de estudo está localizada na Floresta Estadual do Paru, no município de Monte Alegre-PA. Em uma Unidade de Manejo licenciada, foram selecionadas cinco árvores de cinco diferentes nomes vulgares (angelim-pedra, curupixá, muiracatiara, ipê-roxo e ipê-amarelo) selecionadas para obtenção de madeira na respectiva safra, totalizando 25 amostras. Após a obtenção das amostras de madeira em campo, procedeu-se o preparo dos corpos de prova e realizadas a caracterização anatômica macroscópica e microscópica em cada amostra. As amostras nomeadas como angelim-pedra foram reconhecidas como *Hymenolobium petraeum* Ducke e *Hymenolobium excelsum* Ducke. Nas amostras das árvores nomeadas como curupixá foram reconhecidas *Micropholis guyanensis* (A.DC.) Pierre, *Micropholis melinoniana* Pierre e *Micropholis casiquiarensis* Aubrév. O nome muiracatiara reuniu *Astronium lecointei* Ducke e *Astronium graveolens* Jacq. Para o grupo do “ipê-roxo” e “ipê-amarelo”, foram encontradas quatro espécies distintas do gênero *Handroanthus* e a anatomia macroscópica do lenho apresentou caracteres que permitiram diferenciá-los, principalmente pelo tipo de parênquima axial. As espécies de *Hymenolobium* compartilham muitas características na anatomia da madeira que só permitem reconhecer até o nível de gênero pelas estruturas anatômicas. Espécies de *Micropholis* também são muito semelhantes anatomicamente, e neste estudo foi possível separar somente *Micropholis casiquiarensis* Aubrév., até o nível de espécie. As duas espécies de *Astronium* reunidas sob o nome muiracatiara oferecem arranjos das estruturas anatômicas na madeira que permitem reconhecer as espécies individualmente. Nos grupos que reúnem espécies de *Handroanthus* sob os nomes vulgares ipê-amarelo e ipê-roxo, os arranjos deixados pelas estruturas da anatomia da madeira, principalmente pelo tipo de parênquima axial, permitem diferenciar as quatro espécies que foram registradas. O estudo mostrou que há inconsistência na identificação de espécies em áreas sob manejo florestal e a anatomia da madeira tem potencial para minimizar os erros e assim contribuir com a sustentabilidade no manejo florestal na Amazônia.

Palavras-chave: Caracterização anatômica. Reconhecimento de espécies. Nomes vulgares.

ABSTRACT

To guarantee the sustainability of forest management, it is important that the species managed have the correct scientific identification. However, the methodology used in forest inventories, especially in the Amazon, leads to identification problems. Therefore, this study aims to adopt wood anatomy as a tool to minimize errors in identifying Amazonian wood species, associated with common names, and contribute to improvements in sustainable forest management. The study area is located in the Paru State Forest, in the municipality of Monte Alegre-PA. In a Forest Management Unit, five trees with five different common names (angelim-pedra, currupixá, muiracatiara, ipê-roxo and ipê-amarelo) were selected to obtain wood in the respective harvest, totaling 25 samples. After obtaining the wood samples in the field, the specimens were prepared macroscopic and microscopic anatomical characterization was carried out on each sample. The samples named as angelim-pedra were recognized as *Hymenolobium petraeum* Ducke and *Hymenolobium excelsum* Ducke. In samples of trees named currupixá, *Micropholis guyanensis* (A.DC.) Pierre, *Micropholis melinoniana* Pierre and *Micropholis casiquiarensi* Aubrév were recognized. The name muiracatiara concentrated *Astronium lecointei* Ducke and *Astronium graveolens* Jacq. For the “ipê-roxo” and “ipê-amarelo” groups, four distinct species of the *Handroanthus* genus were found and the macroscopic anatomy of the wood showed characters that allowed them to be differentiated, mainly by the type of axial parenchyma. *Hymenolobium* species share many characteristics in wood anatomy that only allow recognition up to the genus level by anatomical structures. Species of *Micropholis* are also very similar anatomically, and in this study it was possible to separate only *Micropholis casiquiarensis* Aubrév. down to the species level. The two species of *Astronium* combined under the name muiracatiara offer arrangements of anatomical structures in the wood that allow the species to be recognized individually. In groups that combine *Handroanthus* species under the common names ipê-amarelo and ipê-roxo, the anatomical structure, as type of axial parenchyma, allows the four species that were recorded to be differentiated. The study showed that there is inconsistency in the identification of species in areas under forest management and wood anatomy has the potential to minimize errors and contribute to sustainability in forest management in the Amazon.

Keywords: Anatomical characterization. Species recognition. Common names.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da Unidade de Manejo na Floresta Estadual do Paru. (A-C) Extensão territorial do Brasil, Amazônia Brasileira e Estado do Pará. (D) Extensão da Flota do Paru no município de Monte Alegre. (E) Climograma da região.	20
Figura 2 – Esquema de amostragem e coleta do material	22
Figura 3 – Preparo do material para as análises macroscópicas e microscópicas das amostras	24
Figura 4 – <i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. <i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. Barra = 2mm.....	28
Figura 5 – <i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. <i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. Barra = 300µm.....	29
Figura 7 – <i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. <i>Micropholis melinoniana</i> Pierre: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. <i>Micropholis casiquirensis</i> Aubrév.: G. Plano transversal. H. Plano longitudinal tangencial. I. Plano longitudinal radial. Barra = 300µm.....	33
Figura 8 – <i>Astronium lecointei</i> Ducke: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. <i>Astronium graveolens</i> Jacq.: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. Barra = 2mm	35
Figura 9. <i>Astronium lecointei</i> Ducke: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. <i>Astronium graveolens</i> Jacq.: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. Barra = 300µm	36
Figura 10. <i>Handroanthus incanus</i> (A.H.Gentry) S.Grose: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. <i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose: G. Plano transversal. H. Plano longitudinal tangencial. I. Plano longitudinal radial. <i>Handroanthus capitatus</i> (Bureau & K.Schum.) Mattos: J. Plano transversal. K. Plano longitudinal tangencial. L. Plano longitudinal radial. Barra = 1mm.....	38
Figura 11. <i>Handroanthus incanus</i> (A.H.Gentry) S.Grose: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal	

radial. *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose: G. Plano transversal. H. Plano longitudinal tangencial. I. Plano longitudinal radial. *Handroanthus capitatus* (Bureau & K.Schum.) Mattos: J. Plano transversal. K. Plano longitudinal tangencial. L. Plano longitudinal radial. Barra = 300µm.....40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Associação dos nomes vulgares a nomenclatura científica das espécies mais comercializadas em volume (m ³) no Pará entre 2006-2016.	15
Tabela 2 - Dados do inventário florestal das espécies estudadas da Unidade de Manejo Florestal.	21
Tabela 3: Validação botânica dos cinco nomes vulgares avaliados em Unidade de Manejo Florestal Sustentável na Amazônia brasileira.....	25
Tabela 4 - Caracterização macroscópica das espécies.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	QUESTÕES CIENTÍFICAS E HIPÓTESES	13
3	OBJETIVOS	13
3.1	Objetivo Geral	13
3.2	Objetivos Específicos	13
4	REVISÃO DE LITERATURA	13
4.1	Mercado madeireiro no Estado do Pará	13
4.2	Problemática da identificação das espécies	16
4.3	Anatomia da madeira como ferramenta de identificação	18
4.4	Métodos de identificação de madeiras	19
5	MATERIAL E MÉTODOS	20
5.1	Área de estudo	20
5.2	Amostragem	21
5.3	Caracterização anatômica macroscópica	22
5.4	Caracterização anatômica microscópica	23
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6.1	Validação botânica	24
6.2	Caracterização anatômica macroscópica das madeiras	26
6.3	Diferenciação anatômica entre espécies com o mesmo nome vulgar	28
6.3.1	Angelim-pedra	28
6.3.2	Curupixá	30
6.3.3	Muiracatiara	34
6.3.4	Ipê-roxo e ipê-amarelo	37
7	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE A- Relação das amostras de madeira com registro no acervo da Xiloteca da Universidade Federal Rural da Amazônia	48

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia possui o título de maior floresta tropical do mundo e tem papel fundamental na conservação de espécies vegetais, animais e na manutenção do ecossistema, além disso, possui um suporte econômico para as populações locais, através do extrativismo e do comércio madeireiro (Reis *et al.*, 2019). A colheita de madeira é uma atividade de elevado fator econômico na região amazônica, contribuindo com o PIB, gerando empregos e arrecadação de impostos (Silva; Brasil; Blanco, 2023).

De acordo com o Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - IMAZON (2021), por meio do Sistema de Monitoramento e Exploração Madeireira (Simex), a produção de madeira em toras na Amazônia brasileira vem aumentando a cada ano, passando de 7,9 milhões de metros cúbicos em 2008 para 11,4 milhões de metros cúbicos em 2020, sendo os estados do Mato Grosso e Pará os maiores produtores (Valdiones, 2022). Nesse sentido, a comercialização de madeiras em toras tem grande importância na economia do Pará, prova disso é que o Estado está sempre entre os principais produtores e exportadores de madeiras para o setor nacional e internacional (Silva, 2013).

A maneira correta de obtenção de recursos das florestas é por meio do manejo florestal sustentável, onde consiste na retirada dos recursos florestais para obter benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando os mecanismos de sustentação do ecossistema (Brasil, 2006). Dessa forma, manejando corretamente a floresta é possível suprir a elevada demanda por produtos florestais madeireiros e não madeireiros (Rodrigues *et al.*, 2020), ou seja, é a alternativa mais viável para a conservação das florestas tropicais e a manutenção do equilíbrio entre o tripé econômico, social e ambiental (Castro *et al.*, 2021).

Para manejar a floresta é necessário reconhecer as espécies arbóreas que nela habitam. No processo de identificação botânica das espécies florestais em inventários, utiliza-se a nomenclatura vulgar e essa prática pode levar a equívocos durante o processo de comercialização, visto que, madeiras de espécies diferentes podem apresentar características similares (Silva; Souza; Gomes, 2021). Segundo Martins-da-Silva *et al.* (2014) uma espécie pode possuir diversos nomes vernaculares, bem como um nome vulgar pode indicar várias espécies, sendo, portanto, necessária a identificação pelo nome científico correto, pois permite o comércio florestal seguro e garante o avanço da ciência.

Nesse contexto, para a identificação correta em campo é necessário o conhecimento morfológico das espécies, como folhas, flores e frutos, no entanto, nem sempre as características estão disponíveis para a visualização, o que dificulta o reconhecimento (Zenid,

2012). Dessa forma, a anatomia da madeira é uma ferramenta essencial na capacidade de identificação científica correta das espécies arbóreas, pois, além de levar em consideração as características macroscópicas (porosidade, anéis de crescimento, parênquima, dentre outros), que requerem instrumentos e técnicas simples, também utiliza-se de métodos mais específicos e detalhados, como a microscopia (composição de raios, pontoações, presença de substâncias, dentre outros) (Oliveira *et al.*, 2015). Embora existam técnicas e equipamentos de baixo custo, analisar e entender as características anatômicas das madeiras não é fácil e requer um tempo longo, além de capacidade técnica qualificada (Silva *et al.*, 2022).

A anatomia da madeira das espécies florestais tem fundamental importância no processo de identificação e diferenciação de espécies, pois os caracteres anatômicos qualitativos e quantitativos podem influenciar no agrupamento e distinção de espécies semelhantes (Vieira *et al.*, 2019). O conhecimento das características anatômicas podem indicar possíveis usos a nível empresarial e isso pode trazer ganhos qualitativos e quantitativos, pois estão diretamente ligadas às propriedades tecnológicas da madeira, e para isso o primeiro passo é o reconhecimento correto das espécies (Talgatti *et al.*, 2019).

Devido à variedade de espécies florestais encontradas no Brasil, é comum que espécies distintas sejam comercializadas com nome de madeiras já aceitas no mercado, como ocorre com a *Carapa guianensis* Aubl., popularmente conhecida como andiroba, que em muitos casos é vendida como *Swietenia macrophylla* King. (mogno) (Coradin; Camargos, 2002). A diferenciação de ambas é possível pela observação do padrão de estratificação dos raios utilizando a anatomia macroscópica da madeira, dessa forma, conhecer a estrutura e organização anatômica das espécies é fundamental no processo de identificação, além de ser, em alguns casos, um mecanismo muito objetivo, que trará resultados em pouco tempo (Junior; De Pinho; Fernandes, 2022).

Uma problemática na identificação de espécies é que o material morfológico do vegetal fica em campo quando a árvore é derrubada, e com isso há menos caracteres disponíveis que levam a chegar na espécie correta (Novaes *et al.*, 2023). Dessa forma, a identificação anatômica da madeira é uma ferramenta essencial no processo de comercialização madeireira no Pará, tendo em vista que a coleta do material botânico nos inventários florestais não acontecem com frequência. Por ter baixo custo e conseguir ter resposta “in situ”, a microscopia tem sido muito utilizada por profissionais, porém para que o resultado seja satisfatório e concreto, é essencial treinamento, prática e a utilização de materiais didáticos auxiliares.

Diante disso, tendo a necessidade de identificar corretamente as espécies florestais para

evitar erros na comercialização e contribuir com a conservação da floresta, o objetivo do presente estudo foi utilizar a anatomia da madeira como ferramenta no reconhecimento de espécies madeireiras comerciais, associadas a nomes vulgares, e assim contribuir com melhorias para ao manejo florestal sustentável na Amazônia.

2 QUESTÕES CIENTÍFICAS E HIPÓTESES

Questões a responder:

- Existem diferentes espécies associadas a um mesmo nome vulgar?
- São espécies de grupo taxonômico (família e gênero) similares ou diferentes?

As hipóteses para estudo são:

- Sob o mesmo nome vulgar existem diferentes espécies associadas e para nomes vulgares comuns o erro de associação tende a ser menor;
- As espécies associadas ao mesmo nome vulgar tendem a ser de grupos taxonômicos similares, entretanto podem ocorrer variações.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Utilizar a anatomia da madeira como ferramenta para a identificação científica de espécies madeireiras e assim contribuir com melhorias no manejo florestal.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar quais são as diferentes espécies associadas ao mesmo nome vulgar;
- Realizar a caracterização anatômica macroscópica e microscópica da madeira de árvores associadas ao mesmo nome vernacular;
- Verificar quais são as estruturas anatômicas mais semelhantes nas distintas espécies que compõe o mesmo nome vulgar;

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Mercado madeireiro no Estado do Pará

O Brasil é um país com uma cobertura florestal bem extensa, com cerca de 497.962.509 ha, o que corresponde a 58,5% de todo território nacional, sendo que, desse total, 98% é de floresta nativa e 2% de floresta plantada (Serviço Florestal Brasileiro, 2019). O setor florestal é de extrema importância para a economia do Brasil, exemplo disso é que em 2022 a receita arrecadada pelo setor foi de R\$ 260 bilhões e o valor adicionado ao PIB foi de 6,3%

(IBÁ, 2023).

A Amazônia é a principal produtora de madeira em tora no Brasil, com cerca de 75% de toda produção nacional, além disso existem cerca de aproximadamente 230 espécies florestais que têm potencial de produzir madeiras para a comercialização, porém há uma grande pressão em cima de 50 espécies no setor, isso torna evidente que é necessário expandir o setor e aproveitar a elevada biodiversidade que a floresta proporciona e assim diminuir a pressão em alguns grupos de espécies (Florsheim *et al.*, 2020).

A enorme cobertura vegetal que a floresta amazônica possui a torna um grande potencial para a utilização de recursos florestais, o setor tem papel fundamental na contribuição da economia da região, por meio da geração de emprego e renda. Além do mais, a esfera madeireira é extremamente importante para o PIB da Amazônia e tem papel fundamental no comércio entre os estados da região e o exterior (Veras e Buenafuente, 2019).

Nos últimos anos, a produção madeireira em toras na Amazônia foi de 7,9 milhões de m³ em 2008 para 11,4 milhões de m³ em 2020, dentre os Estados com maior destaque, o principal produtor foi o Mato Grosso, seguido do Pará, com exceção no ano de 2011, onde o Pará foi o grande destaque (Valdiones *et al.*, 2022). Os autores ainda destacam que embora esteja em crescimento o setor florestal plantado na região, grande parte da exploração é realizada na floresta nativa, por meio dos planos de manejo florestais sustentáveis.

A produção florestal para o estado do Pará é muito importante, somente em 2021 o valor adicionado ao PIB do estado, junto com a aquicultura, foi de R\$ 3,317 bilhões, o que corresponde a cerca de 13,7% (Fapespa, 2023). Em média a produção de madeiras em tora para no estado foi de 3.681.846,75 m³ para o período de 2019-2020, ocupando a segunda colocação na Amazônia (Valdiones, *et al.*, 2022).

Dados obtidos do Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais-Sisflora, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará-SEMAS, registrou-se, para as 10 espécies mais comercializadas no Estado, no período de 2006 até 2016, vários nomes vulgares associados a um mesmo nome científico (Tabela 1), evidenciando que no sistema de controle da produção do estado já existem erros validados pelo órgão referente a identificação das espécies. Além do mais, existem alguns nomes científicos incorretos ou desatualizados, o que torna a problemática ainda mais séria.

Tabela 1: Associação dos nomes vulgares a nomenclatura científica das espécies mais comercializadas em volume (m³) no Pará entre 2006-2016.

Nome científico	Nome comum	Volume colhido (m³)
<i>Manilkara elata</i>	Aparaiú Maçaranduba Maçaranduba-balata Maçaranduba-verdadeira Maparajuba Paraju	4.068.728
<i>Dinizia excelsa</i>	Angelim Angelim-falso Angelim-pedra Angelim-vermelho Fava Faveira	1.486.952
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatioba Jatobá Jatobá-da-mata Jatobá-de-porco Jatobá-mirim Jatobá-roxo Jatobazinho Jitaí Jutaí Jutaí-açu Jutaí-café	1.288.298
<i>Goupia glabra</i>	Copiuba Copiúba Cupiúba Cupiúba-rosa Cupiúva Peroba Tento	1.279.313
<i>Handroanthus serratifolius</i>	Ipê Ipê-amarelo Ipê-dente-de-cão Ipê-roxo Morototó Pau-darco Quinaquina	651.158
<i>Micropholis venulosa</i>	Curupixá Guajará Rosadinho	628.604
<i>Alexa grandiflora</i>	Melanciaeira Sucupira-pepino	617.189

<i>Piptadenia suaveolens</i>	Angico-vermelho Fava Faveira Faveira-de-folha-fina Folha-fina Timborana	526.285
<i>Astronium lecointei</i>	Aroeira Maracatiara Muiracatiara Muiracatiara-rajada Muiracoatiara Muiraquatiara	436.168
<i>Caryocar villosum</i>	Amêndoa-de-espinho Pequi Pequiá Pequiá-bravo Pequiarana	386.629

Fonte: SEMAS (2006-2016)

No Pará é comum encontrar inconsistência entre a nomenclatura vulgar e científica. Ao analisar 60 processos de Planos de Manejos Florestais Sustentáveis, Ferreira *et al.* (2020), verificaram que existiam um conjunto de espécies sem registro de ocorrência na Região Norte, além de grupos que não ocorriam no Brasil. Os autores indicam que as bases de dados dos órgãos licenciadores devem ser revisadas e assim evitar os erros de identificação.

4.2 Problemática da identificação das espécies

A problemática de identificação das espécies geralmente inicia nos inventários florestais. A metodologia utilizada nos inventários florestais para identificar as árvores, ocorre por meio de nomes populares, onde se utiliza o conhecimento tradicional de identificadores locais, que nomeiam os indivíduos com base em critérios empíricos que foram adquiridos com a experiência (Procópio e Secco 2008). Ainda, é importante enfatizar que a associação de nomes científicos aos nomes vulgares, estabelecidos pelos identificadores de campo, é por meio de listas disponíveis em bases de dados da literatura e de órgãos ambientais (Procópio e Secco 2008). Nota-se que os caracteres morfológicos e vegetativos das plantas, como flor, folha e fruto, não são levados em consideração nesse processo, o que dificulta o reconhecimento da espécie e pode aumentar os erros de identificação (Cândido *et al.*, 2019).

O sistema de controle da produção de madeiras do Estado do Pará também é baseado, na maioria das vezes, na nomenclatura vernacular das espécies florestais, e isso é um problema, visto que, os nomes recebidos podem sofrer alterações conforme as regiões, época ou

linguagem (Ferreira; Gomes; Hopkins, 2004). Os autores destacam também que a identificação e o comércio madeireiro no Estado leva em consideração as características organolépticas, como cor da madeira, cheiro, desenho e peso, permitindo que as várias espécies sejam agrupadas ao mesmo nome no processo de vendas, podendo desencadear problemas na conservação das espécies.

Martins da Silva (2002) descreve que não há padronização entre as nomenclaturas científica e popular, podendo um nome comum estar associado a diversas espécies ou uma espécie remeter a várias nomenclaturas vernaculares. Ademais, o autor afirma que os nomes científicos são essenciais para a ciência, pois além de regular as transações comerciais, permite que o conhecimento da ciência não se dissipe.

Dessa forma, a associação de nomes sem embasamento científico pode gerar problemas de identificação desde o inventário, prejudicando até espécies comercialmente sem interesse (Ferreira; Cerqueira; Cardoso Júnior, 2020). Além do mais, os autores, ao analisarem uma área de manejo florestal no Oeste do Pará, cadastrado na Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Pará (SEMAS), verificaram que nomear as árvores sem embasamento pode ocasionar erros gravíssimos, como associar uma espécie florestal a uma espécie de pássaro.

A Taxonomia é a área da biologia responsável pela nomenclatura correta das espécies arbóreas, e para obter êxito, são necessárias técnicas de coleta, armazenamento, além de padronização na descrição e identificação dos materiais (Rota; Beltrami; Zonta, 2008). Desse modo, é uma ciência que necessita ser ampliada, visto que essas técnicas permitiriam identificar corretamente as árvores no campo e poderiam contribuir com um dos problemas dos inventários florestais, a correlação entre nomes vernaculares e científicos, além de maximizar a precisão no momento de nomear as espécies (Lacerda *et al.*, 2010).

Identificar incorretamente espécies podem desencadear problemas enormes, exemplo disso, é o que acontece com o “tauari”, que é um termo capaz de referenciar espécies da família Lecythidaceae e até de gêneros distintos, e isso pode diminuir a atratividade do comércio, visto que, madeiras diferentes têm propriedades distintas, conseqüentemente decai o preço e o interesse comercial (Martins da Silva; Hopkins; Thompson, 2003). Outro exemplo ocorrido em serrarias da capital paraense, citado pelos autores, foi o comércio de *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá), madeira de maior valor comercial, como “Angelim”, o que compromete financeiramente e ecologicamente as espécies.

No comércio madeireiro brasileiro existem meios de controlar os erros de identificação, um deles é o Documento de Origem Florestal-DOF, que é uma licença para transporte e armazenamento de produtos e subprodutos florestais de origem nativa, onde consta informações

de nomes vulgares e científicos das madeiras (Brasil, 2006). Sendo assim, na comercialização há um controle rígido por parte dos órgãos fiscalizadores na identificação das madeiras comercializadas e assim é possível verificar os erros ocorrentes nesse processo.

4.3 Anatomia da madeira como ferramenta de identificação

A madeira é um material composto por diferentes células que desempenham funções específicas e esse conjunto, dependendo da espécie, idade do câmbio, crescimento e condições ambientais podem sofrer variações (Silva *et al.*, 2017). Por isso, para ter o conhecimento de uma espécie é essencial entender sua estrutura anatômica (Farias e Melo, 2020).

Estudar a anatomia das espécies comercializadas é de fundamental importância para o setor florestal, visto que é recorrente o agrupamento e comercialização de várias madeiras distintas sendo uma única espécie, pois no Brasil existe muita diversidade nos grupos que produzem madeiras (Santini Júnior *et al.*, 2021). Dessa forma, devido à grande variedade de espécies florestais conhecidas, o conhecimento da estrutura anatômica das madeiras é uma ciência fundamental para o emprego correto (Zanatta, *et al.*, 2018).

A identificação de madeiras no processo de comercialização é por meio dos aspectos organolépticos e anatômicos macroscópicos, ou seja, a cor, grã, textura, peso podem diferenciar espécies semelhantes além de em alguns casos permitir chegar até a identificação científica correta, outro fator é que muitos caracteres anatômicos podem ser distinguidos apenas a olho nu, ou com uma lupa de aumento e que, em muitos casos, podem definir ao menos o gênero das madeiras (Florsheim *et al.*, 2020). É importante ressaltar que as propriedades organolépticas da madeira podem ser variáveis e em diversos casos não levam a identificação científica correta, por isso devem sempre estarem associadas às anatômicas (Zenid e Ceccantini, 2012).

Para a identificação de madeiras, os caracteres anatômicos são subdivididos em macroscópicos e microscópicos, onde as características macroscópicas requerem pouco ou nenhum aumento na observação das estruturas e as microscópicas necessita de técnicas e equipamentos que mostram estruturas mais detalhadas, como composição celular de raios, pontoações, dentre outras (Botosso, 2011).

A identificação macroscópica é ainda a forma mais segura e precisa de identificação de madeiras. Para analisar as características anatômicas, a madeira subdivide-se em 3 planos de cortes: transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial (Burger e Richter, 1991). Nesse método, a visualização dos elementos celulares é a olho nú ou com lupa de aumento entre 10x até 15x, o material precisa ser polido com lâmina de aço ou com lixa é no plano transversal que encontram-se características e estruturas diagnósticas para a identificação das espécies,

como arranjo e distribuição dos poros e parênquima axial, entretanto, os demais planos não devem ser ignorados, visto que há elementos, principalmente as estruturas estratificadas, que podem diferenciar e assim chegar no reconhecimento das espécies (Beeckman *et al.*, 2020; Koch *et al.*, 2015).

4.4 Métodos de identificação de madeiras

No passado, os caracteres anatômicos da madeira eram descritos sem padronização, ou seja, havia variação na descrição conforme a interpretação dos autores, foi então que em 1931 houve a criação da Associação Internacional de Anatomistas da Madeira —*International Association of Wood Anatomists* – IAWA, onde foi estabelecido um manual com uma nomenclatura padronizada, evitando assim a subjetividade (Araújo e Mattos Filho, 1980). As características anatômicas de diferentes espécies podem ser influenciadas por aspectos genéticos e ambientais, dessa forma, podem existir diferentes métodos que identificam madeira (Dormontt *et al.*, 2015).

Um das técnicas utilizadas no reconhecimento de espécies é a espectroscopia no infravermelho próximo (Near Infrared Spectroscopy - NIR), que além de rapidez pode trazer precisão no uso (Bastos *et al.*, 2012). É uma técnica que mede a intensidade da absorção e emissão 380–780 nm e 2500–25.000 nm, ou seja, os compostos orgânicos apresentam vários grupos funcionais que apresentam vibrações observadas no infravermelho (Tsuchikawa; Kobori, 2015).

Embora a espectrometria NIR seja não destrutiva, havendo vantagens como o não tratamento das amostras e rápida obtenção de resultados, apresenta dificuldades de abstrair informação devido elevados conjuntos de dados, além de haver variações devido aos planos de corte, além de falhas na leitura (Oliveira *et al.*, 2015). Um estudo utilizando essa técnica para diferenciar 6 espécies similares ao mogno (*Swietenia macrophylla* King) mostrou que houve uma taxa de eficiência acima de 90%, dessa forma, a espectrometria, auxiliada de modelos matemáticos podem diferenciar madeiras (Soares, *et al.*, 2017).

Dormontt *et al.* (2015) destaca que existem também métodos de identificação genéticos, como a codificação pelo DNA barcoding, além de métodos fitoquímicos, usando espectrometria de massa. Embora existam métodos sofisticados que auxiliam no processo de identificação de madeiras, a identificação macroscópica por meio dos elementos que compõe o lenho é a mais comum, visto que dispões de técnicas simples que permitem, pelo menos, chegar no gênero (Florsheim *et al.*, 2020).

Embora haja avanços na tecnologia para a identificação de madeiras, o método de

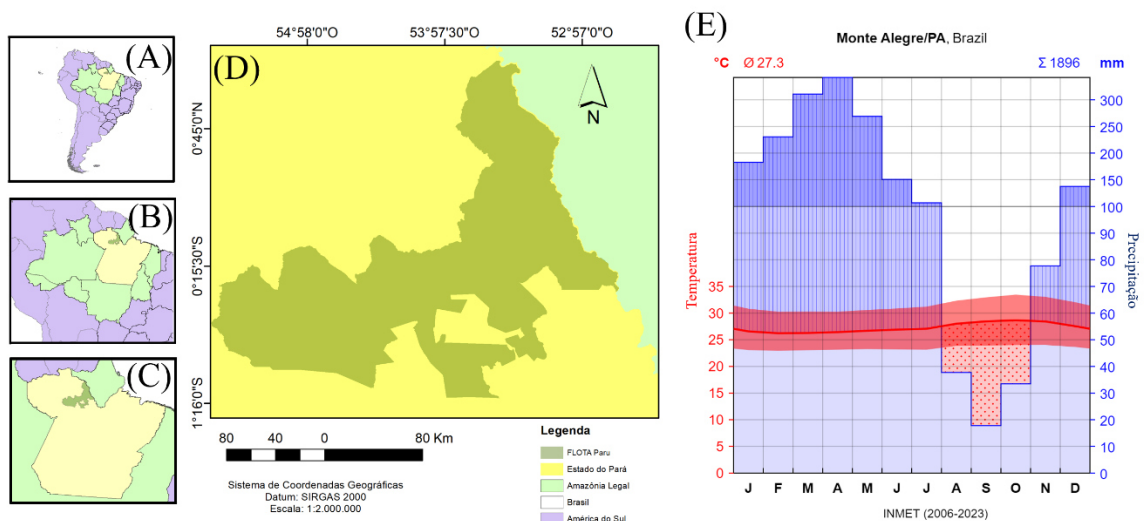
identificação macroscópico é ainda o mais utilizado em campo para o reconhecimento das estruturas anatômicas. De acordo com Souza *et al.* (2020) a combinação entre o conhecimento tradicional e as novas ferramentas de reconhecimento podem ser uma estratégia para minimizar os erros de identificação de espécies do Brasil.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada na Unidade de Manejo Florestal V, da Floresta Estadual do Paru (FLOTA do Paru), no município de Monte Alegre, Pará, Brasil (Figura 1). A FLOTA do Paru é uma Unidade de Conservação de uso sustentável criada pelo Governo Estadual do Pará, por meio do Decreto nº 2.608/2006, com 3.612.914 hectares, abrangendo os municípios de Almeirim, Monte Alegre, Alenquer, Óbidos e Prainha (Governo do Pará, 2006). O tipo de vegetação predominante na área é a floresta ombrófila densa submontana, que compreende uma área de 2.703.477 hectares (75%) nas porções norte e central. Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o município de Monte Alegre possui clima do tipo Am. A temperatura e precipitação média entre os anos de 2006 a 2023 foram de 27.3°C e 1896 mm, respectivamente (Alvares; Stape; Sentelhas, 2013).

Figura 1 – Localização da Unidade de Manejo na Floresta Estadual do Paru. (A-C) Extensão territorial do Brasil, Amazônia Brasileira e Estado do Pará. (D) Extensão da Flota do Paru no município de Monte Alegre. (E) Climograma da região.



Fonte: Autor (2024)

5.2 Amostragem

Foram selecionadas cinco espécies comercializadas pelo nome vernacular de Angelim-pedra, Currupixá, Muiracatiara, Ipê-roxo e Ipê-amarelo. Essas espécies ocorrem na Floresta Estadual do Paru e são manejadas por meio de plano de manejo florestal sustentável (PMFS). O critério de seleção foi baseado na ampla comercialização de suas madeiras no Estado do Pará, conforme informações do boletim de comércio de madeiras fornecida pelo Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais – SISFLORA da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas, 2024), além de serem grupos onde a problemática na identificação ocorrem com maior frequência.

A coleta da madeira foi realizada a partir de informações obtidas do inventário florestal das espécies supracitadas selecionadas para o manejo (Tabela 2).

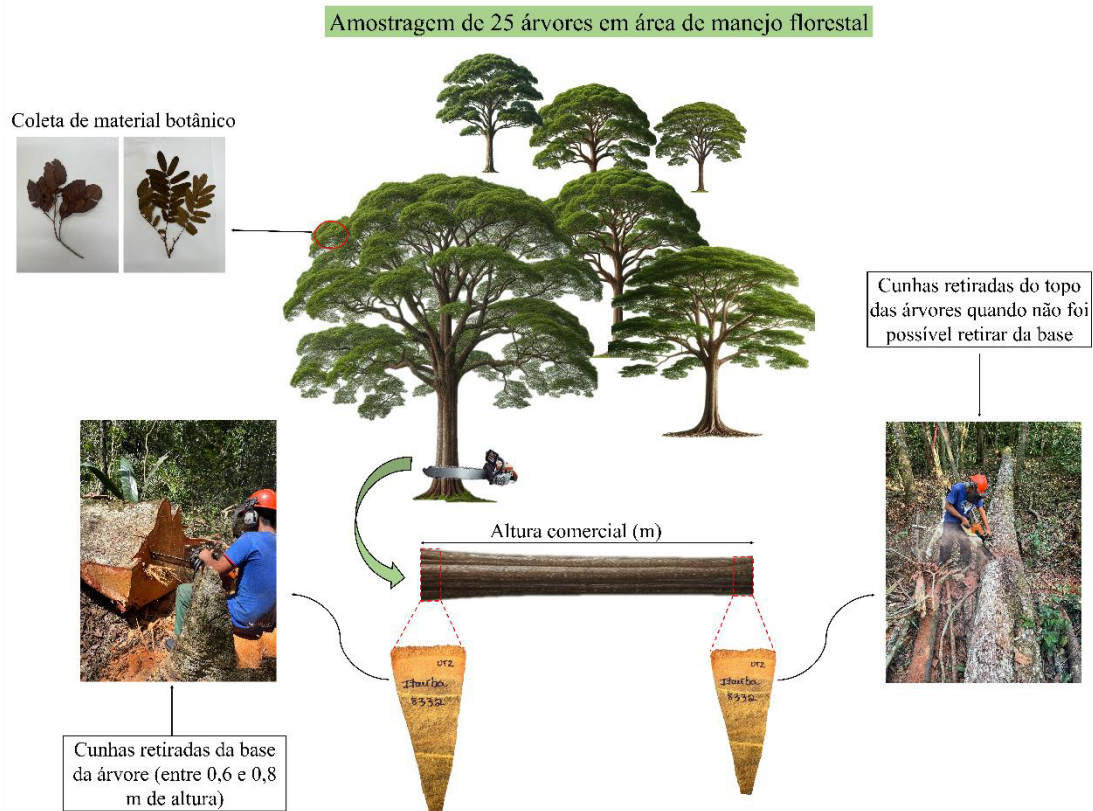
Tabela 2 – Dados do inventário florestal das espécies estudadas da Unidade de Manejo Florestal.

Nome vernacular	Nome científico	Família	Hc (m)	DAP (cm)
Angelim-Pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Fabaceae	15,1 ± 2,3	79,44 ± 22,80
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	16,9 ± 2,7	74,47 ± 22,13
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Bignoniaceae	15,1 ± 2,8	61,84 ± 15,86
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Anacardiaceae	19,1 ± 2,2	68,84 ± 18,37
Currupixá	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	Sapotaceae	14,8 ± 2,0	91,09 ± 23,34

Hc: altura comercial. DAP: Diâmetro acima do peito medido a 1,3m do nível do solo. Valores médios ± desvio padrão

Foram amostradas cinco árvores de cada espécie, totalizando 25 árvores. Da região da base do tronco de cada árvore foi amostrada uma cunha (abrangendo cerne e albúrnio), quando não era possível retirar dessa posição por motivos operacionais a cunha foi coletada da extremidade do fuste comercial, com diâmetro mínimo de 70 cm (Figura 2). Materiais botânicos foram coletados de acordo com Ferreira (2006), identificados e depositados no acervo do Herbário Felisberto Camargo (FC) da Universidade Federal Rural da Amazônia, em Belém, Pará. As amostras de madeira foram depositadas na xiloteca da Universidade Federal Rural da Amazônia (Apêndice A).

Figura 2 – Esquema de amostragem e coleta do material



Fonte: Autor (2024)

5.3 Caracterização anatômica macroscópica

As cunhas foram dimensionadas na área que compreende o cerne da madeira, logo após o alburno, em amostras de 3 cm (largura) x 2 cm (comprimento) x 6 cm (espessura) e aplainados. Para as análises macroscópicas posteriormente, foram polidos com lixas de diferentes granulometrias (80-2000) e ficaram com o tamanho final aproximado de 3 cm (largura) x 2 cm (comprimento) x 5 cm (espessura) (Fig. 3). Posteriormente, com uma lupa conta fios de 10X de aumento, as estruturas anatômicas foram visualizadas e descritas, de acordo com as normas de Coradin e Muñiz (1992).

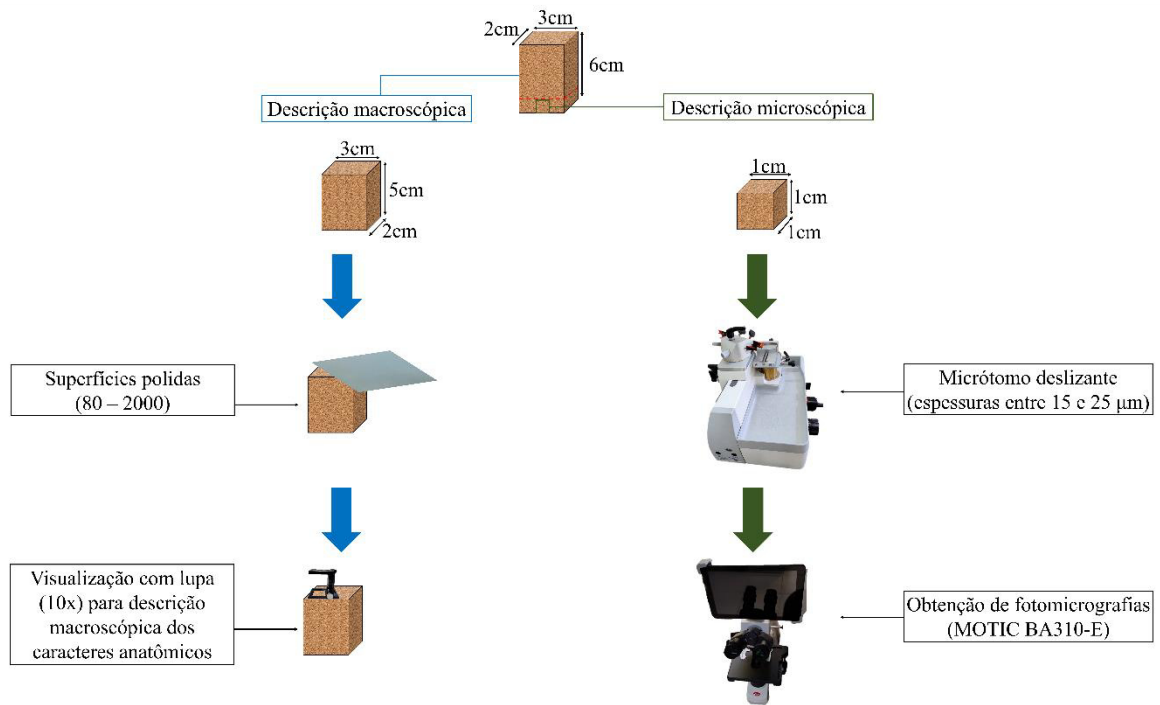
As imagens dos planos transversal, radial e tangencial foram obtidas em equipamento estereomicroscópio didático com iluminação LED integrada (modelo Leica EZ4 D) com câmera digital de 3 MP. Para todas as amostras o aumento das fotos foi de 10X, somente as amostras de ipê que por motivos de melhor visualização (ex: tipo de parênquima e agrupamento dos poros) o aumento foi de 20X.

5.4 Caracterização anatômica microscópica

Inicialmente os corpos de provas utilizados para realizar as análises microscópicas foram de 1 cm (largura) x 1 cm (comprimento) x 1 cm (espessura) (Fig. 3). Foi adotada a metodologia proposta por Johansen (1940) para o preparo e confecção das lâminas histológicas. Para a confecção dos cortes histológicos as madeiras receberam diferentes preparos de amolecimento. Amostras de angelim-pedra inicialmente permaneceram em solução de água + glicerina (1:1) por aproximadamente 2 semanas, posteriormente foi levado ao autoclave por 3 horas durante dois dias. O amolecimento das amostras de Currupixá foi realizado em autoclave por 40 minutos e para a Muiracatiara a permanência foi de 2 horas. Os ipês foram as amostras que tiveram maior dificuldade de amolecimento, sendo necessário a permanência das amostras durante 4 horas por dia durante 3/4 dias e, ainda assim a trababilidade foi difícil.

Com o auxílio de um micrótomo de deslize, foram realizados cortes histológicos nos três planos anatômicos (transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial) com espessura variando de 15 a 25 μm (Figura 3). Os cortes histológicos foram submetidos a um processo de clarificação em solução de hipoclorito de sódio 2,5% (NaClO), lavados em água destilada até a remoção completa do reagente. Em seguida, foram realizadas as seguintes etapas: (i) corados com Safranina aquosa (1%) por um período de 3 segundos; e (ii) desidratados em série alcoólica etílica crescente de 50%, 60%, 70%, 80% e 100% (20 minutos em cada concentração). Após a desidratação etílica, os cortes foram transferidos para o acetato de butila e montados em lâmina com entellan (Johansen, 1940).

Figura 3 – Preparo do material para as análises macroscópicas e microscópicas das amostras



Fonte: Autor (2024)

Foram analisadas as características anatômicas qualitativas (tipos de células, formatos, arranjo, porosidade, agrupamento e estratificação) e quantitativas (diâmetro dos poros; poros por mm^{-2} ; raios por mm linear; largura e altura dos raios, em micrômetros e em número de células), com 30 observações para cada variável quantitativa. A descrição da estrutura anatômica microscópica da madeira foi realizada conforme as recomendações da International Association of Wood Anatomists (IAWA 1989). As fotomicrografias foram obtidas com auxílio de microscópio (modelo Motic BA310-E) acoplado com tablet e as variáveis quantitativas medidas no software Motic Imagens Plus 3.0 (Motic, Hongkong, China).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Validação botânica

Na validação botânica em herbário foram identificadas 11 espécies (Tabela 3). Do total de 25 amostras coletadas, apenas 36% corresponderam ao nome científico do inventário florestal. Para o nome “angelim-pedra” e “muiracatiara” foram encontradas duas espécies em cada nome. As amostras nomeadas como “currupixá” incluíam três espécies, enquanto no grupo dos ipês foram reconhecidas quatro espécies associadas aos nomes ipê-amarelo e ipê-roxo. As cinco amostras associadas ao “ipê-roxo” reuniam quatro espécies e no nome “ipê-amarelo” três espécies. Além do mais, vale ressaltar que o nome vulgar “ipê-amarelo” estava associado a

Handroanthus serratifolius (Vahl) S.Grose, porém, nas amostras coletadas, não foi verificada a ocorrência dessa espécie. Nas amostras de “currupixá” nenhuma das espécies reconhecidas se referia ao nome científico associado (*Micropholis venulosa* (Mart. & Eichler) Pierre) ao nome vulgar no inventário florestal da área.

Tabela 3 – Validação botânica dos nomes vulgares avaliados em Unidade de Manejo Florestal Sustentável na Amazônia brasileira

Nome vulgar	Nome científico do inventário	Nome Científico validado	Nº amostras	Família
Angelim-Pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	2	Fabaceae
		<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	3	
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	<i>Handroanthus incanus</i> (A. H. Gentry) S. O. Grose	2	Bignoniaceae
		<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	2	
		<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	1	
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	2	Bignoniaceae
		<i>Handroanthus capitatus</i> (Bureau & K.Schum.) Mattos	2	
		<i>Handroanthus incanus</i> (A.H.Gentry) S.Grose	1	
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	4	Anacardiaceae
		<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	1	
Currupixá	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre	2	Sapotaceae
		<i>Micropholis melinoniana</i> Pierre	2	
		<i>Micropholis casiquiarensi</i> Aubrév.	1	

Nº: número de amostras correspondentes para cada nome científico validado

A variação entre nomes científicos e vulgares em inventários florestais é comum, e em grupos com grande riqueza de espécies e alta complexidade na taxonomia, a problemática é ainda maior (Cysneiros *et al.*, 2018). Embora a dendrologia adote o uso de estruturas

macromorfológicas, disponibilizando uma quantidade maior de características na observação e no reconhecimento em campo das espécies (Cândido *et al.*, 2019), chegar à identificação científica de determinada árvore não é simples e requer um conhecimento técnico grande.

Ao analisar um inventário florestal na Floresta Nacional do Tapajós-PA, Lacerda e Nimmo, (2010), identificaram que dos 222 nomes vulgares contabilizados, após a identificação científica, foram identificadas 303 espécies. Visando verificar a consistência entre o nome vulgar e o científico. Procópio e Secco (2008), ao estudarem 112 indivíduos nomeados como “tauari” que estavam associados ao nome científico *Couratari guianensis* Aubl., verificaram que apenas uma amostra pertencia à espécie, outras 107 eram *Couratari stellata* A.C.Sm., e 4 eram *Couratari oblongifolia* Ducke & Kunth. Estes dados reforçam que a identificação de espécies que formam grupos de um mesmo gênero, a probabilidade de ocorrer erros tende a ser maior, visto que as espécies compartilham características morfológicas semelhantes.

Para a validação da nomenclatura científica das espécies é de extrema importância o conhecimento das estruturas morfológicas e reprodutivas das árvores analisadas, porém no processo de colheita da madeira essas estruturas são perdidas e somente as características anatômicas da madeira são utilizadas para a identificação da espécie (Hwang; Sugiyama, 2021). Contudo, para os grupos muito semelhantes, que compartilham características anatômicas da madeira similares, nem sempre é possível chegar à espécie correta, dessa forma a identificação permanece somente a nível de gênero.

6.2 Caracterização anatômica macroscópica das madeiras

A análise das estruturas anatômicas da madeira das espécies estudadas evidenciou algumas características comuns em todas (Tabela 4), como a porosidade difusa e o arranjo não definido. A porosidade difusa é uma característica anatômica comum de se encontrar em espécies de clima tropical, isso deve-se principalmente às elevadas temperaturas e precipitação na região (Ferreira *et al.*, 2023).

Quanto ao agrupamento dos poros, o tipo solitário predomina em todas as espécies, exceto para espécies de *Micropholis*, onde todas têm agrupamentos múltiplos. A diferenciação da camada de crescimento por zonas fibrosas também foi encontrada em mais de 90% das espécies, além disso espécies do mesmo gênero também apresentaram a mesma cor do cerne.

O parênquima axial foi o elemento anatômico que mais diferenciou entre as espécies. Nas espécies do grupo de *Micropholis* predominou o tipo apotraqueal, em *Astronium* indistinto e em *Hymenolobium* e *Handroanthus* o tipo parênquima axial paratraqueal. Na estratificação dos raios, as espécies de *Hymenolobium* e *Handroanthus* apresentaram estratificação irregular,

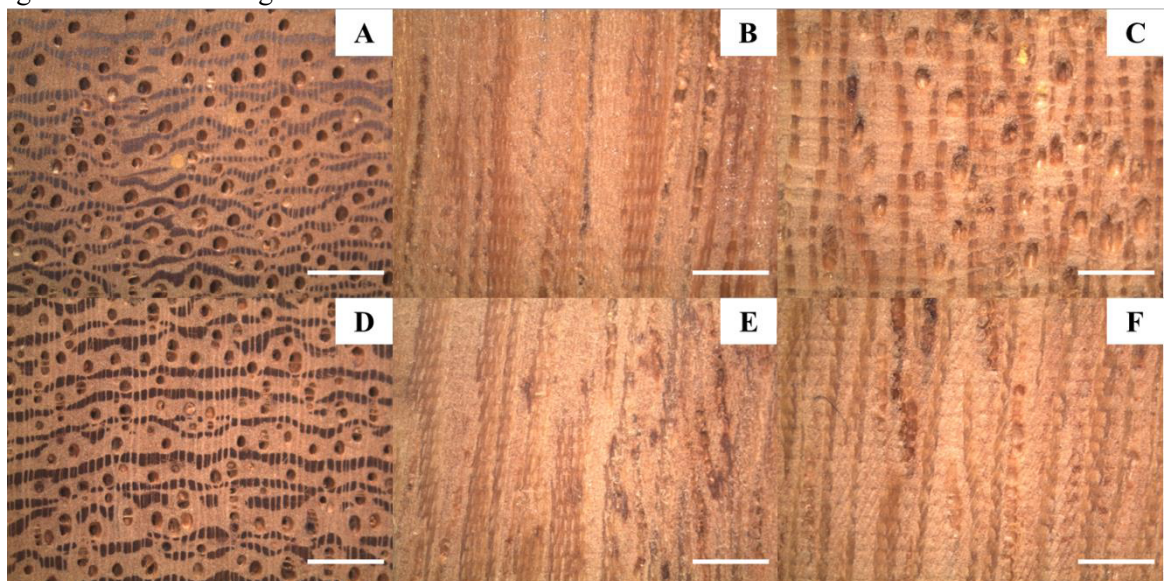
6.3 Diferenciação anatômica entre espécies com o mesmo nome vulgar

6.3.1 Angelim-pedra

A caracterização anatômica macroscópica das duas espécies associadas ao nome vulgar “angelim-pedra” evidenciou muitas semelhanças anatômicas, principalmente no tipo de parênquima axial (Figura 3). No plano transversal o parênquima forma faixas largas, bem definidas em *H. excelsum* e às vezes interrompidas em *H. petraeum*. Além do mais, foram encontrados obstrução de alguns poros por substâncias amareladas nas amostras de ambas as espécies. Nos planos tangenciais as espécies tem o arranjo da estratificação dos raios muito semelhantes (Figura 4B e 4D), além do desenho formado pelo contraste entre fibras e parênquima axial, encontrado nos planos radiais de ambas (Figura 4C e 4F).

Na literatura é relatado que *H. petraeum* apresenta parênquima axial de faixas largas e algumas finas e as vezes interrompidas, já em *H. excelsum* é muito abundante, em faixas contínuas, afastadas, largas e às vezes interrompidas (Ferreira e Hopkins 2004). Todavia, verificamos que ambas as espécies podem apresentar essas características descritas pelos autores, dependendo da região da madeira analisada. Assim, utilizar esses caracteres anatômicos para distinção entre as espécies pode ser fonte de erro na identificação.

Figura 4 – *Hymenolobium petraeum* Ducke: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. *Hymenolobium excelsum* Ducke: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. Barra = 2mm



Fonte: Autor (2024)

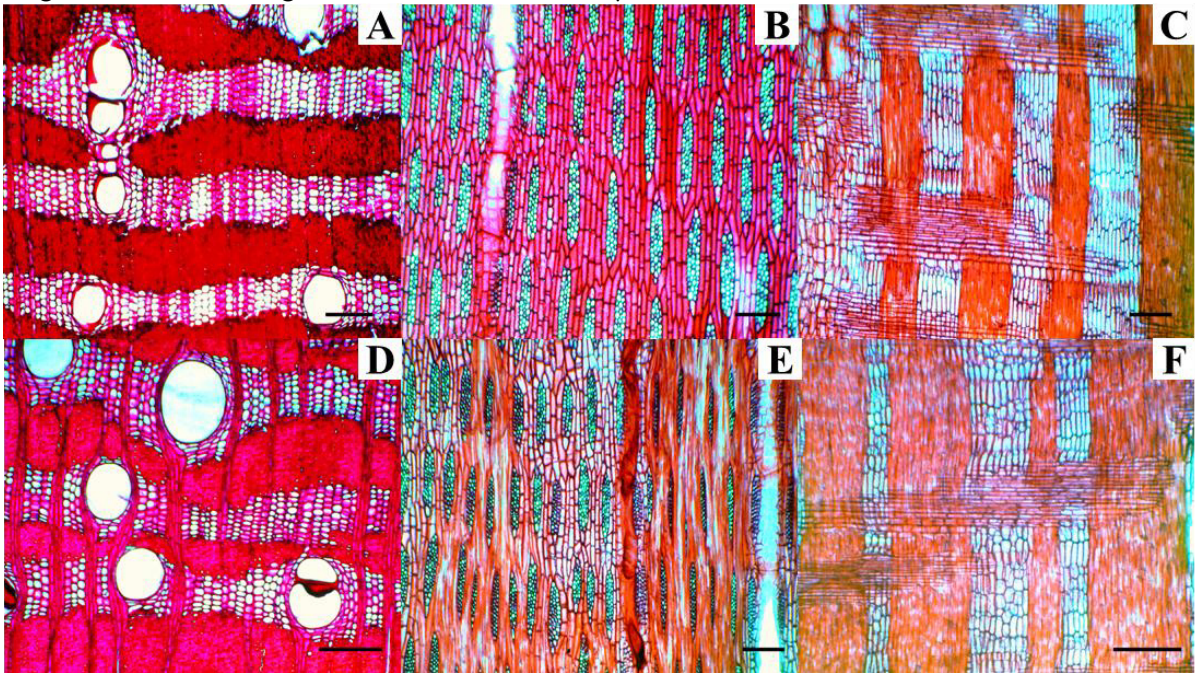
A anatomia microscópica das duas espécies também evidenciou muitas semelhanças em seus caracteres (Figura 5), onde tem-se a seguinte descrição:

***Hymenolobium petraeum* Ducke:** porosidade difusa; vasos solitários (73,91%), múltiplos de 2 (8,70%), múltiplos de 3 (2,17%), múltiplos de 4 (6,52%) e múltiplos de maior que 4 (8,70%);

média de 1,53 poros por mm²; diâmetro médio dos poros de 210,5 µm. Parênquima axial em faixas largas bem definidas. Raios com estratificação irregular, multisseriados, comprimento do raio em média 390,3 µm (média de 15 células) e largura com média de 50,03 µm (média de 2,9 células), células procumbentes no corpo do raio, com células eretas e quadradas na extremidade, frequência média de 6 raios por mm linear (Figura 5A, B, C).

***Hymenolobium excelsum* Ducke:** porosidade difusa; vasos solitários (76,19%), múltiplos de 2 (21,43%) e múltiplo de 3 (2,38%); média de 1,4 poros por mm²; diâmetro médio dos poros de 190,8 µm. Parênquima axial em faixas largas bem definidas. Raios com estratificação irregular, multisseriados, comprimento do raio em média 304,32 µm (média de 13,1 células) e largura com média de 48,44 µm (média de 2,93 células), células procumbentes no corpo do raio e quadradas na extremidade, frequência média de 6 raios por mm linear (Figura 5D, E, F).

Figura 5 – *Hymenolobium petraeum* Ducke: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. *Hymenolobium excelsum* Ducke: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. Barra = 300µm.



Fonte: Autor (2024)

Na literatura já foi relatada a dificuldade na determinação dessas espécies, por exemplo, (Do Nascimento *et al.*, 2017) ao realizarem a identificação de 277 amostras de madeira de estabelecimentos comerciais, chegaram a nível de espécie em apenas 57, as demais 220 foram reconhecidas somente até gênero, que incluía também *Hymenolobium*, com 35 amostras. demonstrando a grande dificuldade de determinar em nível de espécie.

O arranjo das estruturas anatômicas influencia diretamente nas características físicas e mecânicas da madeira (Lachenbruch and Mcculloh 2014; Baldin et al., 2018; Miyoshi; Kojiro; Furuta, 2018) e conseqüentemente na sua indicação de uso. As duas espécies apresentam características semelhantes, logo, suas propriedades tecnológicas são similares. Ambas as espécies apresentam densidade básica classificadas como altas ($>0.72 \text{ g cm}^{-3}$) (Coradin *et al.* 2010) e propriedades mecânicas parecidas, com usos indicados para dormentes, tábuas, vigas, pisos, entre outros usos (ITTO, 2024). Todavia, no aspecto ecológico das florestas a comercialização errônea pode trazer prejuízos, pois *H. excelsum* está incluída na Lista Brasileira de espécies da Flora ameaçada de Extinção na categoria “vulnerável” (MMA, 2022). Em grupos que existe semelhança na anatomia da madeira, quando não há caracteres morfológicos do vegetal, a identificação deverá ser mais cautelosa, pois o erro de identificação pode intensificar a extração de espécies ameaçadas de extinção e assim, fragilizar ainda mais a estrutura da floresta (Reis *et al.* 2023).

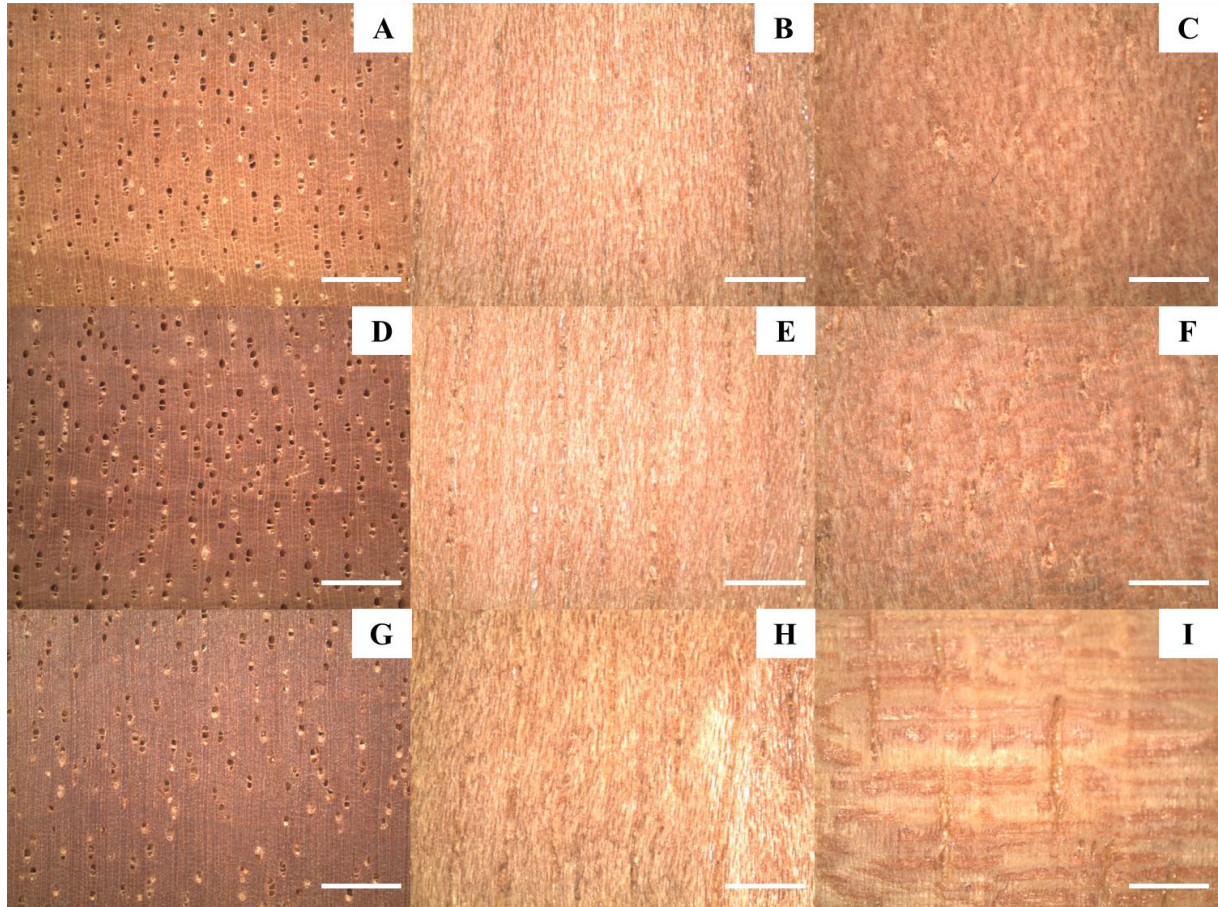
Diante da grande complexidade na distinção entre *H. excelsum* e *H. petraeum*, recomenda-se: (i) caso não hajam informações dendrológicas (e.g. material botânico) realizar a identificação até o nível de gênero, quando quem identificar não for especialista em identificação anatômica da madeira; (ii) realizar durante o inventário florestal a coleta botânica, ainda que essas espécies apresentem semelhança anatômica da madeira, seus caracteres botânicos são distintos (Ferreira; Gomes; Hopkins, 2004). Ainda que o custo aumente, a coleta botânica é crucial para evitar erros na identificação destas espécies e, conseqüentemente, multas e apreensão durante o processo de comercialização; (iii) antes da comercialização enviar amostras para instituições de identificação anatômica e botânica especializadas, para confirmação da espécie por meio de laudo técnico, pois servirá como garantia que a espécie está sendo comercializada de maneira correta e sem prejuízos ecológicos e econômicos.

6.3.2 Currupixá

A anatomia macroscópica das três espécies encontradas para o nome vulgar “currupixá” também evidencia semelhança entre si (Figura 6). Apenas para *Micropholis casiquiarensis* Aubrév. Foram observadas diferenças anatômicas, em relação a *M. Guyanensis* (A.DC.) Pierre e *M. Melinoniana* Pierre., que apresenta o parênquima axial em linhas, com a demarcação não tão visível quanto as demais. Outra característica é a distribuição de poros por mm^2 , menor em comparação às outras espécies, e os raios são mais largos. Entre *M. Guyanensis* e *M. Melinoniana*, o reconhecimento pela análise macroscópica da madeira é mais difícil, ambas apresentam porosidade difusa; agrupamento dos poros múltiplos de 2-4; A separação se deu

somente pela observação das estruturas morfológicas presentes no material botânico.

Figura 5 – *Micropholis guyanensis* (A.DC.) Pierre: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. *Micropholis melinoniana* Pierre: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. *Micropholis casiquiarensis* Aubrév.: G. Plano transversal. H. Plano longitudinal tangencial. I. Plano longitudinal radial. Barra = 2mm.



Fonte: Autor (2024)

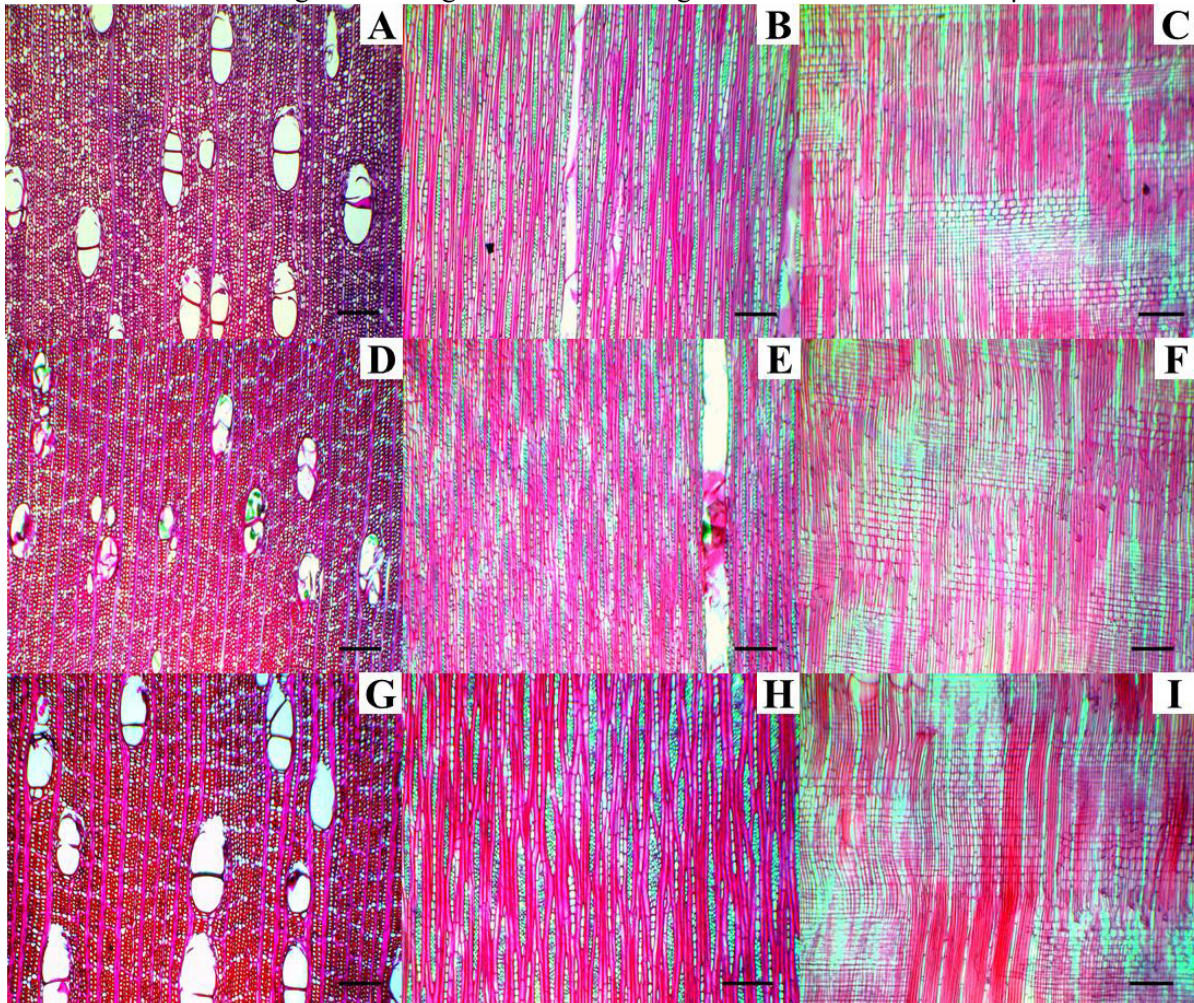
Ao analisar a anatomia microscópica da madeiras das três espécies (Figura 7) é possível chegar a seguinte descrição:

***Micropholis guyanensis* (A.DC.) Pierre:** porosidade difusa; arranjo radial e diagonal; vasos solitários (53,45%), múltiplos de 2 (37,93%), múltiplos de 3 (5,17%) e múltiplos de 4 (3,45%); média de 1,93 poros por mm²; diâmetro médio dos poros de 168,8 µm. Parênquima axial formando linhas irregulares. Raios não estratificados, heterogêneos, em sua maioria unisseriados, mas com presença de raios bisseriados e trisseriados, com presença de unisseriados e multisseriados em um mesmo raio. Comprimento do raio em média 445,22 µm (média de 16,23 células) e largura com média de 27,07 µm (média de 1,7 células), células procubentes no corpo do raio e quadradas na extremidade, frequência média de 9 raios por mm linear (Figura 7A, B, C).

***Micropholis melinoniana* Pierre:** porosidade difusa; arranjo radial e diagonal; vasos solitários (38,46%), múltiplos de 2 (44,23%), múltiplos de 3 (11,54%) e múltiplos de 4 (5,77%); obstruídos por tilose ou depósitos; média de 1,30 poros por mm²; diâmetro médio dos poros de 132,7 µm. Parênquima axial formando linhas irregulares. Raios não estratificados, heterogêneos, em sua maioria unisseriados, mas com presença de raios bisseriados e trisseriados, com presença de unisseriados e multisseriados em um mesmo raio. Comprimento do raio em média 510,68 µm (média de 15,5 células) e largura com média de 23,67 µm (média de 1,8 células), células procubentes no corpo do raio e quadradas na extremidade, frequência média de 9 raios por mm linear (Figura. 7A, B, C).

***Micropholis casiquiarensis* Aubrév.:** porosidade difusa; arranjo radial e diagonal; vasos solitários (12,24%), múltiplos de 2 (42,86%), múltiplos de 3 (28,57%) e múltiplos de 4 (16,33%); média de 1,63 poros por mm²; diâmetro médio dos poros de 152,5 µm. Parênquima axial formando linhas irregulares. Raios não estratificados, heterogêneos; unisseriados, bisseriados e em sua maioria trisseriados e multisseriados, com presença de unisseriados e multisseriados em um mesmo raio. Comprimento do raio em média 464,17 µm (média de 19,6 células) e largura com média de 40,02 µm (média de 2,77 células), células procubentes no corpo do raio e quadradas na extremidade, frequência média de 9 raios por mm linear (Figura 7G, H, I).

Figura 6 – *Micropholis guyanensis* (A.DC.) Pierre: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. *Micropholis melinoniana* Pierre: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. *Micropholis casiquirensis* Aubrév.: G. Plano transversal. H. Plano longitudinal tangencial. I. Plano longitudinal radial. Barra = 300µm



Fonte: Autor (2024)

A identificação de espécies de Sapotaceae por meio da anatomia da madeira é um processo dificultoso, visto que apresentam muita similaridade na sua estrutura anatômica (Duarte *et al.*, 2020). Ao identificar diferentes espécies comercializadas como Guajará, (Duarte *et al.*, 2020) não conseguiram chegar a nível de espécie e encontraram três gêneros distintos, incluindo *Micropholis*. Os autores diferenciam esse gênero dos demais por duas características principais: a coloração rosa de sua madeira e o parênquima axial em linhas onduladas e contrastadas.

M. venulosa tem madeira com média densidade (entre 0,50 e 0,72 g cm⁻³) (Coradin *et al.* 2010) que pode ser indicada para usos na construção civil, móveis, artigos domésticos e lâminas decorativas (Raabe; Del Menezzi; Gonzalez, 2016). Porém para as três espécies de *Micropholis* que estavam sendo determinadas como *M. Venulosa* não foram encontradas na

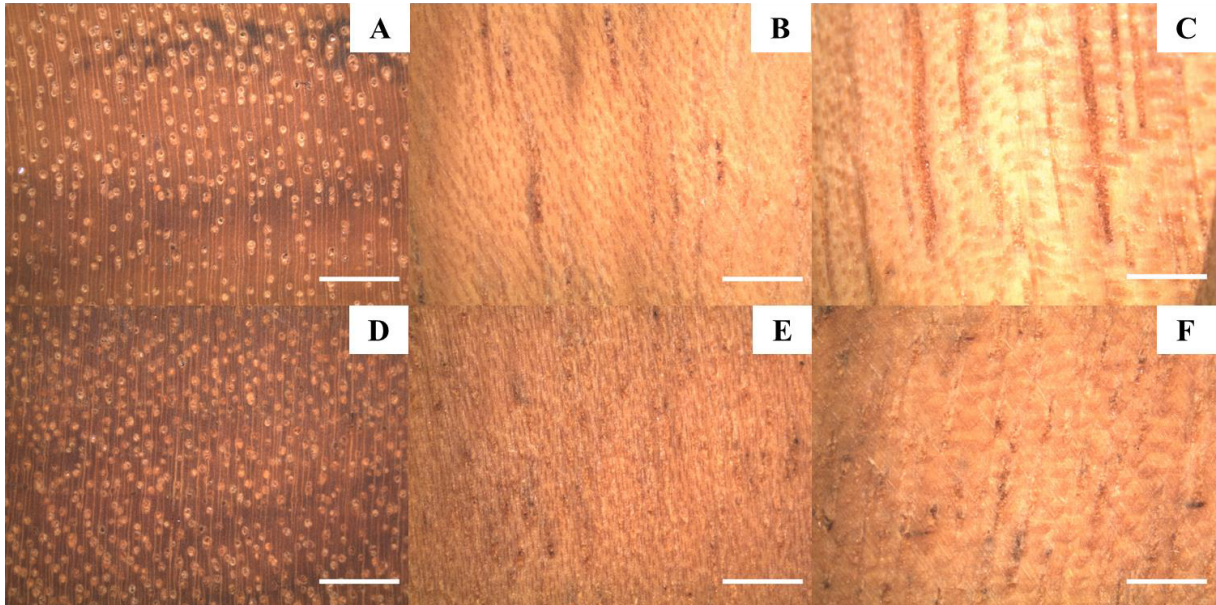
literatura indicação de usos comerciais. Ubialli *et al.*, (2009) classificaram *Micropholis melinoniana* e uma subespécie de *M. guyanensis* (*Micropholis guyanensis* (A.DC.) Pierre subsp. *guyanensis*) como “árvores sem aproveitamento comercial”, já para *M. casiquiarensis* não foi verificada nenhuma indicação de uso na literatura.

Pela falta de informações em relação às espécies identificadas no estudo, é razoável supor que (i) a *M. venulosa* apresenta melhores características da qualidade da madeira, assim, comercializar outras espécies como *M. venulosa* ocasiona perdas econômicas para o comprador; (ii) danos ecológicos, principalmente relacionado ao risco de extinção de alguma das espécies pela sua intensa exploração no lugar da espécie que era para ser comercializada. No estudo de Fortunel *et al.*, (2020), avaliando *M. egenesis*, *M. guyanensis*, *M. venulosa* e *M. melinoniana*, verificaram que as espécies podem responder de forma diferente as condições ambientais e estágios ontogenéticos, demonstrando a importância da variação genética entre as espécies e ajudando na compreensão as respostas das florestas tropicais as mudanças ambientais. Nesse sentido, o erro de identificação leva a exploração de uma espécie diferente o que pode trazer sérios prejuízos ambientais.

6.3.3 Muiracatiara

Para o nome “Muiracatiara” foram reconhecidas *Astronium lecointei* Ducke e *Astronium graveolens* Jacq. incluindo diferenças em aspectos organolépticos como o desenho nos planos longitudinais, formado por manchas escuras em *A. lecointei*, e ausente em *A. graveolens*. A distribuição da porosidade difusa, por mm², é maior em *A. graveolens*, além de apresentar raios mais finos (Figura 8).

Figura 7 – *Astronium lecointei* Ducke: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. *Astronium graveolens* Jacq.: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. Barra = 2mm



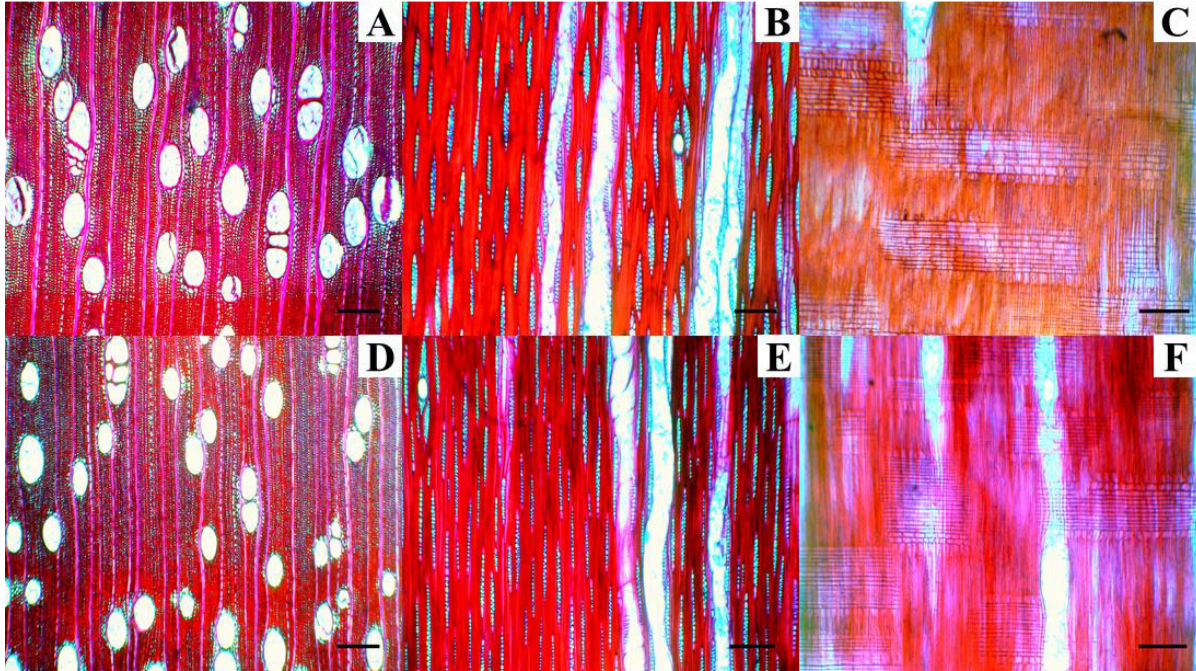
Fonte: Autor (2024)

A descrição da anatomia microscópica (Fig. 9) encontra-se a seguir:

***Astronium lecointei* Ducke:** porosidade difusa; arranjo não definido; vasos solitários (91,82%) e múltiplos de 2 (8,18%); média de 3,67 poros por mm²; diâmetro médio dos poros de 201,48 µm. Parênquima axial escasso e vasicêntrico. Raios não estratificados, heterogêneos; unisseriados, bisseriados e em sua maioria trisseriados; com canais secretores. Comprimento do raio em média 403,19 µm (média de 16,3 células) e largura com média de 37,32 µm (média de 2,23 células), células procubentes no corpo do raio e quadradas na extremidade, frequência média de 6 raios por mm linear (Figura 9A, B, C).

***Astronium graveolens* Jacq.:** porosidade difusa; arranjo não definido; vasos solitários (90,85%), múltiplos de 2 (7,75%) e múltiplos de 3 (1,41%); média de 4,73 poros por mm²; diâmetro médio dos poros de 203,50 µm. Parênquima axial escasso e vasicêntrico. Raios não estratificados, heterogêneos; em sua maioria unisseriados, apresentando também bisseriados e trisseriados; com canais secretores. Comprimento do raio em média 433,31 µm (média de 20,3 células) e largura com média de 26,05 µm (média de 1,63 células), células procubentes no corpo do raio e quadradas na extremidade, frequência média de 7 raios por mm linear (Figura 9D, E, F).

Figura 8 – *Astronium lecointei* Ducke: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. *Astronium graveolens* Jacq.: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. Barra = 300µm



Fonte: Autor (2024)

A anatomia microscópica evidenciou características que não foram possíveis de observar na macroscopia em relação ao parênquima axial. Embora haja o predomínio de parênquima escasso em ambas espécies, foi observado a presença de parênquima axial paratraqueal vasicêntrico.

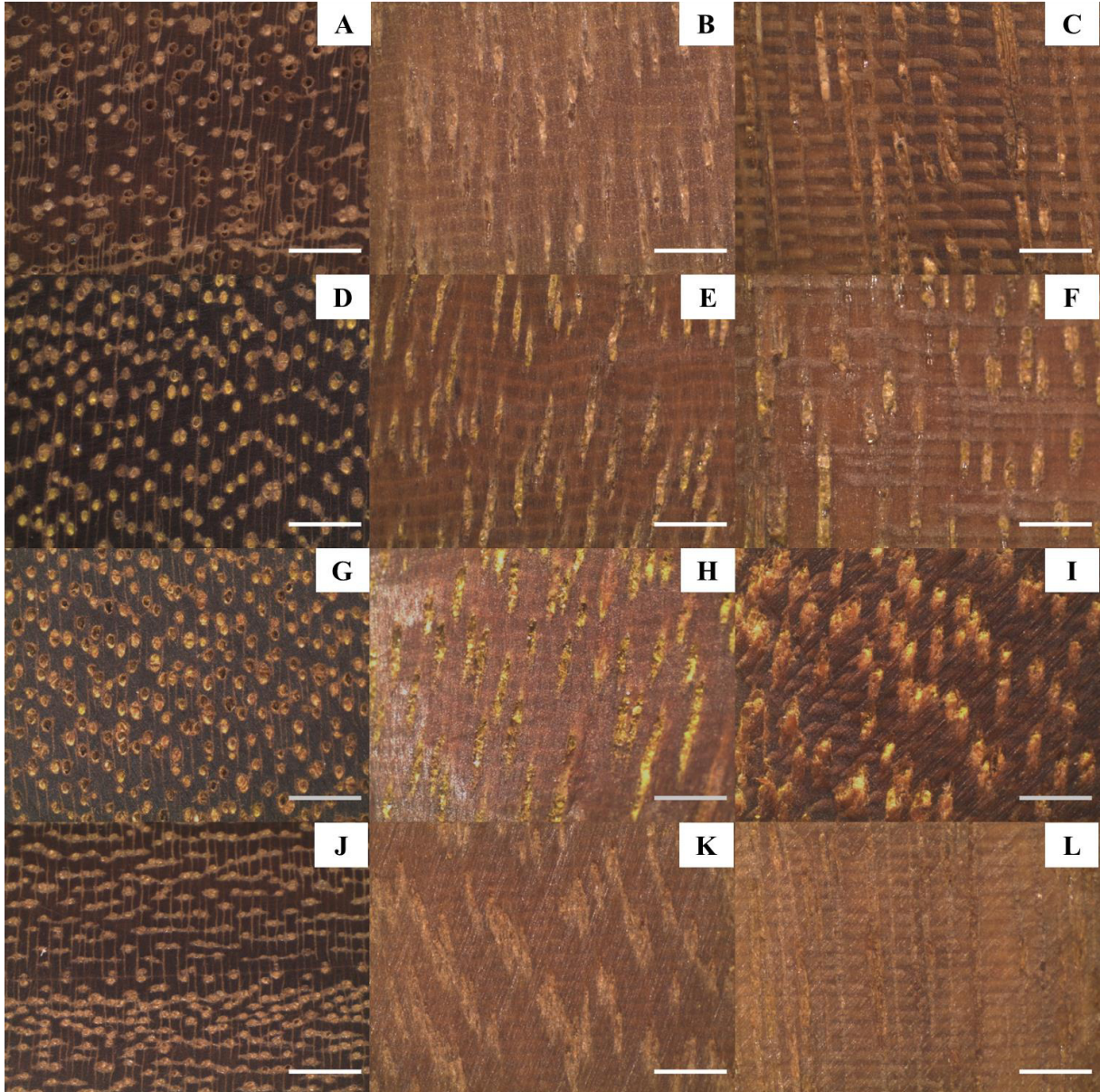
Pertencente à Anacardiaceae, *Astronium* tem ampla distribuição geográfica, com as duas espécies registradas em estudos com ocorrência desde países da América Central até a América do Sul descrito em detalhes por Mitchell e Daly (2017). No Brasil a *A. graveolens* ocorre em cinco domínios fitogeográficos (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa) enquanto que *A. lecointei* ocorre somente no domínio Amazônico (Lohmann 2024).

Ao realizar a diferenciação das duas espécies, Nisgoski *et al* (2018) enfatizou que *A. graveolens* apresenta a cor do cerne mais rosada no momento da derrubada, anéis de crescimento pouco distintos e o desenho em formato de estrias mais claras. Já *A. lecointei* possui o cerne mais amarronzado, os anéis de crescimento são bem visíveis, além do desenho formado ser em estrias escuras. Essas características também foram observadas no presente estudo, auxiliando na diferenciação de ambas.

6.3.4 Ipê-roxo e ipê-amarelo

Para os nomes vulgares “ipê-roxo” e “ipê-amarelo”, as espécies encontradas apresentam diferentes características anatômicas macroscópicas (Figura 10). *H. incanus* tem parênquima axial paratraqueal aliforme losangular e aliforme de extensão linear, além de ter finas faixas de parênquima marginal e seus poros não são totalmente obstruídos. *H. capitatus* é possível ser diferenciada das demais principalmente devido ao seu tipo de parênquima axial, vasicêntrico e aliforme confluyente, que ao se unirem tendem a formar pequenas faixas, e tem poros menores. *H. impetiginosus* e *H. serratifolius* são bem semelhantes no aspecto macroscópico, por apresentarem, parênquima axial pouco abundante, do tipo paratraqueal aliforme losangular e poros obstruídos. Entretanto, a distribuição difusa em *H. serratifolius* é mais homogênea ao longo da madeira. Dessa forma, entre as espécies analisadas, é possível separá-las pela observação macroscópica dos elementos da anatomia da madeira. Assim como observado em nosso estudo, Souza *et al.*, (2024) também verificou que é possível a distinção macroscópica entre as espécies de *Handroanthus*, porém, os autores recomendaram analisar um conjunto grande de amostras para verificar a variação que pode ocorrer dentro da mesma espécie, além de estabelecer um padrão de amostragem.

Figura 9 – *Handroanthus incanus* (A.H.Gentry) S.Grose: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose: G. Plano transversal. H. Plano longitudinal tangencial. I. Plano longitudinal radial. *Handroanthus capitatus* (Bureau & K.Schum.) Mattos: J. Plano transversal. K. Plano longitudinal tangencial. L. Plano longitudinal radial. Barra = 1mm.



Fonte: Autor (2024)

A descrição anatômica das espécies do gênero *Handroanthus* encontram-se a seguir (Figura 11):

***Handroanthus incanus* (A.H.Gentry) S.Grose:** porosidade difusa; arranjo não definido; vasos solitários (77,17%), múltiplos de 2 (12,79%), múltiplos de 3 (8,22%) e múltiplos de 4 (1,83%); média de 7,30 poros por mm²; diâmetro médio dos poros 134,7 µm. Parênquima axial paratraqueal aliforme losangular e aliforme linear de extensão curta, confluentes, e

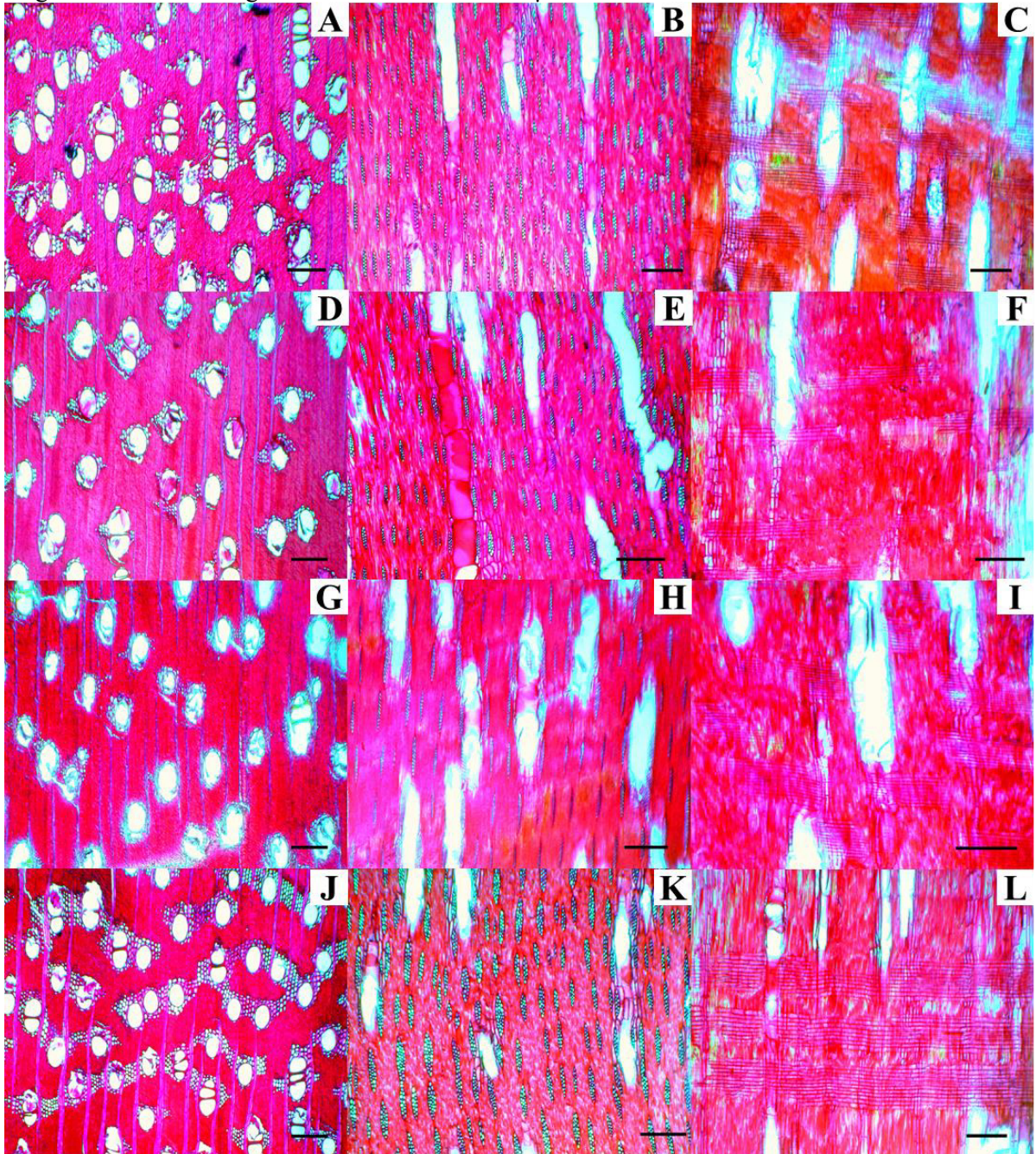
vasicêntrico. Raios com estratificação regular, bisseriados e trisseriados, homogêneos. Comprimento do raio em média 159,3 μm (média de 9,2 células) e largura com média de 25,22 μm (média de 1,87 células), formados por células procumbentes, frequência média de 6 raios por mm linear (Figura 11A, B, C).

***Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos:** porosidade difusa; arranjo não definido; vasos solitários (86,57%), múltiplos de 2 (6,94%), múltiplos de 3 (3,24%) e múltiplos de 4 (3,24%); média de 7,20 poros por mm^2 ; diâmetro médio dos poros 119,9 μm . Parênquima axial paratraqueal aliforme losangular e paratraqueal vasicêntrico. Raios com estratificação irregular, bisseriados e trisseriados, homogêneos. Comprimento do raio em média 168,62 μm (média de 10,76 células) e largura com média de 29,45 μm (média de 2,3 células), formados por células procumbentes, frequência média de 5 raios por mm linear (Figura 11D, E, F).

***Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose:** porosidade difusa; arranjo não definido; vasos solitários (80,12%), múltiplos de 2 (18,63%) e múltiplos de 3 (1,24%); média de 5,37 poros por mm^2 ; diâmetro médio dos poros 135,6 μm . Parênquima axial paratraqueal aliforme losangular e vasicêntrico. Raios com estratificação regular, bisseriados e trisseriados, homogêneos. Comprimento do raio em média 205,21 μm (média de 11,8 células) e largura com média de 24,83 μm (média de 2,57 células), formados por células procumbentes, frequência média de 5 raios por mm linear (Figura 11G, H, I).

***Handroanthus capitatus* (Bureau & K.Schum.) Mattos:** porosidade difusa; arranjo não definido; vasos solitários (82,69%), múltiplos de 2 (13,46%), múltiplos de 3 (3,21%) e múltiplos de 4 (0,64%); média de 5,20 poros por mm^2 ; diâmetro médio dos poros 115,5 μm . Parênquima axial aliforme losangular, confluyente, com trechos curtos e longos que tendem a formar faixas. Raios com estratificação irregular, bisseriados e trisseriados, homogêneos. Comprimento do raio em média 222,61 μm (média de 11,97 células) e largura com média de 43,24 μm (média de 2,3 células), formados por células procumbentes, frequência média de 5 raios por mm linear (Figura 11J, K, L).

Figura 10 – *Handroanthus incanus* (A.H.Gentry) S.Grose: A. Plano transversal. B. Plano longitudinal tangencial. C. Plano longitudinal radial. *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos: D. Plano transversal. E. Plano longitudinal tangencial. F. Plano longitudinal radial. *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose: G. Plano transversal. H. Plano longitudinal tangencial. I. Plano longitudinal radial. *Handroanthus capitatus* (Bureau & K.Schum.) Mattos: J. Plano transversal. K. Plano longitudinal tangencial. L. Plano longitudinal radial. Barra = 300µm.



Fonte: Autor (2024)

Comumente a identificação das espécies de ipê se dá pela utilização da coloração do cerne, contudo, a variação de cor é comum, inclusive para indivíduos da mesma espécie, como verificado para as amostras do estudo. A presença da ipeína, substância responsável pela

obstrução dos poros, tende a determinar essa variação, pois em madeiras onde a concentração de ipeína era mais evidenciada, possuía coloração olivácea-amarelada, como *H. serratifolius* e *H. impetiginosus*. Já onde a obstrução não tinha aspecto amarelado, como em *H. capitatus* e *H. incanus*, a madeira possuía coloração olivácea-amarronzada. É válido ressaltar que a coloração das madeiras, por ser uma propriedade que possui variação, não é recomendada como característica para distinguir espécies dentro do mesmo gênero, principalmente as do *Handroanthus*.

Handroanthus é um dos principais gêneros de Bignoniaceae no Brasil. Com ocorrência de espécies em todo o país, na Amazônia ocorrem oito espécies (Lohmann 2024). A madeira das espécies apresenta alta densidade ($>0,72 \text{ g cm}^{-3}$), boa resistência mecânica e durabilidade natural (Coradin *et al.* 2010; Melo e Camargos 2016), são amplamente exploradas na Amazônia e utilizadas na indústria da construção (De Souza *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2024).

Todavia, ainda que a exploração dessas espécies influencie diretamente na cadeia produtiva do setor florestal, Souza *et al.* (2024) relataram que as características de lento crescimento e baixas densidades populacionais fazem com que não tenha uma recuperação populacional adequada, assim a exploração madeireira industrial acaba por estar levando ao esgotamento das populações de *Handroanthus* na Amazônia (Norman; Zunino, 2022; Schulze *et al.*, 2008) e conseqüentemente podendo torná-las raras ou extintas em antigas regiões de exploração madeireira (Richardson; Peres, 2016). Dessa forma, a identificação correta é importante para a garantia da sustentabilidade das espécies.

Erros na identificação de espécies de *Handroanthus*, geralmente associando as duas espécies mais comercializadas (*H. Serratifolius* e *H. Impetiginosus*), são muito comuns no mercado madeireiro, como observado no presente estudo, e para garantir a manutenção dos sistemas de manejo e da cadeia produtiva é necessário ferramentas que permitam a correta determinação das espécies (Souza *et al.*, 2024).

7 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos reforçaram que não há consistência na associação de nomes científicos atribuídos a nomes vulgares. Um mesmo nome vulgar reúne diferentes espécies, trazendo fragilidade para a identificação de espécies em área de manejo florestal na Amazônia.

Nomes vulgares associados a espécies de um mesmo gênero, p.ex. *Hymenolobium* e *Micropholis* com o uso somente da análise dos elementos anatômicos da madeira não permitem reconhecer a espécie, sendo necessário informações das estruturas morfológicas vegetativas e/ou reprodutivas para determinar espécies. No entanto, para alguns grupos taxonômicos a

anatomia da madeira é aplicável até o nível de espécie, como é o caso de *Astronium* onde foi possível reconhecer as duas espécies com a utilização dos caracteres macroscópicos da madeira, assim como as quatro espécies de *Handroanthus*. Dessa forma, foi verificado o potencial da anatomia da madeira como ferramenta para minimizar os erros de identificação em áreas sob manejo florestal na Amazônia.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol. Z.**, 2013.

ARAÚJO, P.A.M.; MATTOS FILHO, A. A importância da anatomia do lenho para a comercialização da madeira. **Rodriguésia**, ano XXXII, nº 53, 1980.

BALDIN, T. *et al.* Previsões tecnológicas na madeira de quatro folhosas neotropicais: uma análise sob enfoque anatômico. **Nativa**, v. 6, n. 1, p. 107, 28 fev. 2018.

BASTOS, Lucas F. *et al.* Aplicação da espectroscopia no infravermelho próximo e da análise exploratória de dados para identificação de madeiras na indústria de móveis. **Essa**, v. 11, p. 12, 2012.

BEECKMAN, Hans *et al.* Visão geral das práticas atuais em análise de dados para identificação de madeira. Um guia para os diferentes métodos de rastreamento de madeira. 2020

BOTOSO, Paulo Cesar. **Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento**. Embrapa Florestas, 2011.

BRASIL. Serviço Público Federal. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais renováveis. Instrução Normativa Nº 112, de 21 de agosto de 2006. DOU Nº 162, de 23 de agosto de 2006

BRASIL. Lei n. 11.284, de 02 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 mar. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111284.htm. Acesso em: 31 jul. 2023.

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

CÂNDIDO, J. B. E. *et al.* Chave de identificação dendrológica das espécies mais comuns de uma área de Cerrado *Sensu Stricto*, Gurupi, Tocantins. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 347–362, 4 abr. 2019.

CASTRO, T. D. C. *et al.* The continuous timber production over cutting cycles in the Brazilian Amazon depends on volumes of species not harvested in previous cuts. **Forest Ecology and Management**, v. 490, p. 119124, jun. 2021.

CORADIN, V. T. R.; *et al.* Madeiras comerciais do Brasil: chave interativa de identificação baseada em caracteres gerais e macroscópicos = Brazilian commercial timbers: interactive

identification key based on general and macroscopic features. Serviço Florestal Brasileiro, Laboratório de Produtos Florestais: Brasília, 2010.

CORADIN, Vera T. Rauber; CAMARGOS, José Arlete Alves. A estrutura anatômica da madeira e princípios para a sua identificação. **Brasília: IBAMA, LPF, 2002.**

CORADIN, V.T.R.; MUNIZ, G.B. Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae. II. Gimnospermae. IBAMA/DIRPED, Brasília, Série Técnica, LPF. v. 15, p. 1 – 19. 1992.

CYSNEIROS, V. C. *et al.* Espécies madeireiras da Amazônia: riqueza, nomes populares e suas peculiaridades. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, 13 dez. 2018.

DO NASCIMENTO, L. B. *et al.* Anatomical identification of commercialized wood in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 40, n. 1, p. 291–329, mar. 2017.

DORMONTT, E. E; *et al.* Forensic timber identification: it's time to integrate disciplines to combat illegal logging. **Biological Conservation**, v. 191, p. 790-798. 2015.

DUARTE, P. J. *et al.* Identificação macroscópica de madeiras tropicais comercializadas como guajará em Lavras/MG. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 60830–60838, 2020.

FARIAS, Daniel Tavares; MELO, Rafael Rodolfo. Caracterização macroscópica da madeira de cinco espécies da Caatinga. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 8, 2020.

FERREIRA, C. A. *et al.* Identification of 20 species from the Peruvian Amazon tropical forest by the wood macroscopic features. **CERNE**, v. 29, p. e-103134, 2023.

FERREIRA, G.C. Diretrizes para coleta e identificação de material botânico. Belém-PA: Embrapa, 25p. 2006.

FERREIRA, G. C.; GOMES, J. I.; HOPKINS, M. J. G. Estudo anatômico das espécies de Leguminosae comercializadas no estado do Pará como “angelim”. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 3, p. 387–398, set. 2004.

FERREIRA, G. C.; GOMES, J. I.; HOPKINS, M. J. G. Manual de identificação botânica e anatômica-angelim. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004.

FERREIRA, Rafael Lima Araújo; CERQUEIRA, Roberta Macedo; JUNIOR, Rivaldo Costa Cardoso. Análise da identificação botânica em inventários florestais de planos de manejo sustentáveis no oeste paraense. **Nature and Conservation**, v. 13, n. 3, p. 136-145, 2020.

FLORSHEIM, Sandra Monteiro Borges *et al.* Identificação macroscópica de madeiras comerciais do estado de São Paulo. **Governo do Estado de São Paulo**, 2020.

FORTUNEL, C. *et al.* Disentangling the effects of environment and ontogeny on tree functional dimensions for congeneric species in tropical forests. **New Phytologist**, v. 226, n. 2, p. 385–395, abr. 2020.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS- FAPESPA.

Relatório PIB do Pará. 2021. Disponível em: https://www.fapespa.pa.gov.br/wp-content/uploads/2023/11/Relatorio-PIB-Para-2021_Final-1.pdf

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Decreto nº2608, de 04/12/2006. Cria a Floresta Estadual do Paru nos Municípios de Almeirim, Monte Alegre, Alenquer e Óbidos, Estado do Pará, e dá outras providências. 2006.

HWANG, S.-W.; SUGIYAMA, J. Computer vision-based wood identification and its expansion and contribution potentials in wood science: A review. **Plant Methods**, v. 17, n. 1, p. 47, 28 abr. 2021.

IAWA COMMITTEE. List of microscope features for hardwood identification. **IAWA Bull. New Ser.**, v.10, n.03, p.234–332. 1989

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORE. Anuário estatístico do IBÁ. Ano-base 2024. Industria brasileira de árvores. Associação Brasileira de Árvores, 2023. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2023-r.pdf>

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION-ITTO. Lesser Used Species Angelim. 2024. Disponível em: <http://www.tropicaltimber.info/pt-br/specie/angelim-hymenobium-petraeum/#lower-content>

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 523p. 1940.

JUNIOR, T. A. M.; DE PINHO, L. A.; FERNANDES, A. C. Caracterização anatômica macroscópica das espécies comercializadas pelo Setor Moveleiro do Município de Xapuri – AC, Brasil / Macroscopic anatomic characterization of species commercialized by the furniture sector in the city of Xapuri - AC, Brazil. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 6918–6927, 25 jan. 2022.

KOCH, G.; HAAG, V.; HEINZ, I.; RICHTER, H.G.; SCHMITT, U. Control of Internationally Traded Timber - The Role of Macroscopic and Microscopic Wood Identification against Illegal Logging. **Journal of Forensic Research**, v. 6, p. 317, 2015.

LACERDA, A. E. B. D.; NIMMO, E. R. Can we really manage tropical forests without knowing the species within? Getting back to the basics of forest management through taxonomy. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 5, p. 995–1002, fev. 2010.

LACERDA, André Eduardo Biscaia *et al.* A identificação botânica no manejo florestal na Amazônia. 2010.

LACHENBRUCH, Barbara; MCCULLOH, Katherine A. Traits, properties, and performance: how woody plants combine hydraulic and mechanical functions in a cell, tissue, or whole plant. **New Phytologist**, v. 204, n. 4, p. 747-764, 2014.

LOHMANN, L.G. *Handroanthus in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB114068>>. Acesso em: 02 set. 2024

MARTINS-DA-SILVA, Regina Célia Viana *et al.* **Noções morfológicas e taxonômicas para**

identificação botânica. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

MARTINS-DA-SILVA, Regina Célia Viana. Coleta e identificação de espécimes botânicos. 2002.

MARTINS-DA-SILVA, Regina Célia Viana; HOPKINS, Michael G.; THOMPSON, Ian S. Identificação botânica na Amazônia: situação atual e perspectivas. 2003.

MELO, J.E; CAMARGOS, J.A.A. A madeira e seus usos. Brasília: SFB/LPF/MMA, 228p, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Portaria MMA Nº 148, De 7 de Junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf

MITCHELL, J.D., DALY, D.C. Notes on *Astronium* Jacq. (Anacardiaceae), including a dwarf new species from the Brazilian Shield. *Brittonia* 69, 457–464. <https://doi.org/10.1007/s12228-017-9506-0>, 2017.

MIYOSHI, Y.; KOJIRO, K.; FURUTA, Y. Effects of density and anatomical feature on mechanical properties of various wood species in lateral tension. **Journal of Wood Science**, v. 64, n. 5, p. 509–514, out. 2018.

NORMAN, M.; ZUNINO, A. R. Demand for luxury decks in europe and north america is pushing ipê to the brink of extinction across the amazon basin & threatening the forest frontier. Forest Policy Trade and Finance Initiative. 2022.

NOVAES, T. V. *et al.* Discrimination of amazonian forest species by NIR spectroscopy: wood surface effects. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 81, n. 1, p. 159–172, fev. 2023.

OLIVEIRA, A. A. *et al.* Identificação de Madeiras utilizando a Espectrometria no Infravermelho Próximo e Redes Neurais Artificiais. **TEMA (São Carlos)**, v. 16, n. 2, p. 81, 7 set. 2015.

OLIVEIRA, A.A.; *et al.* Identificação de madeiras utilizando espectrometria no infravermelho próximo e redes neurais artificiais. **Tendências em Matemática Aplicada e Computacional**, v.16, n. 2, p. 81-95, 2015.

PROCÓPIO, L. C.; SECCO, R. D. S. A importância da identificação botânica nos inventários florestais: o exemplo do “tauari” (*Couratari* spp. e *Cariniana* spp. - *Lecythidaceae*) em duas áreas manejadas no estado do Pará. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 31–44, 2008.

RAABE, J.; DEL MENEZZI, C.; GONÇALEZ, J. Avaliação da Superfície de Lâminas Decorativas de Curupixá (*Micropholis venulosa* Mart. Eichler). **Floresta e Ambiente**, v. 24, n. 0, 16 nov. 2016.

- REIS, P. C. M. D. R. *et al.* Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia com base em propriedades físicas e mecânicas. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 336–346, 4 abr. 2019.
- RICHARDSON, V. A.; PERES, C. A. Temporal Decay in Timber Species Composition and Value in Amazonian Logging Concessions. **PLOS ONE**, v. 11, n. 7, p. e0159035, 13 jul. 2016.
- RODRIGUES, M. I. *et al.* Concessão florestal na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 1299–1308, 1 dez. 2020.
- SANTINI JUNIOR, Luiz; FLORSHEIM, Sandra Monteiro Borges; TOMMASIELLO FILHO, Mario. **Anatomia e identificação da madeira de 90 espécies tropicais comercializadas em São Paulo**. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.
- SCHULZE, M. *et al.* Evaluating ipê (Tabebuia, Bignoniaceae) logging in Amazonia: Sustainable management or catalyst for forest degradation? **Biological Conservation**, v. 141, n. 8, p. 2071–2085, ago. 2008.
- SEMAS. Sistema de Comercialização e Transporte de Produtos Florestais. Ano base 2006-2016. 2024. Disponível em: <https://monitoramento.semas.pa.gov.br/sisflora/>
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Sistema Nacional de Informações Florestais. 2019. Disponível em < <https://snif.florestal.gov.br/pt-br/os-biomas-e-suas-florestas>>. Acesso em Março de 2023.
- SILVA, E. F. F.; BRASIL, A. C. D. M.; BLANCO, C. J. C. Wood Production and Its Correlation with Socioeconomic and Environmental Indicators in the Amazon Region. **Sustainability**, v. 15, n. 15, p. 11932, 3 ago. 2023.
- SILVA, M. C. F.; SOUZA, F. I. B. D.; GOMES, J. I. Caracterização anatômica da madeira de quatro espécies de Vochysiaceae conhecidas, na Amazônia brasileira, como “mandioqueira”. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 3, p. 1193–1215, 6 set. 2021.
- SILVA, Núbia Rosa *et al.* Automated classification of wood transverse cross-section micro-imagery from 77 commercial Central-African timber species. **Annals of forest science**, v. 74, p. 1-14, 2017.
- SILVA, Télix Lélis. A dinâmica autoregressiva do mercado de madeira para processamento e seus efeitos no desflorestamento. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. 188, 2013.
- SILVA, R. N. *et al.* Improved wood species identification based on multi-view imagery of the three anatomical planes. **Plant Methods**, v. 18, n. 1, p. 79, dez. 2022.
- ROTTA, Emilio; BELTRAMI, LC de C.; ZONTA, M. Manual de prática de coleta e herborização de material botânico. 2008.
- SOARES, L. F. *et al.* Avaliação de espectrômetro NIR portátil e PLS-DA para a discriminação de seis espécies similares de madeiras amazônicas. **Química nova**, v. 40, n. 4, p. 418-426, 2017.
- SOUZA, Deivison Venicio *et al.* An automatic recognition system of Brazilian flora species

based on textural features of macroscopic images of wood. **Wood Science and Technology**, v. 54, n. 4, p. 1065-1090, 2020.

SOUZA, E. P. *et al.* Distinguishing Amazonian ipê species (*Handroanthus*, Bignoniaceae) using macroscopic wood anatomy and leaf morphology. **IWA Journal**, p. 1–27, 21 fev. 2024.

SOUZA, J. M. A. *et al.* Longitudinal distribution of lapachol in the stalk of ipê species (*Handroanthus* spp.). **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 78, n. 3, p. 609–611, maio 2020.

TALGATTI, M. *et al.* Caracterização anatômica de clones comerciais de eucalyptus para a produção de papel. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5, n. 1, p. 65, 21 ago. 2019.

TSUCHIKAWA, S.; KOBORI, H. A review of recent application of near infrared spectroscopy to wood science and technology. **Journal of Wood Science**, n.61, p. 213-220, 2015.

UBIALLI, J. A. *et al.* Comparação de métodos e processos de amostragem para estimar a área basal para grupos de espécies em uma floresta ecotonal da região norte matogrossense. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 305–314, 2009.

VALDIONES, A. P. **A Evolução do Setor Madeireiro na Amazônia: Entre 1980 a 2020 e as oportunidades para seu desenvolvimento inclusivo e sustentável na próxima década.** Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2022.

VERAS, Michelle de Oliveira Barbosa; BUENAFUENTE, Sandra Maria Franco. Setor Madeireiro: uma análise de sua contribuição à balança comercial e à economia de Roraima. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 5, p. 22-36, 2019.

VIEIRA, H. C. *et al.* Agrupamento e caracterização anatômica da madeira de espécies nativas da Floresta Ombrófila Mista. **Rodriguésia**, v. 70, p. e04382017, 2019.

ZANATTA, Paula *et al.* Macroscopia da madeira de *Eucalyptus* como ferramenta para identificação a campo. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 53, n. 4, p. 1-10, 2018.

ZENID, G. J. Identificação de madeiras. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo/SP. 2012.

APÊNDICE A- Relação das amostras de madeira com registro no acervo da Xiloteca da Universidade Federal Rural da Amazônia.

Xiloteca UFRA	Família	Nome científico	Nome vulgar	Amostra	Origem	Data
X-999	Fabaceae	<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	Angelim-pedra	AP1	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1000	Fabaceae	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Angelim-pedra	AP2	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1001	Fabaceae	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Angelim-pedra	AP3	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1002	Fabaceae	<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	Angelim-pedra	AP4	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1003	Fabaceae	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Angelim-pedra	AP5	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1004	Sapotaceae	<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre	Curupixá	CPX1	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1005	Sapotaceae	<i>Micropholis melinoniana</i> Pierre	Curupixá	CPX2	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1006	Sapotaceae	<i>Micropholis melinoniana</i> Pierre	Curupixá	CPX3	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1007	Sapotaceae	<i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre	Curupixá	CPX4	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1008	Sapotaceae	<i>Micropholis casiquiarensis</i> Aubrév.	Curupixá	CPX5	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1009	Anacardiaceae	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Muiracatiara	MUI1	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1010	Anacardiaceae	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Muiracatiara	MUI2	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1011	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Muiracatiara	MUI3	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1012	Anacardiaceae	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Muiracatiara	MUI4	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1013	Anacardiaceae	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	Muiracatiara	MUI5	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1014	Bignoniaceae	<i>Handroanthus incanus</i> (A. H. Gentry) S. O. Grose	Ipê-Roxo	IRX1	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1015	Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-Roxo	IRX2	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1016	Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	Ipê-Roxo	IRX3	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1017	Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-Roxo	IRX4	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1018	Bignoniaceae	<i>Handroanthus incanus</i> (A. H. Gentry) S. O. Grose	Ipê-Roxo	IRX5	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1019	Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-Amarelo	IAM1	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1020	Bignoniaceae	<i>Handroanthus capitatus</i> (Bureau & K.Schum.) Mattos	Ipê-Amarelo	IAM2	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1021	Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-Amarelo	IAM3	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1022	Bignoniaceae	<i>Handroanthus capitatus</i> (Bureau & K.Schum.) Mattos	Ipê-Amarelo	IAM4	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024
X-1023	Bignoniaceae	<i>Handroanthus incanus</i> (A.H.Gentry) S.Grose	Ipê-Amarelo	IAM5	Monte Alegre-PA (Flota do Paru)	23/09/2024