



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

**BIANCA LOBATO OLIVEIRA**

**ARQUITETURA FOLIAR COMO FERRAMENTA PARA DETERMINAÇÃO DE  
ESPÉCIES EM ÁREAS SOB MANEJO FLORESTAL**

**BELÉM  
2024**

**BIANCA LOBATO OLIVEIRA**

**ARQUITETURA FOLIAR COMO FERRAMENTA PARA DETERMINAÇÃO DE  
ESPÉCIES EM ÁREAS SOB MANEJO FLORESTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, para obtenção de título de Mestre. Área de Concentração: Tecnologia dos Recursos Florestais.

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. 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)

---

- O48a Oliveira, Bianca Lobato  
ARQUITETURA FOLIAR COMO FERRAMENTA PARA DETERMINAÇÃO DE  
ESPÉCIES EM ÁREAS SOB MANEJO FLORESTAL / Bianca Lobato Oliveira. - 2024.  
65 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. Gracialda Costa Ferreira
1. identificação vegetal. 2. venação foliar. 3. diafanização. 4. reconhecimento de espécies.  
I. Ferreira, Gracialda Costa, *orient.* II. Título
-

**BIANCA LOBATO OLIVEIRA**

**ARQUITETURA FOLIAR COMO FERRAMENTA PARA DETERMINAÇÃO DE  
ESPÉCIES EM ÁREAS SOB MANEJO FLORESTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, para obtenção de título de Mestre.

Data da aprovação: 28/08/2024

**BANCA EXAMINADORA:**

Documento assinado digitalmente  
 **GRACIALDA COSTA FERREIRA**  
Data: 29/09/2024 18:52:56-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Gracialda Costa Ferreira  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Documento assinado digitalmente  
 **MARCIA ORIE DE SOUSA HAMADA**  
Data: 26/09/2024 11:45:47-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marcia Orié Souza Hamada  
Universidade Federal do Pará – UFPA

Documento assinado digitalmente  
 **EDUARDO DA SILVA LEAL**  
Data: 27/09/2024 13:04:28-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Eduardo da Silva Leal  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Documento assinado digitalmente  
 **ELESANDRA DA SILVA ARAUJO**  
Data: 27/09/2024 17:48:35-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Elesandra da Silva Araujo  
Universidade Federal de Lavras – UFLA

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe Maria Angelina, por todo apoio e incentivo para que eu fizesse este mestrado. Por todo o amor e dedicação, por toda a força e persistência, por todo ensinamento de continuar forte mesmo diante das circunstâncias, meus mais sinceros agradecimentos!

À minha irmã Bruna Lobato e à minha sobrinha Daniela Victória, por serem a grande graça da minha vida. Por estarem ao meu lado para tudo, dando apoio e fazendo piadas ruins.

Em memória do meu pai, José Augusto, minha eterna saudade.

À minha família, pelo apoio e incentivo.

À minha orientadora Dr<sup>a</sup>. Gracialda Ferreira, que possui uma paixão tão grande pelo que faz que contagia a todos em sua volta. Muito obrigada por me auxiliar nessa dissertação e enriquecer nosso conhecimento sobre temas importantes.

Aos meus parceiros de projeto, Gustavo Borges e Matheus Guedes, por toda a mentalidade de equipe que não permitiu que cada um saísse correndo para lados diferentes mesmo avistando as onças passando na nossa frente durante a coleta do nosso material. Por todas as risadas que fizeram um mês de coleta passar da melhor forma possível.

Aos amigos que fiz durante o curso, em especial a Lídia Amaral, que é uma pessoa iluminada e que me deu uma extrema dose de suporte e incentivo.

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais (LTPF), que proporcionaram a infraestrutura necessária para a realização das análises deste estudo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF) pelo conhecimento, oportunidade e pela confiança.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa.

À empresa Blue Timber, por todo o apoio e suporte prestado para a coleta do material. E pelas pessoas que nos acolheram de forma gentil e cordial durante nosso período de campo.

A todos que ajudaram de forma direta e indireta para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

Agradeço!

## RESUMO

O reconhecimento de espécies é um ponto fragilizado nos inventários florestais, técnicas de identificação que auxiliem na distinção correta de espécies precisam ser estabelecidas para preencher esta lacuna. Neste estudo, verificamos como a arquitetura foliar pode ser utilizada como uma ferramenta de identificação para os inventários florestais. No qual identificamos quais nomes vulgares possuem erros de associação aos nomes científicos. E quais características da arquitetura foliar podem ser utilizadas para diferenciar as espécies agrupadas em um mesmo nome vulgar. A pesquisa foi conduzida em uma área de manejo florestal sustentável localizada na Floresta Estadual do Paru, no estado do Pará, Brasil. Dez nomes vulgares associados a dez espécies altamente comercializadas constituíram este estudo. Cinco apresentaram discordância na identificação, agrupando onze espécies distintas. Houve alta concordância na determinação dos indivíduos no nível taxonômico de gênero ( $k = 1$ ; concordância = 100%) e confiabilidade moderada em nível de espécie ( $k = 0.592$ ; concordância = 62%). O nome vulgar “curupixá” apresentou discordância de 0% na associação aos nomes científicos. Os gêneros *Handroanthus*, *Micropholis*, *Hymenolobium* e *Astronium* apresentaram erros consistentes no reconhecimento de espécies. As características foliares como, formatos do limbo foliar, ápice, base, padrão de venação e morfometria podem ser utilizadas em inventários para melhorar a identificação de espécies. Com este estudo, busca-se minimizar erros de identificação botânica de espécies de grande valor comercial a partir da arquitetura foliar e, com isso, contribuir para a sustentabilidade dos planos de manejo florestal. Propõe-se que estudos sobre arquitetura foliar sejam ampliados para formar um conhecimento consistente sobre as diferenças morfológicas entre espécies de gêneros problemáticos. Enfatizamos que somente uma identificação exata irá garantir a sustentabilidade do manejo florestal.

Palavras-chave: identificação vegetal, venação foliar, diafanização.

## ABSTRACT

Species recognition is problematic in forest inventories, identification techniques that help in the correct distinction of species need to be established to fill this gap. In this study, we verified how leaf architecture can be used as an identification tool for forest inventories. The main objective was identified which common names have association errors with scientific names in a forest management area. And which characteristics of leaf architecture can be used to differentiate species grouped under the same common name. The study was conducted in a forest concession located in the Floresta Estadual do Paru, in the state of Pará, Brazil. Data were selected from ten common names associated with ten highly commercial species. Five presented disagreement in identification, grouping eleven different species. There was high agreement in determining individuals at the genus level ( $k = 1$ ; agreement = 100%) and moderate reliability at the species level ( $k = 0.592$ ; agreement = 62%). The common name “curupixá” showed 0% disagreement in association with scientific name. The genera *Handroanthus*, *Micropholis*, *Hymenolobium* and *Astronium* showed consistent errors in species recognition. The findings suggest that leaf characteristics such as leaf blade shapes, apex, base, venation pattern and morphometry can be used in inventories to improve species identification. With this study, we aim to minimize botanical identification errors of species of great commercial value based on leaf architecture and contribute to the sustainability of forest management plans. Furthermore, it is proposed that studies on leaf architecture be expanded to form consistent knowledge about the morphological differences between species of problematic genera. We emphasize that only accurate identification will guarantee the sustainability of forest management.

Keywords: plant identification, leaf venation, leaves diphanization.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Imprecisões na identificação de espécies durante as duas etapas dos inventários florestais.....	16
Figura 2: Localização da Floresta Estadual do Paru, abrangendo os municípios de Monte Alegre e Almeirim no Estado do Pará.....	22
Figura 3: Procedimentos de coleta das amostras botânicas. (a) Base de uma árvore colhida; (b) Copa da árvore de interesse; (c) Coleta de material botânico.....	24
Figura 4: Procedimentos adotados para a diafanização das amostras neste estudo.....	26
Figura 5: Morfologia e arquitetura foliar das espécies agrupadas sob o nome vulgar “angelim pedra”, onde (a) Ramo do <i>H. excelsum</i> , (b) Folha do <i>H. excelsum</i> , (c) Folíolo diafanizado do <i>H. excelsum</i> , (d) Ramo do <i>H. petraeum</i> , (e) Folha do <i>H. petraeum</i> , (f) Folíolo diafanizado do <i>H. petraeum</i> , (g) Região central do <i>H. petraeum</i> .....	31
Figura 6: Morfologia e arquitetura foliar da <i>D. odorata</i> , onde (a) Ramo, (b) Folíolo diafanizado, (c) Região central do folíolo. ....	32
Figura 7: Morfologia e arquitetura foliar das espécies agrupadas no nome vulgar curupixá, onde (a) Ramo de <i>M. guyanensis</i> , (b) Folha de <i>M. guyanensis</i> , (c) Folha diafanizada de <i>M. guyanensis</i> , (d) Ramo de <i>M. melinoniana</i> , (e) Folha de <i>M. melinoniana</i> , (f) Folha diafanizada de <i>M. melinoniana</i> , (g) Ramo de <i>M. casiquiarensis</i> , (h) Folha de <i>M. casiquiarensis</i> , (i) Folha diafanizada de <i>M. casiquiarensis</i> .....	34
Figura 8: Morfologia e arquitetura foliar da <i>H. courbaril</i> , onde (a) Ramo, (b) Folíolos, (c) Folíolo diafanizado, (d) Região central do folíolo. ....	38
Figura 9: Morfologia e arquitetura foliar da <i>A. leiocarpa</i> , onde (a) Ramo, (b) Folha, (c) Folíolo diafanizado. ....	39
Figura 10: Morfologia e arquitetura foliar das espécies agrupadas aos nomes vulgares ipê-amarelo e ipê-roxo onde (a) Ramo de <i>H. incanus</i> , (b) Folha de <i>H. incanus</i> , (c) Folha diafanizada de <i>H. incanus</i> (d) Região central do folíolo de <i>H. incanus</i> , (e) Ramo de <i>H. impetiginosus</i> (f) Folha de <i>H. impetiginosus</i> , (g) Folha diafanizada de <i>H. impetiginosus</i> (h) Região central do folíolo de <i>H. impetiginosus</i> , (i) Ramo de <i>H. capitatus</i> (j) Folha de <i>H. capitatus</i> (k) Folha diafanizada de <i>H. capitatus</i> (l) Região central do folíolo de <i>H. capitatus</i> , (m) Ramo de <i>H. serratifolius</i> (n) Folha de <i>H. serratifolius</i> , (o) Folha diafanizada de <i>H. serratifolius</i> e (p) Região central do folíolo de <i>H. serratifolius</i> .....	41
Figura 11: Morfologia e arquitetura foliar da <i>M. elata</i> , (a) Ramo, (b) Folha, (c) Folha diafanizada, (d) Região central da folha.....	45

Figura 12: Morfologia e arquitetura foliar da *M. bidentata*, onde (a) Ramo, (b) Folha, (c) Folha diafanizada, (d) Região central da folha. ....47

Figura 13: Morfologia e arquitetura foliar das espécies agrupadas pelo nome vulgar muiracatiara, onde (a) Ramo de *A. lecointei*, (b) Folha diafanizada de *A. lecointei*, (c) Ramo de *A. graveolens*, (d) Folha diafanizada de *A. graveolens* .....49

Figura 14: Padrão de venação das espécies do gênero *Micropholis* em folhas com epiderme e em folhas diafanizadas, (a) *M. guyanensis*, (b) *M. casiquiarensis*, (c) *M. melinoniana*. Venação terciária é indistinta nas três espécies. Escala: 0,5 mm. ....52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Os dez nomes vulgares com seus respectivos nomes científicos associados no inventário florestal, e suas famílias botânicas. O volume total (m <sup>3</sup> ) e a quantidade de árvores que possuem DAP ≥ 50 cm em uma UPA.....	23
Tabela 2: Características morfológicas observadas nas folhas amostradas. ....	27
Tabela 3: Concordância entre os nomes científicos associados e nomes científicos determinados para o nível taxonômico de espécie. A porcentagem de concordância corresponde ao número de amostras que estavam corretamente associadas ao nome científico (n=5).	29
Tabela 4: Características de arranjo e organização foliar das espécies encontradas.	50
Tabela 5: Resumo das características de arquitetura foliar das dez espécies em estudo. .....	51

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	13
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS .....	13
1.3 QUESTÃO CIENTÍFICA DE PESQUISA E HIPÓTESES.....	13
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1 A IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES NO MANEJO FLORESTAL E SUAS PROBLEMÁTICAS.....	14
2.2 A ARQUITETURA FOLIAR .....	19
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	22
3.2 AMOSTRAGEM .....	23
3.3 DIAFANIZAÇÃO.....	25
3.4 DESCRIÇÃO DA ARQUITETURA FOLIAR.....	27
3.5 ANÁLISE DE DADOS.....	27
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
4.1 ERROS DE IDENTIFICAÇÃO NA AMOSTRA .....	28
4.2 DESCRIÇÃO DA ARQUITETURA FOLIAR DAS ESPÉCIES.....	30
4.3 ANÁLISE DA ARQUITETURA FOLIAR.....	50
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A identificação botânica é de extrema importância para o manejo florestal sustentável. Porém nem todas as espécies são identificadas corretamente nas áreas manejadas (Baker et al. 2017; Procópio e Secco 2008). Evidenciando, assim, que existem fragilidades no reconhecimento de espécies a partir das práticas utilizadas durante as atividades dos inventários florestais comerciais. Estes erros, por sua vez, comprometem diretamente vários processos dentro do manejo florestal, tais como, a sustentabilidade da atividade e a garantia de um produto homogêneo para o mercado madeireiro (Hopkins; Martins-Da-Silva, 2003). Ademais, os erros de identificação causam perdas econômicas (Haara; Kangas; Tuominen, 2019) sendo, portanto, necessário que técnicas sejam testadas para a melhoria da determinação de espécies.

A alta biodiversidade presente nessas florestas eleva a necessidade de conhecimento taxonômico das espécies que ocorrem nessas regiões, principalmente pelo apelo conservacionista da diversidade biológica em fragmentos florestais (Grass *et al.*, 2015). Atualmente, existe grande pressão sobre as florestas naturais, com o desmatamento e os distúrbios antrópicos pressionando o habitat natural e contribuindo diretamente para a perda de biodiversidade e para a degradação florestal (Barlow *et al.*, 2016; Barni *et al.*, 2021; Boulton; Lenton; Boers, 2022; Costa *et al.*, 2023). A partir disso, existe a necessidade de manejar os recursos florestais de forma consciente visando garantir a manutenção da biodiversidade (Burivalova; Şekercioğlu; Koh, 2014; Canetti *et al.*, 2021).

A origem das inconsistências na identificação está correlacionada às etapas frequentemente usadas nos inventários florestais, como exemplo, a associação entre nomes vulgares aos nomes científicos (Baraloto *et al.*, 2007), que são ineficientes e contribuem para que haja erros sistemáticos na determinação de espécies. A utilização da nomenclatura vernacular para nomear os indivíduos (Martins-Da-Silva, 2002) e observar apenas algumas características sensoriais (cor, cheiro, texturas) das árvores, evidenciam que o reconhecimento das árvores é feito sem que haja critérios científicos necessários para dar suporte a determinação correta de espécies para o manejo florestal sustentável.

O conhecimento taxonômico é crucial para entender e catalogar a biodiversidade e dependem diretamente no ajuste ao nomear as espécies (Sandall *et al.*, 2023). Juntamente a isto, as características morfológicas dos vegetais permitem que haja identificação entre espécies a nível taxonômico (Martins-Da-Silva *et al.*, 2012). Entretanto, não é fácil reconhecer, identificar e nomear os indivíduos, sendo necessário que haja conhecimento, principalmente, sobre as características que tornam as espécies semelhantes e aquelas às quais as diferenciam (Krell,

2004). Embora para a taxonomia a utilização de espécimes férteis para a identificação seja necessária, esta não é uma realidade possível dentro da atividade do inventário florestal visto que o padrão fenológico das espécies possui grande variação (Gomes *et al.*, 2013). E com isso, a necessidade de estudos sobre o material vegetativo das espécies é de grande importância.

A arquitetura foliar é uma técnica de descrição das folhas que possui ampla utilização na identificação de espécies (Antar *et al.*, 2022), com eficiência na separação de táxons difíceis (Buot 2020). Assim como, alguns estudos abordando sua importância na investigação sobre a adaptabilidade das espécies frente às mudanças climáticas (Roth-Nebelsick; Traiser, 2024; Wang *et al.*, 2024), visto que as folhas participam ativamente no processo de fotossíntese. Embora há muito tempo desenvolvida para descrever as características foliares dos vegetais (Delevoryas; Gould, 1971; Hickey; Wolfe, 1975) ainda são poucos os estudos que utilizam a arquitetura foliar na diferenciação de espécies em florestas tropicais, por conta do baixo investimento em projetos de catalogação (Stropp *et al.*, 2020).

A arquitetura foliar é utilizada com o intuito de reconhecimento de espécies (Kolivand *et al.*, 2019) e é uma ferramenta fundamental para delimitar e descrever as características morfológicas dos vegetais para o reconhecimento das árvores a partir de suas características vegetativas, ou seja, as folhas. A variação de tamanhos, formas e padrões de venação que as espécies apresentam ao longo dos ciclos de desenvolvimento, possui pouca compreensão, muito devido à falta de informações sobre os benefícios desse conhecimento (Niinemets; Portsmouth; Tobias, 2007). Entretanto, para o manejo florestal, é urgente encontrar uma ferramenta que auxilie na identificação de espécies, considerando características que possam ser eficientes no reconhecimento de árvores durante o inventário florestal.

Portanto, este estudo parte do pressuposto que a falta de conhecimento da morfologia das espécies arbóreas (Goodwin *et al.*, 2015) dificulta a identificação de espécies em áreas de manejo florestal. E que, portanto, a arquitetura foliar pode ser uma ferramenta eficiente na determinação de espécies. Diante deste contexto, este trabalho busca contribuir para a redução dos erros de identificação por meio da descrição detalhada da arquitetura foliar e do padrão de venação de espécies florestais, produtoras de madeira, que tem nomes vulgares amplamente utilizados em planos de manejo florestal na Amazônia.

## **1.1 Objetivo geral**

Minimizar erros de identificação botânica de espécies de grande valor comercial a partir da descrição do padrão da arquitetura foliar e, com isso, contribuir com a sustentabilidade dos planos de manejo florestal.

## **1.2 Objetivo específicos**

- (a) Avaliar os erros de identificação de espécies comerciais em uma área de manejo florestal sustentável no estado do Pará;
- (b) Descrever os padrões de arquitetura foliar para espécies associadas a um mesmo nome vulgar;
- (c) Avaliar as características de arquitetura foliar, como alternativa para reconhecer espécies, que recebem um mesmo nome vulgar em planos de manejo florestal.

## **1.3 Questão científica de pesquisa e hipóteses**

A arquitetura foliar é uma ferramenta eficiente para a identificação de espécies?

H<sub>0</sub>: Não há diferença na arquitetura foliar das espécies em estudo.

H<sub>1</sub>: Há diferença na arquitetura foliar das espécies em estudo.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A identificação de espécies no manejo florestal e suas problemáticas

A Amazônia é conhecida mundialmente pela sua alta biodiversidade. A riqueza de espécies do bioma é um ponto de discussão no meio científico, com estudos que buscam quantificar a diversidade que a região possui (Cardoso *et al.*, 2017; Ter Steege *et al.*, 2016). Embora estas pesquisas busquem verificar a quantidade de espécies existentes, com o uso de listas de espécies já catalogadas, reconhecer as árvores que compõem estas áreas é um desafio evidenciado pelo erro na identificação de espécies em inventários florestais (Procópio; Secco, 2008). Para melhor elucidar o que leva a existência desses erros de identificação dentro de áreas de manejo florestal, esta revisão busca compreender alguns fatores que podem contribuir diretamente nesse processo.

Um dos principais quesitos dentro desta temática é o fato da região amazônica possuir escassez de conhecimento florístico, com vastas áreas que permanecem pouco estudadas (Schulman; Toivonen; Ruokolainen, 2007; Stropp *et al.*, 2020). O reduzido investimento em pesquisas botânicas compromete amplamente o avanço em informações sobre as espécies que habitam o bioma amazônico, que possui uma das maiores e reconhecidas biodiversidade do mundo. A baixa documentação de espécies nessas florestas (Medeiros *et al.*, 2014; Stropp *et al.*, 2020) relaciona-se com os erros de identificação, visto que, existe pouco conhecimento sobre as características morfológicas dos vegetais, especialmente no nível taxonômico de espécie. Os inventários com fins distintos do comercial, que buscam identificar a diversidade da floresta, são fundamentais e enriquecem a flora conhecida de uma determinada região (Alvarenga; Lisboa, 2009), porém são pouco explorados por pesquisadores devido ao baixo investimento nesse tipo de pesquisa.

A complexidade da identificação botânica pode ser observada em uma das áreas mais estudadas do bioma, a Reserva Ducke. Este projeto pioneiro culminou em um ciclo de pesquisas com intuito de conhecer a biodiversidade de um fragmento florestal dentro Amazônia. Com múltiplas coletas de material botânico, em períodos distintos, o aparecimento de aproximadamente 1.000 novas espécies após uma segunda amostragem no local (Hopkins, 2005) revela que a identificação de árvores nesse bioma apresenta dificuldades até mesmo em regiões que já haviam sido amostradas anteriormente.

Isso revela a importância da coleta botânica para o conhecimento de espécies, entretanto, é importante salientar como essa atividade atua como um fator limitante, visto que,

a operabilidade é complexa, fazendo com que a prática seja de alto risco agregado, devido a estrutura vertical da floresta com o porte da Amazônia, com árvores atingindo alturas recordes (Gorgens *et al.*, 2019). Entretanto, é de extrema relevância pois muito do nosso conhecimento sobre as características morfológicas dos vegetais vem a partir da coleta de material botânico e do seu depósito em herbários (Heberling, 2022).

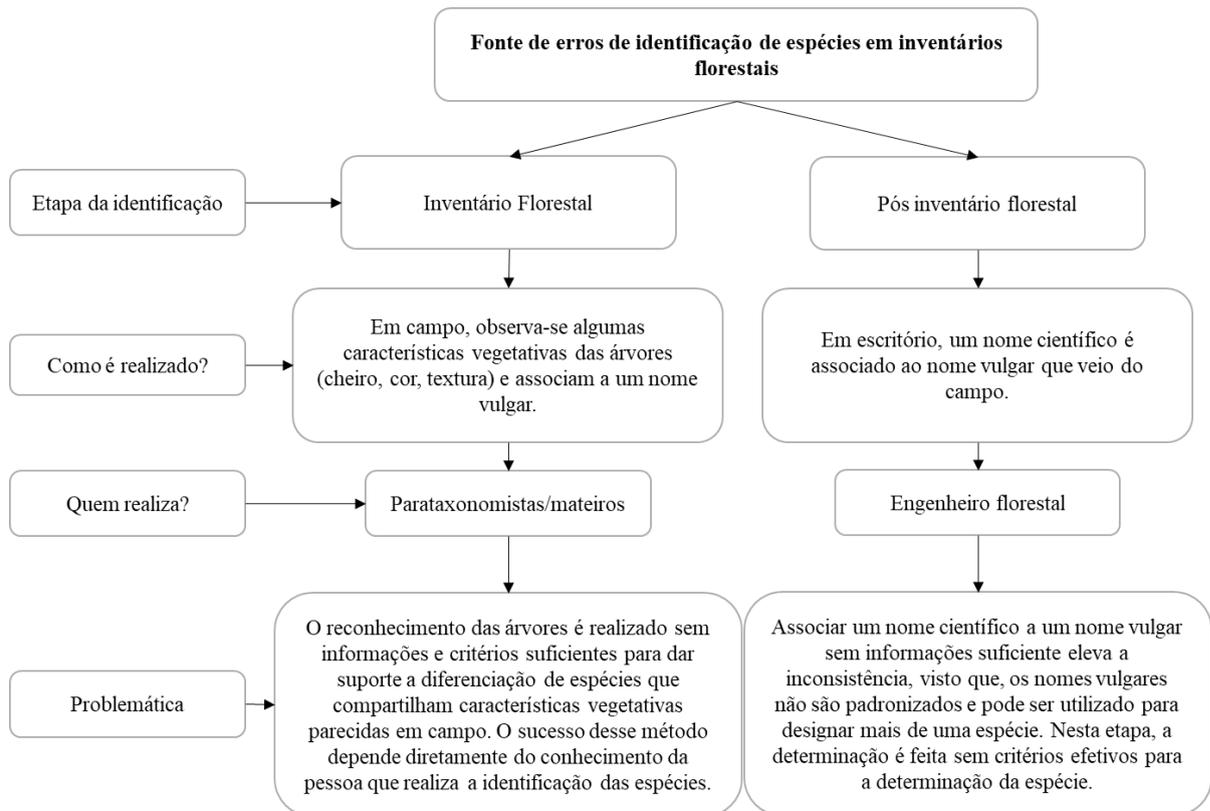
A real biodiversidade da Amazônia continua inexplorada ((Medeiros *et al.*, 2014) prejudicando o conhecimento e catalogação de informações sobre espécies. A combinação desse baixíssimo conhecimento da diversidade vegetal, aliados ao fato de a região apresentar áreas com expressivo endemismo (Castro *et al.*, 2020), um grande quantitativo de espécies consideradas raras (Damasco *et al.*, 2021), bem como, a plasticidade das características morfológicas dos vegetais (Martins; Massara, 2020) elevam a falta de consistência na identificação de espécies dentro dos inventários florestais.

A conservação das florestas tropicais depende diretamente da precisão na identificação de espécies (Hopkins, 2019). Especialmente quando buscamos o uso sustentável desse recurso por meio do manejo florestal. Que é uma das alternativas de uso da floresta que tem como principal objetivo assegurar a sustentabilidade e proporcionar a conservação dos recursos ambientais, promovendo assim, uma atividade econômica com base na sustentabilidade da produção. Em áreas manejadas, a identificação botânica é um importante componente que irá predizer a valoração da floresta para a indústria, com a definição de espécies valiosas para o mercado madeireiro (Ferreira *et al.*, 1999).

Por sua vez, as etapas de identificação de espécies amplamente difundidas nos inventários florestais cuja finalidade é o manejo, encontram diversos níveis de imprecisão que podem levar ao erro de identificação (Figura 1). A primeira fase ocorre em campo, durante o inventário florestal, onde “mateiros”, que são pessoas locais que atuam com a identificação das espécies em projetos de manejo florestal, associam características morfológicas (casca, corte, odor, etc.) a nomes vulgares (Baraloto *et al.*, 2007) que são utilizados sem critérios para nomear as árvores localmente.

Os autores ainda relatam que a segunda etapa que difunde os erros de identificação ocorre a partir do processamento desses dados proveniente do inventário, que geralmente ocorre em escritórios e é realizada por outro profissional. Nesta etapa há a associação entre o nome vulgar, dado em campo, aos nomes científicos. A associação entre esses dois nomes é realizada a partir de uma base de dados obtida de listas oficiais de órgãos ambientais.

Figura 1: Imprecisões na identificação de espécies durante as duas etapas dos inventários florestais.



Fonte: a autora (2024).

As fontes de erros que podem ocorrer durante as etapas do inventário e de pós-inventário são de origens diversas, entre elas podemos citar: a falta de treinamento dos parataxonomistas/mateiros, falta de material de referência atualizado, falta de critérios para a atribuição de nomes científicos aos nomes vulgares vindos do campo, anotações incorretas nas fichas de campo, utilização de nomes vulgares sem padronização (ex.: para alguns indivíduos designar o nome vulgar “cumaru” e em outros indivíduos nomear como “cumaru amarelo” dentro de uma mesma UPA). É importante salientar que esses dados incorretos implicam na má gestão florestal, e aumentam a chance de perda de biodiversidade, visto que uma espécie pode ser extinta localmente por meio da identificação equivocada.

Geralmente, o profissional que realiza a identificação das árvores em campo utiliza apenas o nome vulgar durante o inventário florestal, e em escritório, outro profissional irá associar o nome vulgar a um nome científico. Portanto, uma das questões que se torna essencial para o sucesso ou fracasso dentro da identificação botânica em inventários florestais é justamente o profissional que realizará essa atividade (Gomes *et al.* 2013).

A nomenclatura científica é uma das exigências estabelecidas para que a atividade do manejo florestal seja autorizada perante o órgão competente. Entretanto, esta prática acarreta a

possíveis erros de informação, isto porque, não existe coleta de dados morfológicos suficientes para que esta associação de nomes vulgares aos científicos seja realizada de forma acurada na etapa de processamento de dados pós inventário.

As consequências negativas da identificação feita de forma errada para o manejo florestal sustentável são preocupantes, visto que, quando muitas espécies partilham o mesmo nome comum, as tomadas de decisões de colheita, que são baseadas no rendimento máximo sustentado da floresta, podem ser violadas e conseqüentemente, uma determinada espécie pode ser explorada além de sua capacidade de suporte pois o seu verdadeiro tamanho populacional foi superestimado (Baraloto *et al.*, 2007).

Acerca dos profissionais que atuam na identificação de espécies podemos citar que:

Ao todo, quatro profissionais participam e atuam de forma específica com a taxonomia, havendo uma hierarquia dentro do processo de identificação de espécies. Sendo que os taxonomistas assumem o maior nível, e são especialistas que concentram seu conhecimento em reconhecer e definir as espécies. Atuam, também, estabelecendo e entendendo a filogenia e as relações das espécies e seus táxons. Posteriormente a eles, encontram-se os técnicos de museus, que possuem grande conhecimento de coleções botânicas que lhes permitem identificar espécimes. Os parataxonomistas, por sua vez, possuem vasta experiência na coleta e montagem de espécimes e realizam classificações preliminares baseadas na morfologia das espécies, destacam-se pela sua expertise dentro da identificação primária de espécimes. Por fim, os informantes locais são aqueles que usam seu conhecimento tradicional e fornecem informações aos taxonomistas, tais como os nomes locais atribuídos aos espécimes (Basset *et al.*, 2000).

A contratação de parataxonomistas é frequentemente demandada para a identificação de espécies em projetos de inventários florestais, porém, embora estes especialistas sejam qualificados e treinados por especialistas, há a propensão de erros quando estes são demandados em regiões que estão fora da sua experiência, ou em casos de táxons raros e com poucos espécimes reconhecidos (Cardoso *et al.*, 2017). Estes profissionais associam, em campo, nomes vulgares às árvores sem grandes critérios, considerando apenas algumas características das plantas e que geralmente são mais fáceis de acessar, como por exemplo: ritidoma, cor, cheiro. Muito desta associação feita por estes profissionais é baseada nas suas vivências, com pouco conhecimento científico sobre a morfologia das espécies.

Outro problema bem particular dentro da identificação de espécies é a variação regional sobre os nomes comuns, com a existência de uma grande quantidade de nomes vernaculares para designar uma mesma espécie (Cysneiros *et al.*, 2018) e isto é fortemente influenciada pelo regionalismo dos envolvidos no processo de identificação (Martins e Zavaglia 2021). Essa

variação no ato de nomear árvores pode levar a conflitos de identificação e ao agrupamento de espécies, onde um mesmo nome científico pode estar associado a diversos nomes vulgares e um único nome vulgar agrupar diversas espécies diferentes (Martins-Da-Silva *et al.*, 2002).

Diversos estudos têm destacado essa fragilidade, enfatizando a necessidade de padronização de métodos e nomenclatura que garantam uma identificação precisa e confiável (Gomes *et al.*, 2013; Wortley; Scotland, 2004). Isso abrange ainda a nomenclatura científica das espécies, que possuem atualizações frequentes, o que faz com que exista redundância de nomes científicos, necessitando que haja constantes atualizações em acervos sobre espécies em coleções depositadas em herbários, visando excluir as inconsistências ortográficas e sinônimas de nomes (Milliken *et al.*, 2010).

Portanto, produzir listas de verificação florísticas de herbários a partir de dados averiguados por especialistas taxonômicos, com a atualização das sinônimas dos binômios seguindo as revisões taxonômicas mais recentes (Cardoso *et al.*, 2017) é importante visto que a duplicidade de nomes subestima as listas de espécies (Villaseñor, 2015) e, conseqüentemente, não trazem uma homogeneidade na nomeação dessas espécies durante as etapas de identificação nos planos de manejo florestal sustentável. A partir disso, o gestor da área manejada deve estar atento para as alterações de nomenclatura científica das espécies. Uma boa ferramenta que norteia essas informações é o acervo do site REFLORA (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), que possui um herbário virtual à nível nacional e internacional e indica qual nome científico é o correto a ser utilizado.

Os erros na identificação de espécies dentro do manejo florestal também podem ser propositais (Brancalion *et al.*, 2018), no qual as árvores são identificadas erroneamente para superestimar o volume de uma espécie que possui maior valor de mercado. Diante de tal fato, evidencia-se que existe uma grande proporção de problemáticas relacionadas à identificação de espécies na Amazônia e que para o manejo florestal sustentável, essas incertezas prejudicam a sustentabilidade da atividade e a garantia de um produto homogêneo para o mercado madeireiro.

Assegurar a sustentabilidade dentro do processo econômico é um desafio aos manejadores de recursos naturais, isto porque, estudos indicam que a sociedade está preocupada em questionar estas problemáticas de tal forma que, os ganhos econômicos não sejam pautados em perdas ambientais incontestáveis (DeGolia; Hiroyasu; Anderson, 2019). Visto que o manejo florestal busca a sustentabilidade dentro do processo econômico, ações que visem assegurar questões quanto à melhoria da atividade, respeitando fatores ambientais e fortalecendo o mercado madeireiro com a precisão da mercadoria, se tornam de extrema importância.

## 2.2 A arquitetura foliar

O termo arquitetura foliar foi introduzido por estudos iniciais que, dentro do contexto da morfologia vegetal, faziam referência à disposição espacial e aos componentes que constituem um vegetal (Delevoryas e Gould 1971, Hickey, 1971) sendo que objetivo dos autores constituía-se em desenvolver terminologias confiáveis para descrever os formatos (base, ápice, lâmina) e a venação das folhas voltados para a identificação de espécies. As características morfológicas foliares eram utilizadas justamente por conta da afinidade sistêmica que os vegetais apresentam em níveis taxonômicos (Hickey; Hickey; Taylor, 1991).

Para proporcionar uma compreensão mais abrangente do que era proposto, foi desenvolvido, posteriormente, um conjunto de termos que abordavam as características morfológicas que seriam observadas para a diagnose da arquitetura (Hickey, 1974). A justificativa para que estes atributos sejam utilizados é o fato deles constituírem a base para auxiliar no processo de identificação de espécies, sendo essenciais para a taxonomia, e que são considerados eficiente na separa de espécies de táxon problemáticos (Buot, 2020).

A sistemática vegetal é uma ciência que possui como fundamentos básicos a classificação e identificação dos organismos, e é a partir dela que deriva a taxonomia, responsável pela descrição de grupos taxonômicos e pela designação de nomes científicos para as espécies (Judd *et al.*, 2008), e para que isso ocorra, há o agrupamento dos indivíduos em níveis hierárquicos a partir das suas características morfológicas compartilhadas (The Angiosperm Phylogeny Group, 2016).

A identificação de espécies é um processo complexo, que exige um conhecimento profundo acerca da taxonomia vegetal, profissionais altamente qualificados, bem como, a presença de material fértil para uma identificação precisa (Lepsch-Cunha, 1995). Isto deve-se ao fato de que o material infértil pode apresentar lacunas morfológicas que podem dificultar uma identificação exata, ao exemplo, a diferença entre as características desses atributos em estágios de vida da planta e a plasticidade fenotípica (Gomes *et al.*, 2013). Isso indica que embora a utilização de amostras vegetativas seja viável, é importante reconhecer as suas limitações na identificação botânica. No entanto, em inventários florestais, a coleta de amostras de plantas muitas vezes não consegue captar as características reprodutivas das espécies devido à variação dos padrões fenológicos (Newstrom; Frankie, 1994). Como resultado, existe a necessidade frequente da utilização de amostras de material vegetativo.

Devido a ocorrência de diversos padrões de arquitetura foliar (variados tamanhos, formatos de folhas, tipos de venação) que as espécies apresentam ao longo dos ciclos de

desenvolvimento, não há o aprofundamento sobre como estas variáveis são importantes para entender o funcionamento de ecossistemas florestais, e tais fatores não são totalmente compreendidos e explorados por pesquisadores, muito devido à falta de informações sobre os benefícios de se conhecer as formas foliares (Niinemets; Portsmouth; Tobias, 2007). Entretanto, para o manejo florestal sustentável é urgente encontrar uma ferramenta que auxilie na identificação de espécies, levando em consideração características que possam ser eficientes no reconhecimento de árvores durante o inventário florestal.

A utilização de características vegetativas como elementos de diagnóstico de espécimes vegetais tem ganhado importância no processo de identificação (Conda; Buot, Jr, 2018). Estas características, particularmente as relacionadas com a forma das folhas, provaram ser valiosas no estudo taxonômico. No entanto, apesar de ser aceito como um elemento importante, o potencial total da forma como ferramenta de diagnóstico não foi totalmente explorado (Niklas, 1994). Uma das principais razões para tal fato é a dificuldade inerente à descrição e comparação exatas das formas. A forma é uma característica essencial que pode fornecer pistas importantes sobre a identidade de uma planta (Dickinson *et al.*, 1987).

A configuração geral de uma planta, bem como a aparência das suas folhas variam significativamente entre espécies, assim como, nos estágios de vida do vegetal (Chitwood; Otoni, 2017). Examinando e comparando cuidadosamente estas formas, os taxonomistas podem determinar as características únicas que distinguem uma espécie de outra. Esta informação é crucial para identificar e classificar com exatidão os vegetais, especialmente nos casos em que outras características se encontram ausentes.

A partir do exposto, novas técnicas devem ser implementadas para auxiliar no reconhecimento de espécies e a sua correta identificação. A utilização de características vegetativas como elementos de diagnóstico pode ser uma das soluções para que os inventários florestais não fiquem presos à coleta de material fértil. Entretanto, para que isto seja uma opção, deve-se considerar a importância e a eficiência de aplicar estes conhecimentos sobre as formas das folhas no processo de identificação de espécies.

As folhas desempenham um papel vital no crescimento e desenvolvimento das plantas através do processo de fotossíntese (Marenco *et al.*, 2014). Os estudos sobre as folhas têm-se concentrado predominantemente em características relacionadas ao tamanho foliar (Zhang *et al.*, 2021), estas análises incluem parâmetros como a área foliar, o comprimento, a largura, a massa seca e a espessura das folhas, sendo que, a razão para este enfoque é o fato de estas características serem relativamente fáceis de medir (Chitwood *et al.*, 2014). Dentre as estruturas da planta, as folhas apresentam ampla variação morfológica e, por isso, a utilização desse

material para identificar espécies possui certa limitação, e necessita de estudos que ofereçam alternativas para o uso das folhas como ferramenta de identificação (Dickinson *et al.*, 1987).

A compreensão dos fatores que influenciam o tamanho das folhas é de grande importância na biologia das plantas. Permite-nos compreender como os vegetais respondem às mudanças no seu ambiente e como otimizam a sua eficiência fotossintética (Cavaleri *et al.*, 2010; Royer *et al.*, 2008). Além disso, o estudo das variações do tamanho das folhas dentro e entre diferentes espécies de plantas pode fornecer informações valiosas sobre os processos evolutivos e as adaptações ecológicas. Processo que são pouco compreendidos para a região amazônica.

Análises com o objetivo de comparar caracteres vegetativos são fundamentais para a identificação por delimitar as diferenças entre espécies (Boeger; Garcia; Soffiatti, 2009; Corrêa; Scudeller; Araújo, 2015). E nesse contexto, estudos são desenvolvidos para melhor compreender estas variáveis, como exemplo, a partir da descrição e comparação da arquitetura foliar de espécies em diferentes condições de luminosidade (Larcher; Boeger, 2009). O padrão de venação também é utilizado com frequência para testar a utilização desses atributos como ferramentas de identificação, e a partir dessas análises, pode-se perceber que os padrões podem ser úteis para delimitar táxons quando utilizados em conjuntos (Lima *et al.*, 2018).

Um dos principais aspectos que auxiliam neste processo é a análise dos padrões de venação das folhas. Estes padrões de venação, que se referem à disposição e distribuição das nervuras numa folha, tendem a ser consistentes numa determinada espécie (Fonsêca; Proença; Gonçalves, 2007).

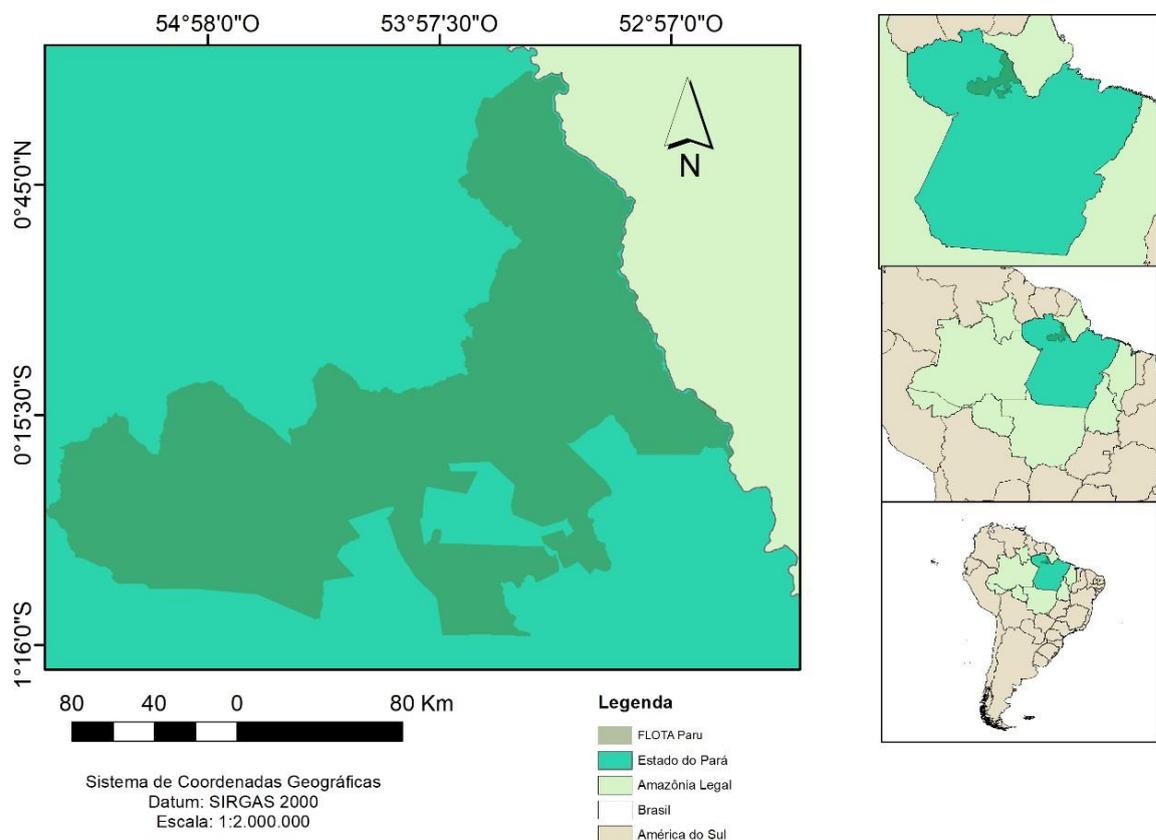
A importância e necessidade de explorar a arquitetura e morfologia foliar é evidenciada, uma vez que, devido a todo o conhecimento que estes estudos podem trazer, com a criação de um banco de dados sobre a arquitetura foliar de espécies, será de grande utilidade para a identificação de amostras modernas (Port; Dutra, 2013). E é a partir desse contexto, onde a identificação de espécies é um importante componente dentro da atividade do manejo florestal, e que as características morfológicas são estruturas que permitem reconhecer as diferentes espécies existentes, que este estudo busca verificar se a arquitetura foliar é eficiente na distinção de árvores para os inventários florestais.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em uma área de manejo florestal sustentável localizada na Floresta Estadual do Paru, no estado do Pará, norte do Brasil. A FLOTA é uma Unidade de Conservação Ambiental – UC enquadrada na categoria de Uso sustentável pela Lei nº 9.985, de 18/07/2000. O clima na região é descrito como tropical de monções (Am), com temperaturas que variam entre 18° a 30° C. As estações mais secas duram entre os meses de julho a dezembro, com distribuição de chuvas irregulares durante o ano. O mês de março é o mais chuvoso. A vegetação na área é predominantemente de Floresta Ombrófila Densa Submontana. Com biodiversidade elevada, estas áreas possuem importância fundamental por prestar serviços ambientais, econômicos e sociais (Carvalho; Souza; Cunha, 2018).

Figura 2: Localização da Floresta Estadual do Paru, abrangendo os municípios de Monte Alegre e Almeirim no Estado do Pará.



Fonte: a autora (2024).

### 3.2 Amostragem

O presente estudo selecionou 10 nomes vulgares para analisar a associação aos nomes científicos na área de manejo florestal e para compor o estudo descritivo da arquitetura foliar. O fator observado para a escolha dos nomes vulgares para compor este estudo foi incluir os maiores volumes em metros cúbicos da unidade de produção anual. Decidiu-se que o melhor e mais viável método a ser adotado para a coleta do material botânico seria incluir no estudo indivíduos que estavam no plano de corte da área de manejo, pois assim, facilitaria a coleta do material vegetal a partir das copas das árvores colhidas. Os nomes vulgares e os nomes científicos foram obtidos a partir dos dados do inventário florestal da área de manejo (Tabela 1). Sendo que se encontram distribuídos em quatro famílias botânicas.

Tabela 1: Os dez nomes vulgares com seus respectivos nomes científicos associados no inventário florestal, e suas famílias botânicas. O volume total (m<sup>3</sup>) e a quantidade de árvores que possuem DAP  $\geq$  50 cm em uma UPA.

<b>Família</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Volume (mt)</b>	<b>Nº árvo.</b>
Sapotaceae	Curupixá	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	11780,63	1529
Anacardiaceae	Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	1803,38	270
Bignoniaceae	Ipê Roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos	1584,62	215
Sapotaceae	Maparajuba	<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev.	936,48	213
Sapotaceae	Maçaranduba	<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex Miq.) Monach.	807,83	123
Fabaceae	Garapeira	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	709,91	104
Bignoniaceae	Ipê Amarelo	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl)S. Grose	677,89	154
Fabaceae	Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	281,70	25
Fabaceae	Angelim Pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	259,62	32
Fabaceae	Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	160,04	29

Fonte: autora (2024).

Foram coletadas amostras de cinco indivíduos de cada nome vulgar, retirando um ramo em três posições diferentes da copa, a técnica de coleta adotada foi a convencional. As orientações para seleção dos ramos foram as seguintes: folhas sadias, em pleno desenvolvimento e sem grandes danos ou machucados. Também foi observado o máximo de

três dias de corte das árvores, pois assim as folhas estariam em condições ideais para serem prensadas e para a montagem da exsicata. Entretanto, devido a coleta ocorrer a partir da copa de árvores que foram derrubadas, a sanidade das folhas encontravam-se danificadas devido à queda das árvores. Outro ponto foi quanto à época de mudança de folhas de algumas espécies, em especial do gênero *Handroanthus*, que apresentavam apenas folhas jovens, que não são aconselháveis para realizar a análise da arquitetura foliar por não estarem totalmente desenvolvidas.

A coleta das amostras botânicas concentrou-se na Unidade de Produção Anual (UPA) 05 da área de manejo florestal. Esta UPA estava em operação durante o período de coleta. A amostragem foi realizada de forma aleatória ao longo de 15 Unidades de Trabalho – UT. E o deslocamento entre as árvores ocorreu com auxílio do aplicativo AVENZA, que fornece as coordenadas geográficas exatas das árvores de interesse.

Figura 3: Procedimentos de coleta das amostras botânicas. (a) Base de uma árvore colhida; (b) Copa da árvore de interesse; (c) Coleta de material botânico.



Fonte: a autora (2024).

Após a prensagem do material vegetativo, utilizou-se duas metodologias para retirar a umidade das amostras: a sílica gel e secagem ao ar livre. Para a desidratação do material com a sílica gel é necessário evitar o contato direto do produto com as folhas para que não haja

ressecamento excessivo do material botânico. Desidratar as amostras é necessário para que não haja a contaminação do material botânico por fungos. Os dois métodos são eficientes na secagem de amostras botânicas. Posteriormente, o material foi acondicionado em jornais e sacos plásticos, lacrados, e transportados para o Laboratório de Taxonomia de Árvores – LTPF da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém.

As amostras botânicas depois de desidratadas foram caracterizadas quanto às estruturas morfológicas e realizada a determinação botânica pelo método de comparação com amostras do acervo do herbário Felisberto Camargo da UFRA (FC-UFRA) e com acervos digitais disponíveis na base do REFLORA (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>) e SpeciesLink (<http://specieslink.org>). Os nomes científicos obtidos tiveram a grafia atualizada pela Flora do Brasil e desta forma, o sistema de classificação adotado foi o APG IV ([THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP, 2016](#)). Depois de identificadas as amostras botânicas foram tombadas no acervo do Herbário FC-UFRA.

### 3.3 Diafanização

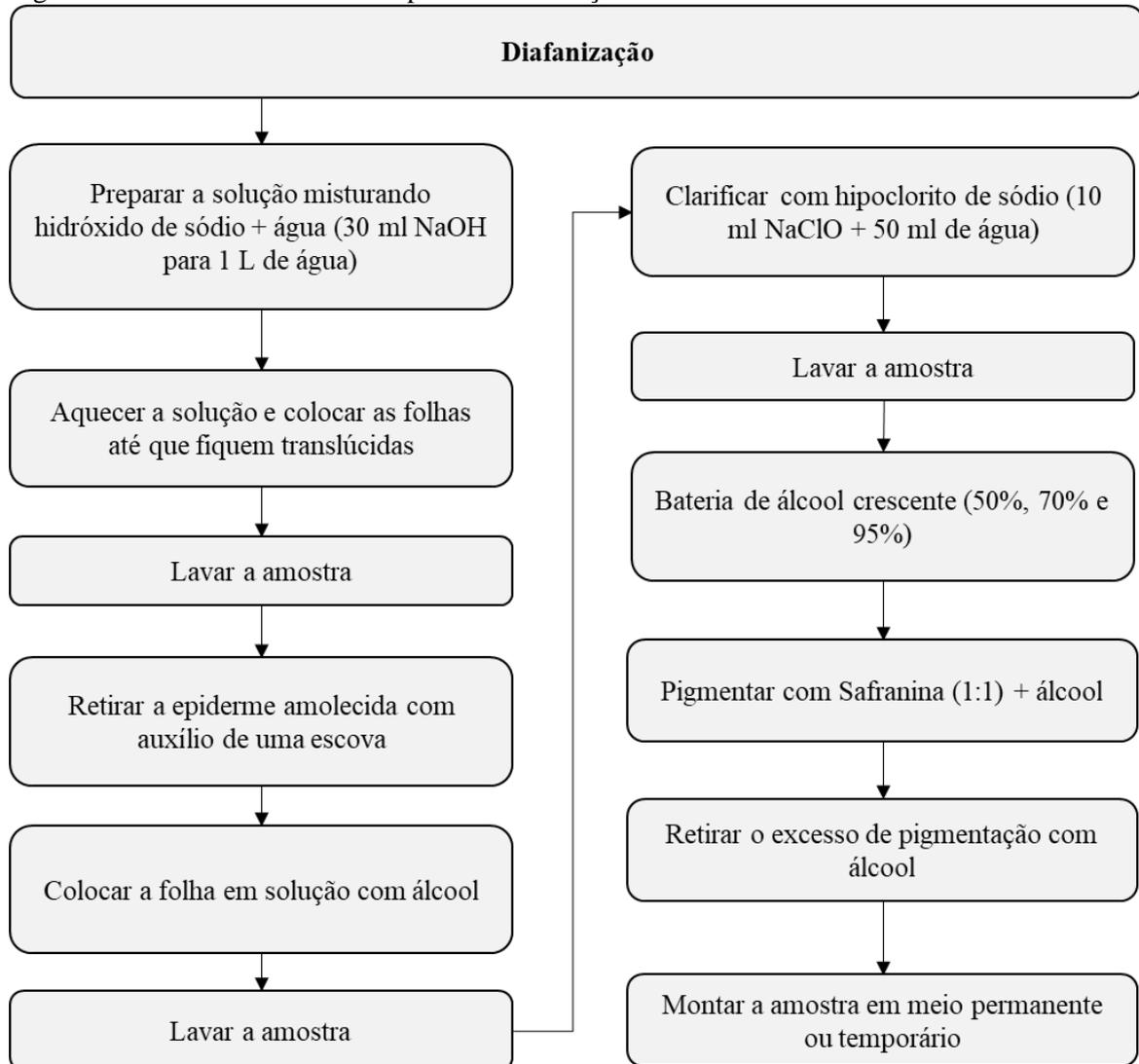
As amostras para diafanização foram secas com sílica gel, e em alguns casos, secas ao ar livre. A técnica de diafanização é um recurso utilizado por estudos taxonômicos (Chiteri *et al.*, 2023; Hernandez *et al.*, 2020; Tan; Buot, 2020) para visualizar a venação das folhas. O método de diafanização adotado seguiu o amplamente estabelecido na literatura (Ariel, 2017; García-Gutiérrez; Ortega-Escalona; Angeles, 2020; Shobe; Lersten, 1967) entretanto, foi necessário adaptar de acordo com a necessidade de cada espécie analisada. Foram diafanizadas três folhas/folíolos de cada indivíduo, totalizando 150 amostras. O limbo foliar foi mantido inteiro para evitar qualquer distorção na venação associada aos processos de dissociação da epiderme. Os critérios observados para selecionar as folhas e folíolos foram: estar plenamente desenvolvido, intacto e sem ferimentos.

A diafanização ocorreu a partir das seguintes etapas (Figura 4). Primeiramente as folhas são imersas em solução de hidróxido de sódio (NaOH) e água (1:30) e aquecidas. O tempo de exposição a solução foi diferenciado para cada espécie, observando-se as particularidades das folhas de cada espécie. Posteriormente, foram realizados os seguintes procedimentos: lavagem em água destilada, retirada do excesso de epiderme com auxílio de um objeto com cerdas macias ou espojas, bateria de álcool decrescente (70%, 50%, 30%), clareamento com hipoclorito de sódio, lavagem em água destilada para retirar a solução, aplicação de álcool

crescente (50%, 70% e 95%), pigmentação em safranina (1%) + álcool, e retirada do excesso do pigmento com álcool. Montagem das folhas e folíolos em resina acrílica.

O protocolo estabelecido para a diafanização das amostras foi eficiente para a maioria das espécies. Apenas nos folíolos do *Astronium graveolens* e *Hymenolobium excelsum* não foi possível reverter a herborização. Diferentes métodos foram testados para estas espécies, mas não houve sucesso. Portanto, os folíolos destas duas espécies foram apenas clarificados com hipoclorito e corados. As folhas de *A. graveolens* enrolavam ao entrar em contato com a solução com NaOH, já o *H. excelsum* não perdeu completamente a epiderme, e por conta de os folíolos desta espécie serem pequenos, remover a epiderme não foi possível. Utilizou-se o microscópio Motic em diferentes níveis de detalhamento para observar os padrões de venação das amostras.

Figura 4: Procedimentos adotados para a diafanização das amostras neste estudo.



Fonte: a autora (2024).

### 3.4 Descrição da arquitetura foliar

As características morfológicas foram descritas pelo Manual de Arquitetura Foliar (Ellis, 2009) e os seguintes parâmetros foram avaliados (Tabela 2). Para cada espécie estudada, são apresentadas nome científico, tipo de folha, filotaxia, forma foliar, aspectos de simetria do limbo foliar, base, ápice, margem, venação primária, venação secundária, venação terciária. A descrição morfológica foi realizada por observação e comparação das amostras com os tópicos de interesse dentro do Manual de Arquitetura Foliar, utilizando pelo menos cinco (5) amostras de folhas/folíolos.

As folhas e folíolos foram escaneados para análise da morfometria, bem como, mensuradas em comprimento e largura. As medições foram realizadas no *software* ImageJ. Para as espécies com folhas compostas, o número de folíolos foi contado.

Tabela 2: Características da arquitetura foliar observadas nas folhas amostradas.

<b>Característica</b>	<b>Variável</b>	<b>Caracteres observados</b>
Arranjo e organização foliar	Qualitativo	a. tipo de folha, b. filotaxia
Número de folíolos	Quant. discreto	-
Dimensão foliar	Quantitativo	a. largura, b. comprimento
Formatos foliares	Qualitativo	a. forma foliar, b. simetria, c. base, d. ápice, e. margem
Padrão de venação	Qualitativo	a. venação primária, b. venação secundária, c. venação terciária

Fonte: autora (2024).

### 3.5 Análise de dados

Para verificar a concordância da associação dos nomes vulgares aos nomes científicos foi utilizado o Coeficiente Kappa de Cohen. A estatística de Kappa é utilizada em estudos para verificar a proporção de concordância entre variáveis categóricas nominais (Kottner; Streiner, 2011). Para realizar esta análise, a amostra foi separada em dois grupos (gênero e espécie) e em duas observações (inventário e laboratório). O índice utilizado foi o proposto por (Landis; Koch, 1977). O processamento dos dados desse estudo foi realizado no *software* RStudio e Excel.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Erros de identificação na amostra

Após os procedimentos de identificação botânica, verificou-se que os dez nomes vulgares (associados a 10 nomes científicos) agrupavam 16 espécies. As espécies estão distribuídas em quatro famílias botânicas e em oito gêneros. A família botânica com maior número de espécies foi Fabaceae com quatro gêneros (*Apuleia*, *Dipteryx*, *Hymenaea* e *Hymenolobium*), seguida de Sapotaceae com dois gêneros (*Manilkara* e *Micropholis*), Anacardiaceae com o gênero *Astronium* e Bignoniaceae com o gênero *Handroanthus*.

Entre os nomes vulgares, cinco tinham a associação dos nomes científicos realizada corretamente, enquanto outros cinco nomes (angelim pedra, curupixá, ipê-amarelo, ipê-roxo, muiracatiara) estavam associados a onze espécies. O coeficiente de Kappa evidenciou alta confiabilidade da identificação dos indivíduos no nível de gênero, sendo perfeita entre a observação das amostras neste táxon ( $k = 1$ ; concordância = 100%). A confiabilidade entre as observações foi moderada no nível de taxonômico de espécie ( $k = 0.592$ ; concordância = 62%).

Cinco nomes vulgares foram associados corretamente, e correspondem às espécies *Dipteryx odorata* (cumaru), *Apuleia leiocarpa* (Garapeira), *Hymenaea courbaril* (Jatobá), *Manilkara elata* (Maçaranduba) e *Manilkara bidentata* (Maparajuba). A concordância entre o nome científico associado no inventário florestal e a espécie determinada nas amostras coletadas foi de 100% (Tabela 3).

Nos demais nomes vulgares o menor percentual de concordância foi obtido para curupixá (0%) e ipê amarelo (20%), respectivamente associados aos nomes científicos *Micropholis venulosa* e *Handroanthus serratifolius*. Nenhuma das amostras botânicas coletadas no nome vulgar “curupixá” pertenciam ao nome científico atribuído. Das cinco amostras associadas ao nome *Micropholis venulosa*, duas foram determinadas como *M. guyanensis*, duas como *M. melinoniana* e uma como *M. casiquiarensis*. No nome vulgar ipê amarelo, apenas uma amostra era a espécie *H. serratifolius*, duas foram determinadas como *H. impetiginosus*, uma como *H. capitatus* e uma como *H. incanus*.

Tabela 3: Concordância entre os nomes científicos associados e nomes científicos determinados para o nível taxonômico de espécie. A porcentagem de concordância corresponde ao número de amostras que estavam corretamente associadas ao nome científico (n=5).

<b>Inventário Florestal</b>		<b>Laboratório</b>	
<b>Nome vulgar</b>	<b>Nome científico associado</b>	<b>Nome científico determinado</b>	<b>Concordância em nível de espécie (%)</b>
Angelim pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i>	<i>Hymenolobium excelsum</i>	60
		<i>Hymenolobium petraeum</i>	0
Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i>	<i>Dipteryx odorata</i>	100
Curupixá	<i>Micropholis venulosa</i>	<i>Micropholis guyanensis</i>	0
		<i>Micropholis melinoniana</i>	0
		<i>Micropholis casiquiarensis</i>	0
Garapeira	<i>Apuleia leiocarpa</i>	<i>Apuleia leiocarpa</i>	100
Ipê amarelo	<i>Handroanthus serratifolius</i>	<i>Handroanthus serratifolius</i>	20
		<i>Handroanthus capitatus</i>	0
		<i>Handroanthus impetiginosus</i>	0
		<i>Handroanthus incanus</i>	0
Ipê Roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	40
		<i>Handroanthus incanus</i>	0
		<i>Handroanthus serratifolius</i>	0
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	<i>Hymenaea courbaril</i>	100
Maçaranduba	<i>Manilkara elata</i>	<i>Manilkara elata</i>	100
Maparajuba	<i>Manilkara bidentata</i>	<i>Manilkara bidentata</i>	100
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i>	<i>Astronium lecointei</i>	80
		<i>Astronium graveolens</i>	0

Fonte: autora (2024).

Quando analisamos as amostras associadas a espécies de *Handroanthus*, representadas por ipê-amarelo e ipê-roxo, verificou-se que existe um grupo bem complexo na identificação das espécies. Sendo que entre as amostras coletadas foram reconhecidas *H. impetiginosus*, associadas ao nome vulgar ipê-amarelo. Assim como, havia amostras de *H. serratifolius* associados ao nome vulgar ipê-roxo.

O nome ipê-roxo, associado a *Handroanthus impetiginosus*, estava corretamente associado a duas amostras (40%), outras duas eram *Handroanthus incanus* e uma correspondia a *Handroanthus serratifolius*. O nome angelim-pedra associado à *Hymenolobium excelsum*, teve 60% (três amostras) de concordância entre as amostras coletadas. As demais árvores foram determinadas como *Hymenolobium petraeum*. Para o nome muiracatiara associado a *Astronium lecointei*, registrou-se correspondência de 80%, com quatro amostras corretamente associadas ao nome científico em questão, e uma árvore determinada como *Astronium graveolens*.

## 4.2 Descrição da arquitetura foliar das espécies

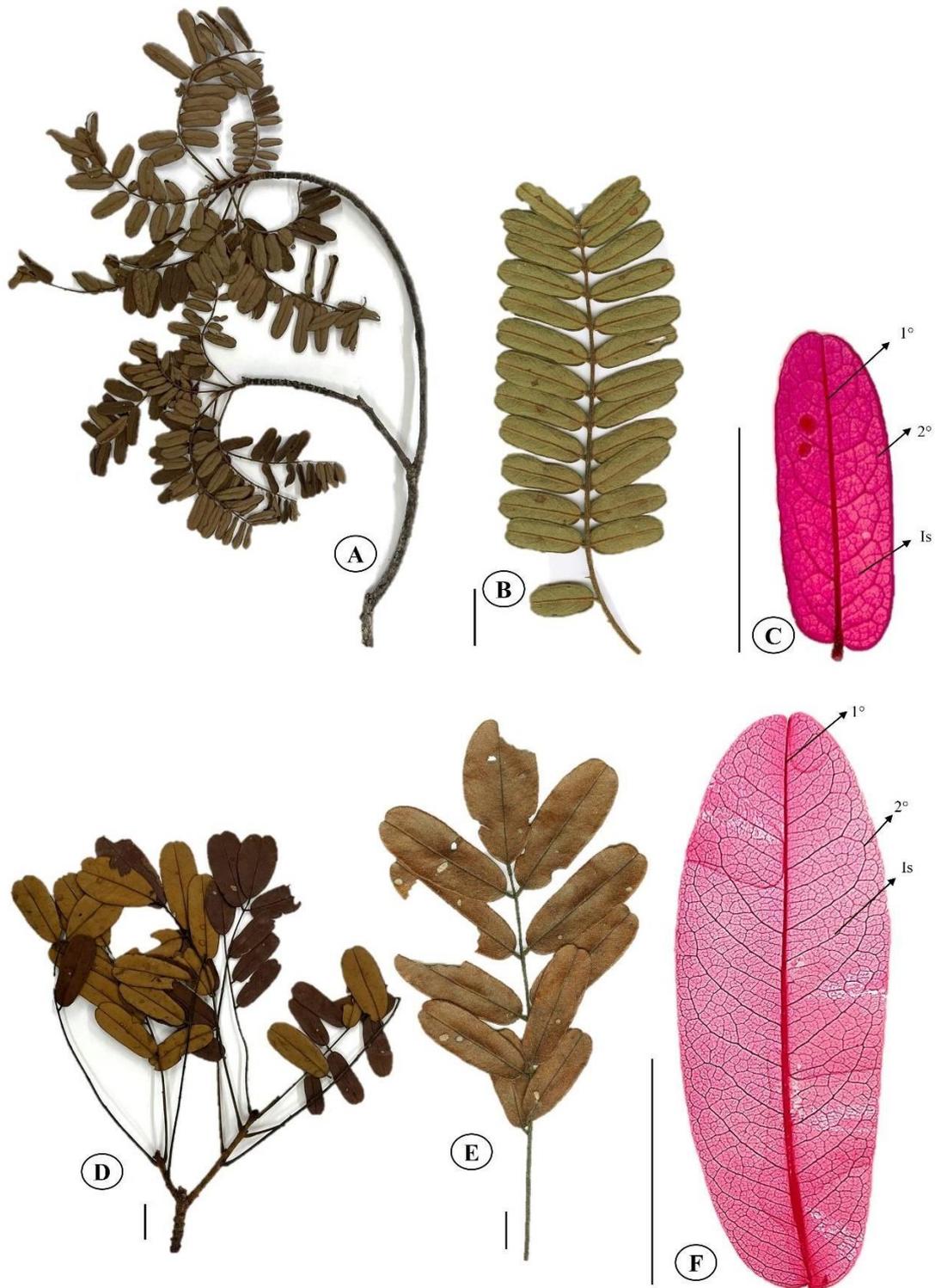
### *Hymenolobium excelsum* Ducke

Folhas compostas, com inserção peciolada; filotaxia alterna, imparipinadas (Figura 5A); folíolos com 31 unidades, com dimensões de 1,45-1,78 cm compr., 0,53-0,65 cm larg., opostos (Figura 5B); formato foliolar oblongo, simétrico; base arredondada e simétrica; ápice retuso, emarginado, mucronado; margem inteira; nervura mediana fortemente impressa na face abaxial, secundárias pouco evidente; venação primária pinada; venação secundária do tipo broquidódroma (Figura 5C), com venação intersecundárias paralelas a venação de 2° ordem; venação terciária irregular a reticulada.

### *Hymenolobium petraeum* Ducke

Folhas compostas, com inserção peciolada; filotaxia alterna, imparipinada (Figura 5D); folíolos com 13-15 unidades, com dimensões de 2,91-3,88 cm compr., 1,09-1,74 cm larg., opostos (Figura 5E); lâmina foliolar oblonga e simétrica; base arredondada a cuneada, simétrica; ápice retuso, emarginado, mucronado; margem inteira; nervura mediana levemente impressa; venação primária pinada; venação secundária broquidódroma (Figura 5F), com intersecundárias paralelas a venação de 2° ordem; venação terciárias alternas.

Figura 5: Morfologia e arquitetura foliar das espécies agrupadas sob o nome vulgar “angelim pedra”, onde (a) Ramo do *H. excelsum*, (b) Folha do *H. excelsum*, (c) Foliolo diafanizado do *H. excelsum*, (d) Ramo do *H. petraeum*, (e) Folha do *H. petraeum*, (f) Foliolo diafanizado do *H. petraeum*, (g) Região central do *H. petraeum*.

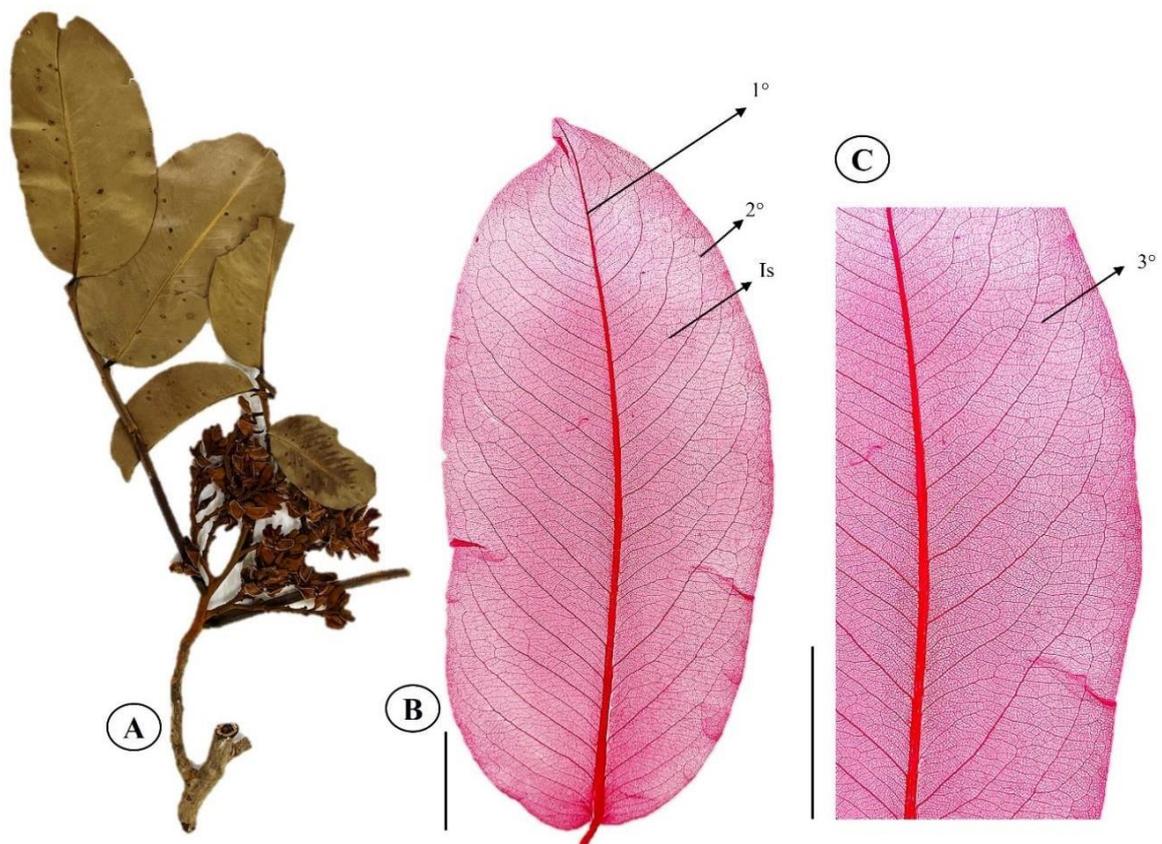


Legenda: 1° = venação primária; 2° = venação secundária; Is = Intersecundárias. Escalas: (A) e (D) = 2 cm; (B) e (F) = 1 cm; (C), (F) e (G) = 1 cm.

*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.

Folhas compostas, com inserção peciolada; filotaxia alterna, imparipinadas (Figura 6A); folíolos com 4-6 unidades, com dimensões de 7,32-12,08 cm de compr., 5,36-7,84 cm de larg., subopostos; formato foliolar oblongo, assimétrico; base assimétrica, arredondado, cuneado; ápice agudo, acuminado; margem inteira, levemente ondulada; nervura mediana levemente impressa na face abaxial; nervura primária pinada; nervura secundária broquidódroma (Figura 6B), com nervuras intersecundárias paralelas a venação de 2º ordem; venação terciária percurrente alterna (Figura 6C).

Figura 6: Morfologia e arquitetura foliar da *D. odorata*, onde (a) Ramo, (b) Folíolo diafanizado, (c) Região central do folíolo.



Legenda: 1° = venação primária; 2° = venação secundária; 3° = venação terciária; Is = Intersecundárias.  
Escala: (A) = 2 cm; (B) e (C) = 1 cm.

*Micropholis guyanensis* (A.DC.) Pierre

Folhas simples, com inserção peciolada; filotaxia alterna (Figura 7A), com dimensões de 7,80-16,32 cm de compr., 5,58-7,72 cm larg.; formato foliar elíptico, simétrico; base obtusa a arredondada, simétrica; ápice acuminado; margem inteira (Figura 7B); nervura mediana impressa na face abaxial; venação primária pinada; venação secundária craspedódroma (Figura 7C), com veias marginais secundárias; venação terciária indistinta.

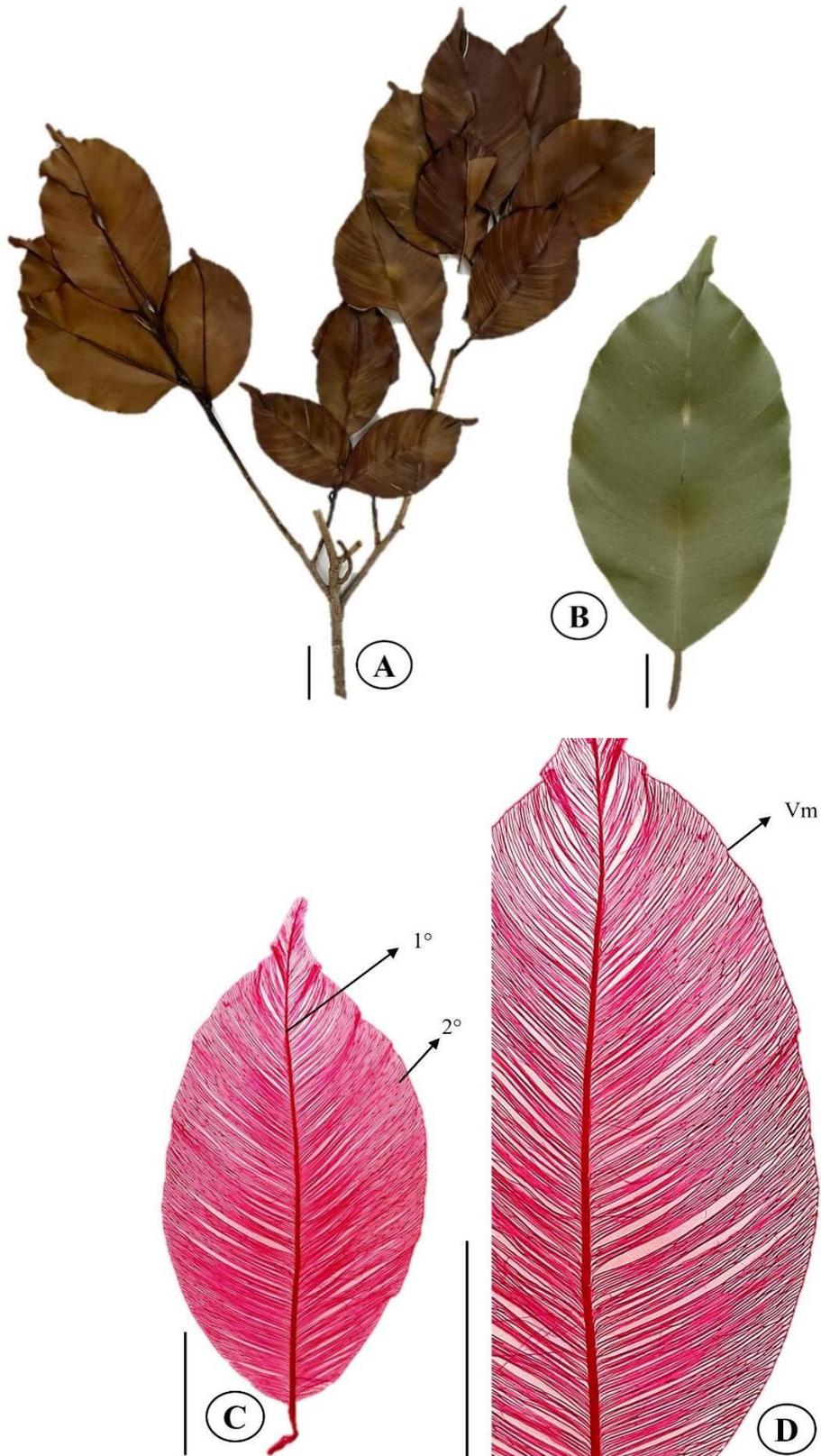
*Micropholis melinoniana* Pierre

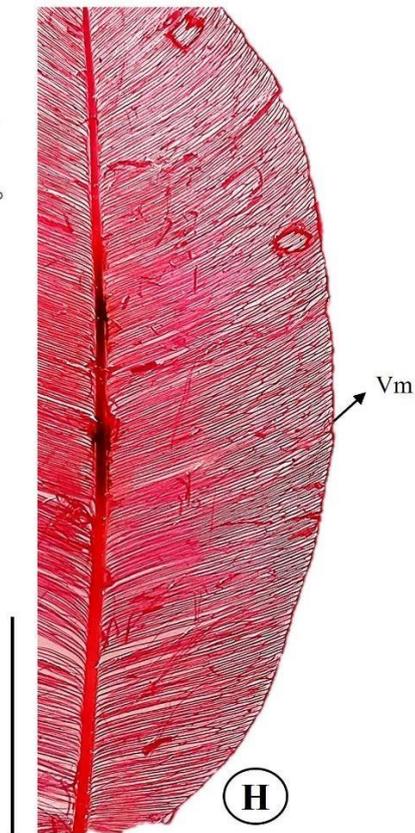
Folhas simples, com inserção peciolada; filotaxia alterna (Figura 7D), com dimensões de 5,37-9,73 cm compr., 3,29-4,31 cm larg.; formato foliar elíptico a oval, simétrico; base simétrica, arredondada; ápice acuminado; margem inteira (Figura 7E); nervura mediana levemente impressa na face abaxial; venação primária pinada; venação secundária craspedódroma (Figura 7F), com veias marginais secundárias; venação terciária indistinta.

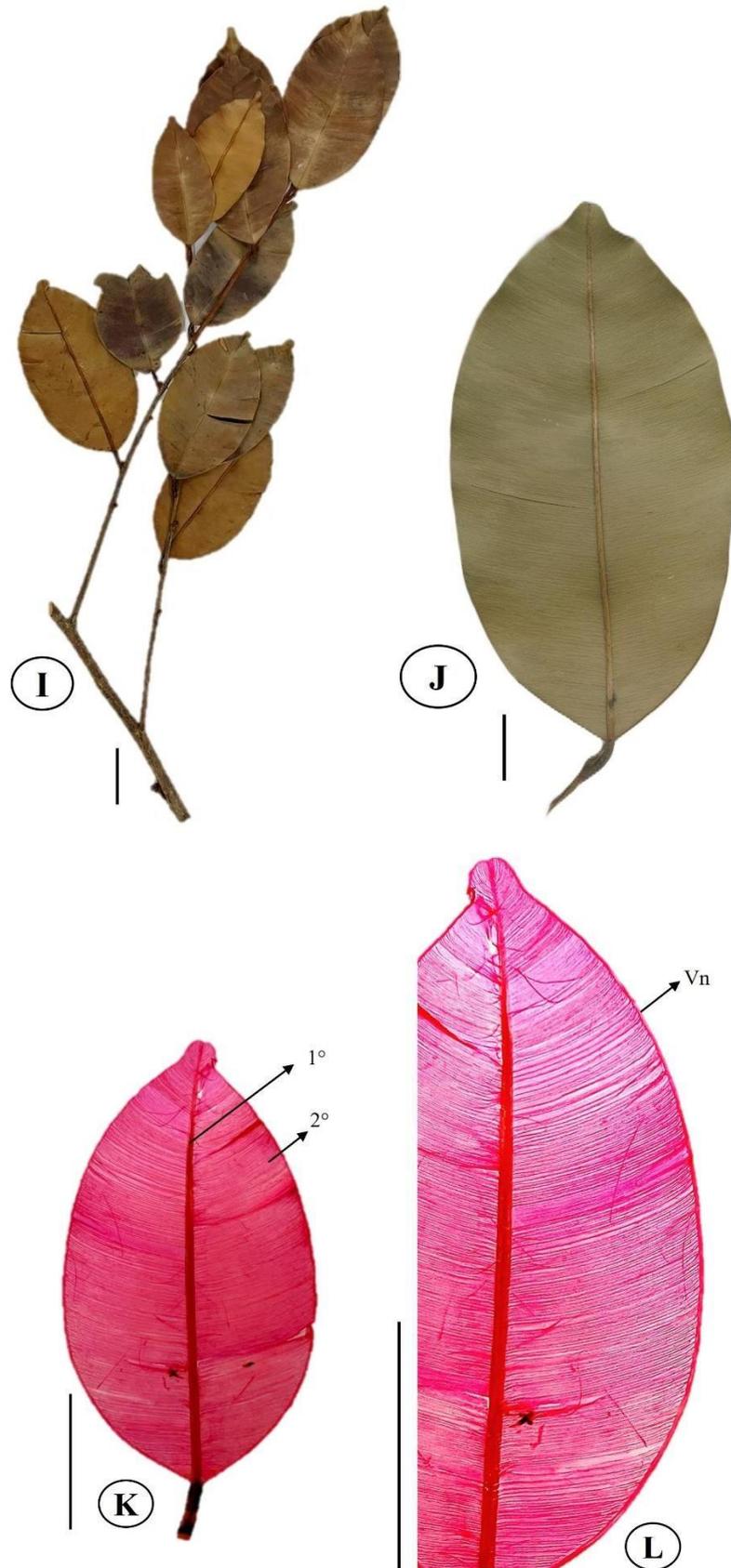
*Micropholis casiquiarensis* Aubrév.

Folhas simples, com inserção peciolada; filotaxia alterna (Figura 7G), com dimensões 5,66-7,84 cm de compr., 2,94-4,26 cm larg.; formato foliar oblongo, simétrico; base simétrica, cuneada a arredondada; ápice retuso; margem inteira (Figura 7H); nervura mediana levemente impressa na face abaxial; venação primária pinada; secundária craspedódroma (Figura 7I), com veias marginais secundárias; venação terciária indistinta.

Figura 7: Morfologia e arquitetura foliar das espécies agrupadas no nome vulgar curupixá, onde (a) Ramo de *M. guyanensis*, (b) Folha de *M. guyanensis*, (c) Folha diafanizada de *M. guyanensis*, (d) Ramo de *M. melinoniana*, (e) Folha de *M. melinoniana*, (f) Folha diafanizada de *M. melinoniana*, (g) Ramo de *M. casiquiarensis*, (h) Folha de *M. casiquiarensis*, (i) Folha diafanizada de *M. casiquiarensis*.





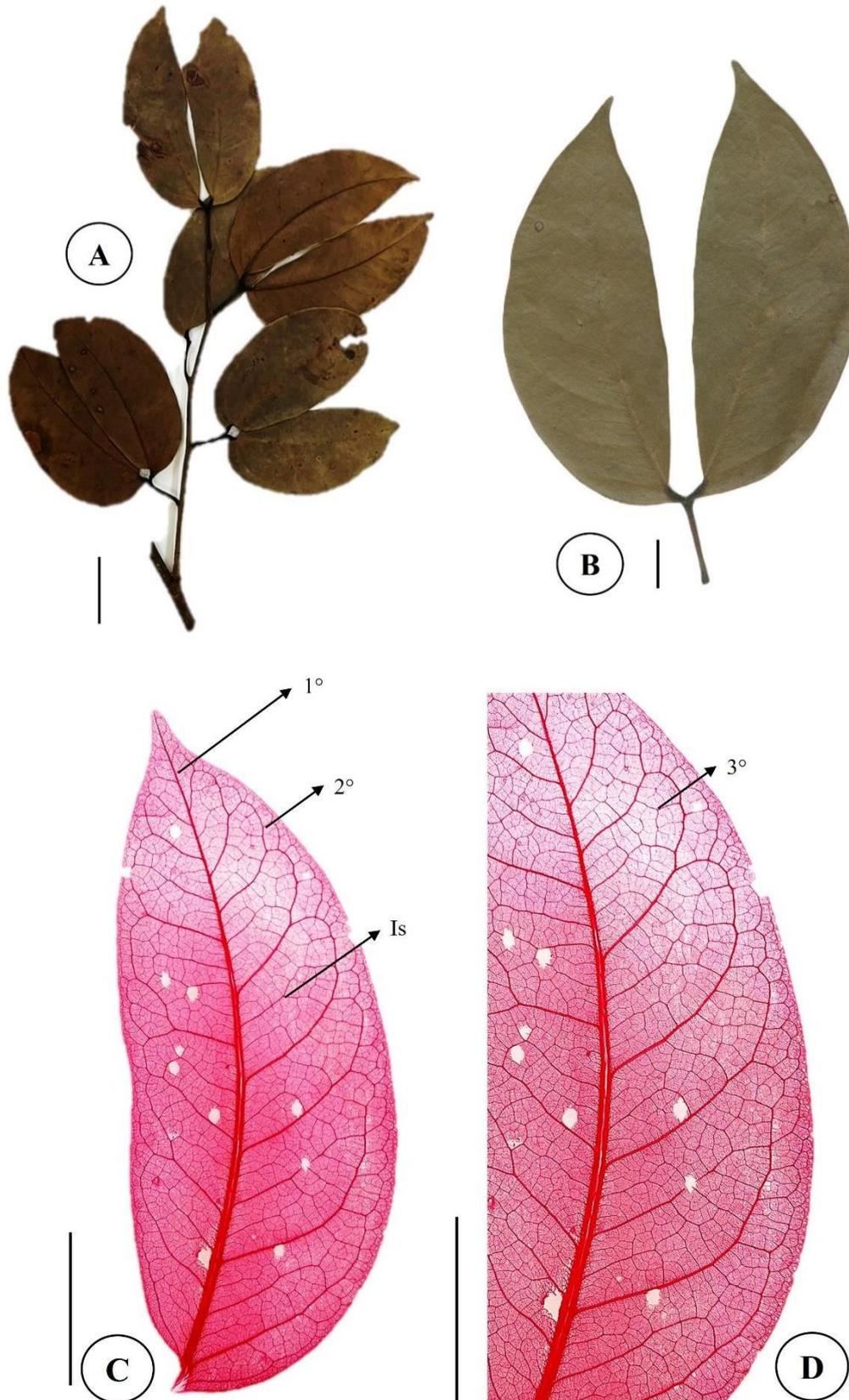


Legenda: 1° = venação primária; 2° = venação secundária; Vm = venação marginal; Escalas: (A), (D) e (G) = 2 cm; (B), (E) e (H) = 1 cm; (C), (F) e (I) = 1 cm.

*Hymenaea courbaril* L.

Folhas compostas, com inserção peciolada; filotaxia alterna, bifoliolada (Figura 8A); com dimensões de 5,85-7,62 cm de compr., 2,40-3,13 cm larg.; formato foliolar elíptico, assimétrico; base com inserção assimétrica, cuneado e arredondado; ápice acuminado, agudo; margem inteira (Figura 8B); nervura mediana levemente impressa na face abaxial; venação primária pinada; venação secundária broquidódroma (Figura 8C), com venação intersecundárias paralelas a venação de 2º ordem; venação terciária irregularmente reticulada (Figura 8D).

Figura 8: Morfologia e arquitetura foliar da *H. courbaril*, onde (a) Ramo, (b) Folíolos, (c) Folíolo diafanizado, (d) Região central do folíolo.

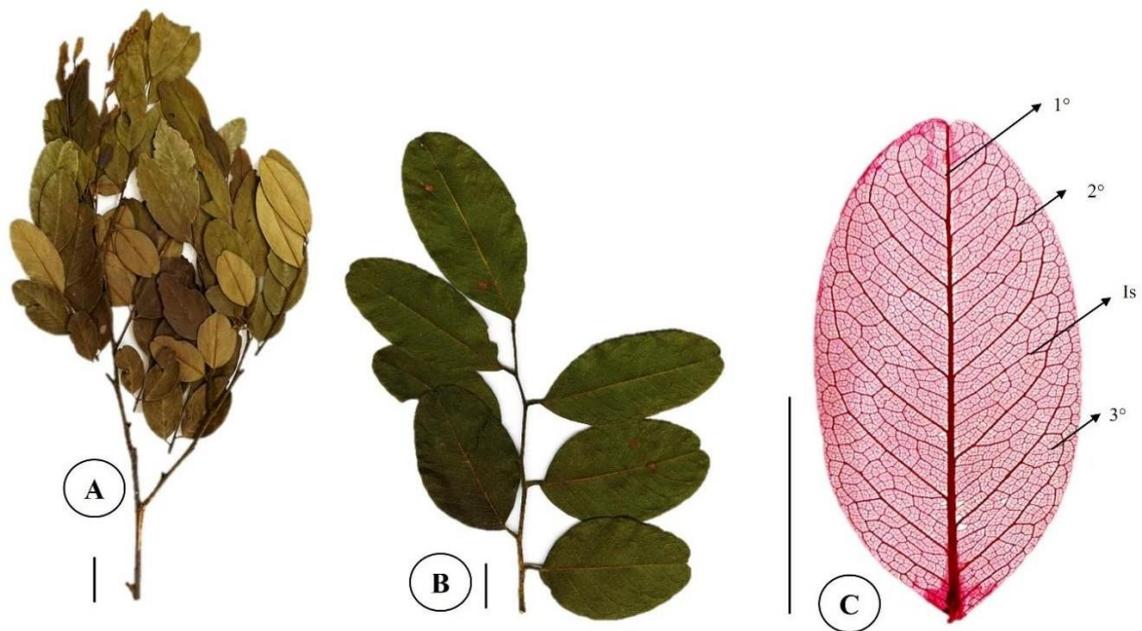


Legenda: 1° = venação primária; 2° = venação secundária; 3° = venação terciária; Is = Intersecundárias.  
Escala: (A) = 2 cm; (B) = 1 cm; (C) e (D) = 1 cm.

*Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr.

Folhas compostas, com inserção peciolada; filotaxia alternas, imparipinadas (Figura 9A); folíolos com 5-9 unidades, alternos, raramente sub opostos (Figura 9B); dimensões de 2,99-4,89 cm de compr., 1,62-2,32 cm de larg.; formato foliolar oblongo a elíptico, simétrico; base arredondada simétrica a cuneada; ápice obtuso, emarginado; margem inteira; nervura mediana levemente impressa na face abaxial; venação primária pinada; venação secundária do tipo broquidódroma (Figura 9C) com espaçamentos regular; nervuras intersecundárias paralelas a venação de 2º ordem; venação terciária irregularmente reticulada.

Figura 9: Morfologia e arquitetura foliar da *A. leiocarpa*, onde (a) Ramo, (b) Folha, (c) Folíolo diafanizado.



Legenda: 1° = venação primária; 2° = venação secundária; 3° = venação terciária; Is = Intersecundárias.  
Escala: (A) = 2 cm; (B) = 1 cm; (C) e (D) = 1 cm.

*Handroanthus incanus* (A.H.Gentry) S.Grose

Folhas compostas, com inserção peciolada; filotaxia opostas (Figura 10A); folíolos com 5 unidades, digitadas (Figura 10B), dimensões com 7,82-10,38 cm de compr., 3,75-5,25 cm de larg.; formato foliolar elíptico a obovado, assimétrico; base arredondada; ápice acuminado; margem inteira, venação primária pinada; secundária broquidódroma (Figura 10C); venação terciária percurrente, sinuosa (Figura 10D).

*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos

Folhas compostas, com inserção peciolada; filotaxia opostas (Figura 10E); folíolos com 5 unidades, digitadas (Figura 10F), dimensões com 7,24-12,31 cm de compr., 2,89-4,30 cm de larg.; formato foliolar elíptico a oval, simétrico a assimétrico; base arredondada; ápice acuminado; margens inteiras; venação primária pinada; secundária broquidódroma (Figura 10G); venação terciárias reticulada, irregular (Figura 10H).

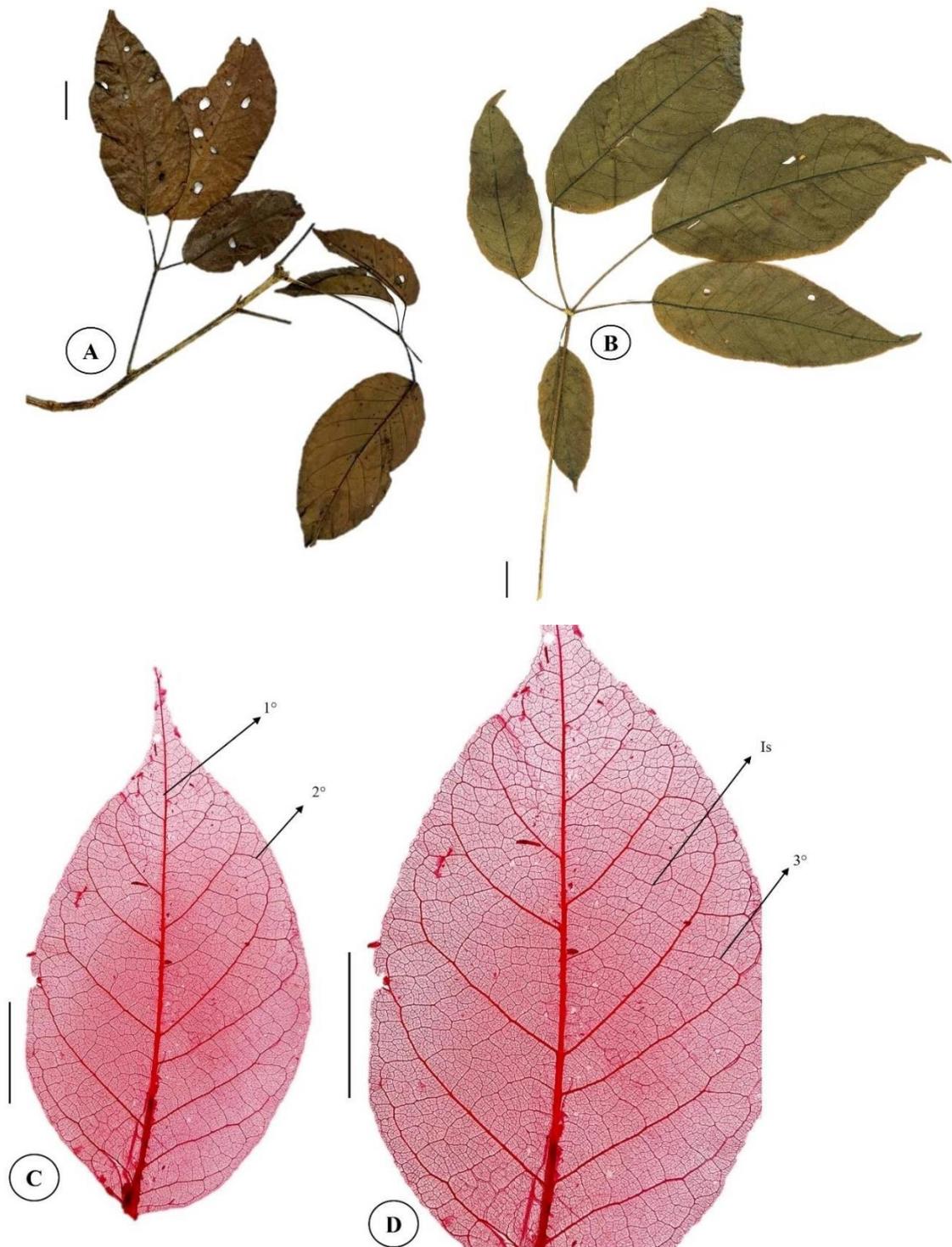
*Handroanthus capitatus* (Bureau & K.Schum.) Mattos

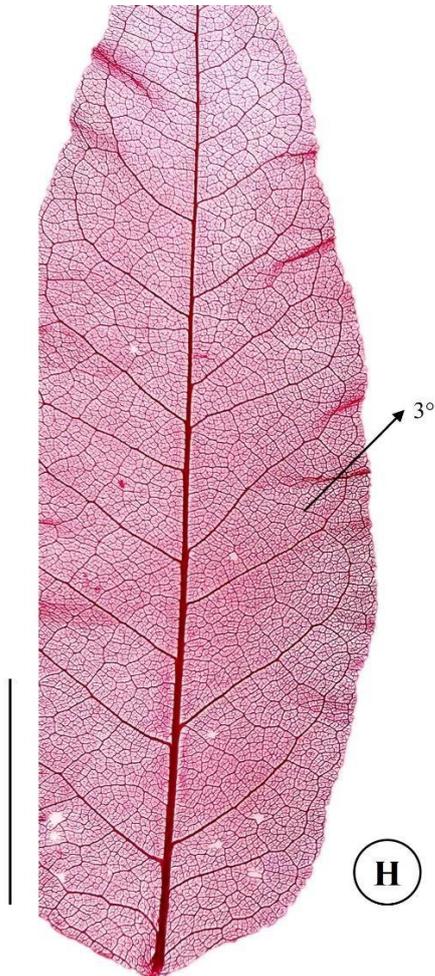
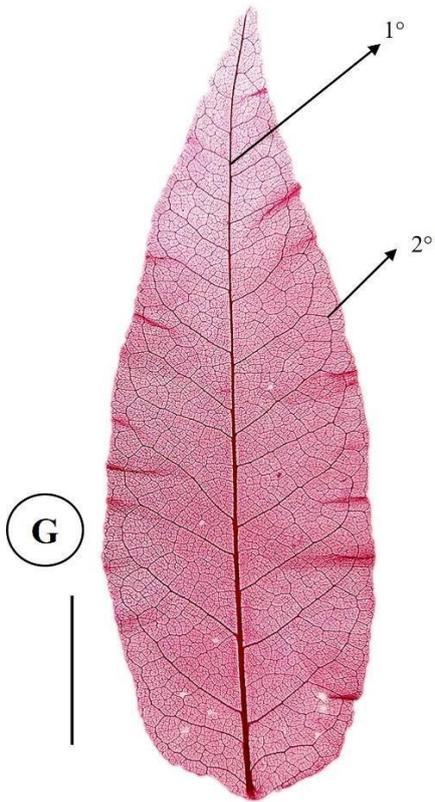
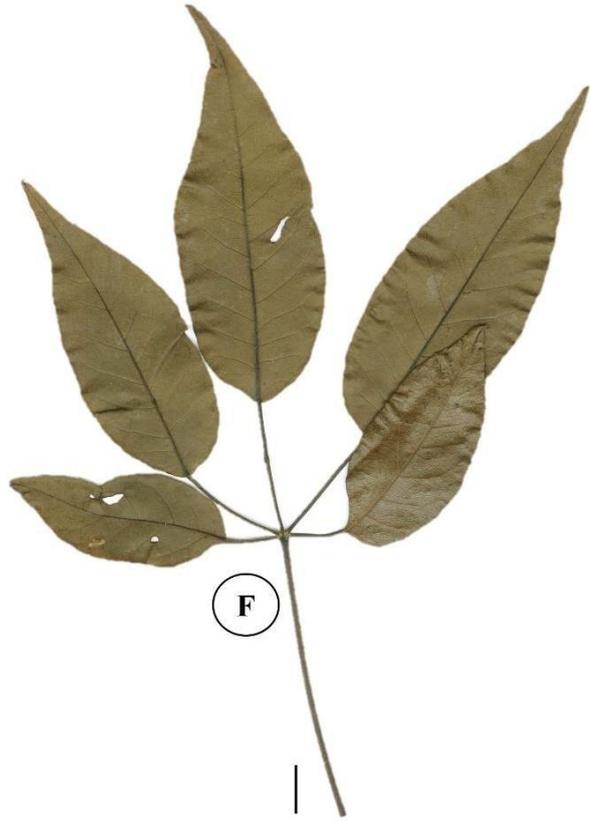
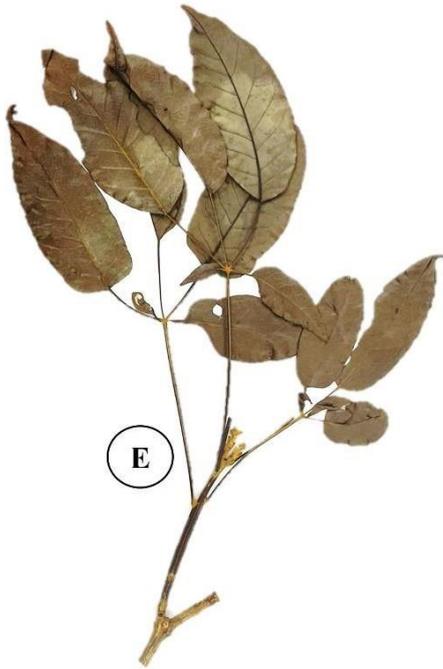
Folhas compostas, com inserção peciolada; filotaxia opostas (Figura 10I); folíolos com 5 unidades, digitadas (Figura 10J), dimensões com 10,03-17,63, cm de compr., 3,90-6,54 cm de larg.; formato foliolar elíptico, simétrico a assimétrico; base cuneada a arredondada; ápice agudo a acuminado, margem serreada; venação primária pinada; secundária broquidódroma (Figura 10K), venação terciária reticulada irregular (Figura 10L).

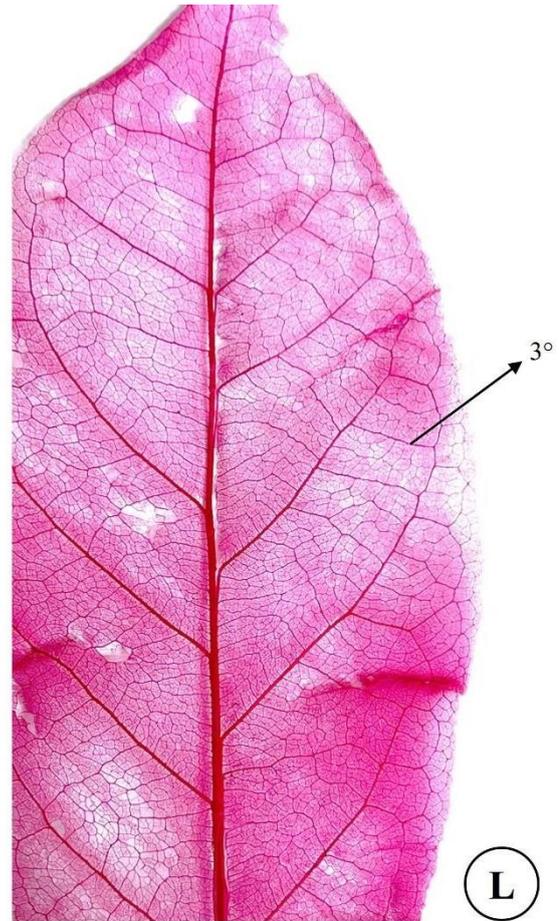
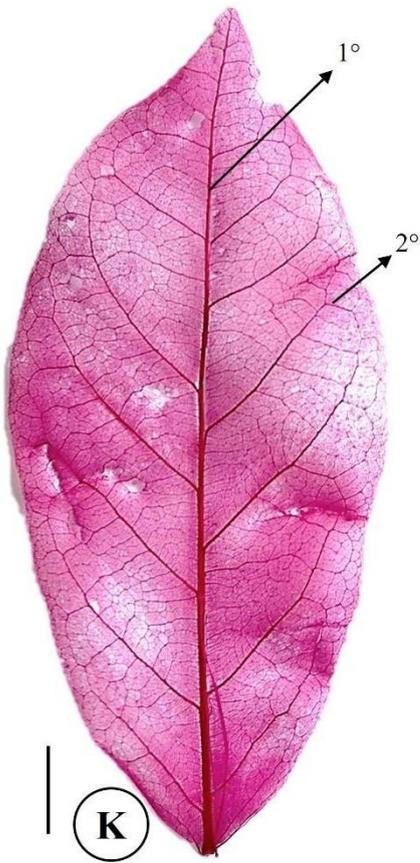
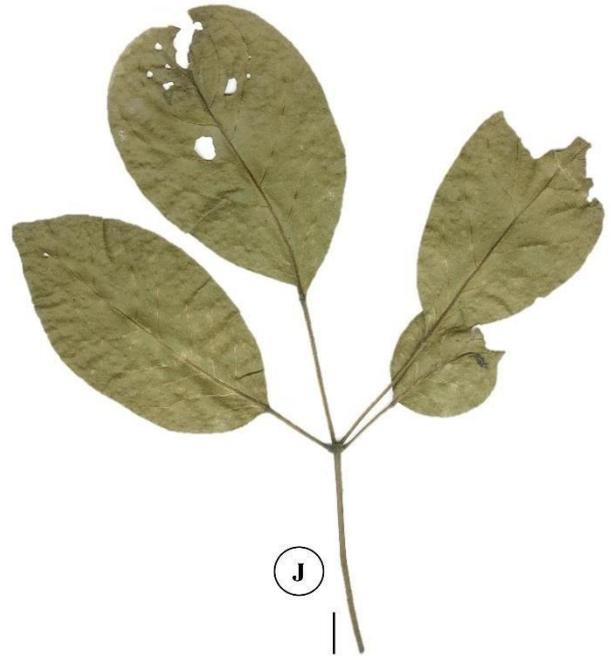
*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose

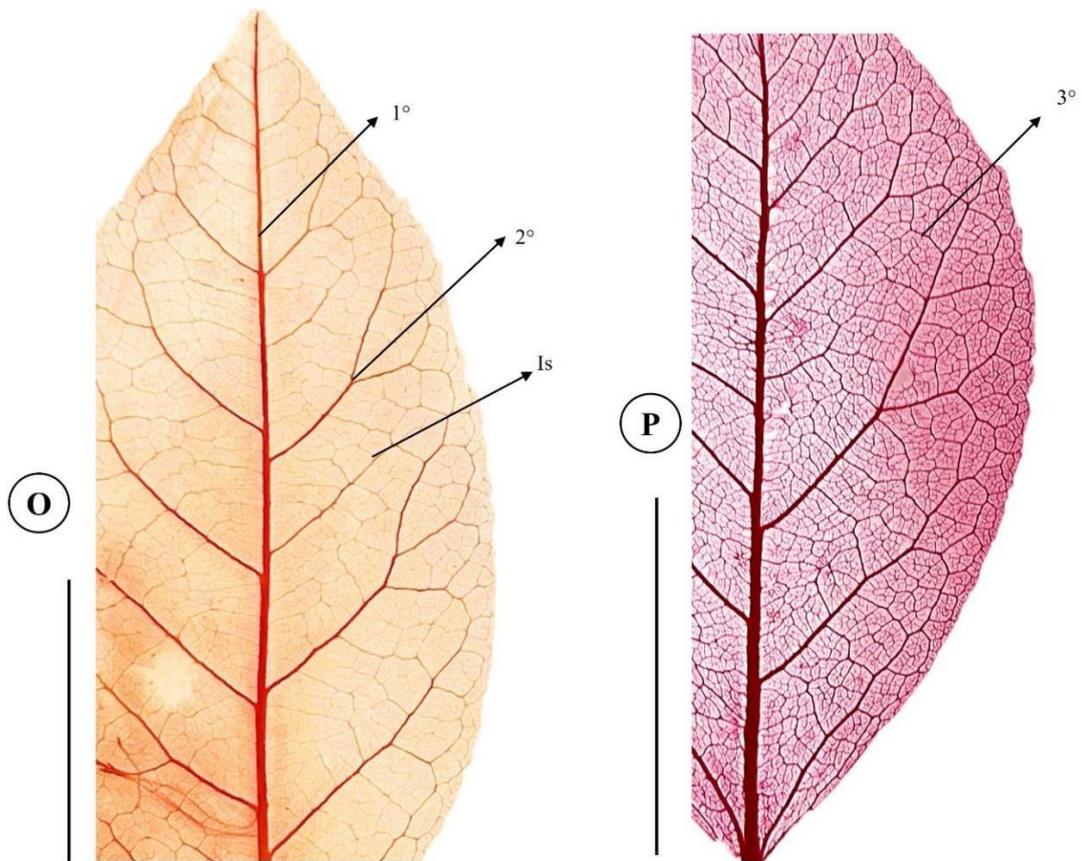
Folhas compostas, com inserção peciolada; filotaxia opostas (Figura 10M); folíolos com 5 unidades, digitadas (Figura 10N), dimensões com 4,15-7,48 cm de compr., 2,13-3,46 cm de larg., formato foliolar elíptico, simétrico; base arredondada, simétrica; ápice acuminado; margem inteira a serreada; nervura primária pinada; venação secundária do tipo broquidódroma tipo “*festooned*” (Figura 10O), venação terciária reticulada irregular (Figura 10P).

Figura 10: Morfologia e arquitetura foliar das espécies agrupadas aos nomes vulgares ipê-amarelo e ipê-roxo onde (a) Ramo de *H. incanus*, (b) Folha de *H. incanus*, (c) Folha diafanizada de *H. incanus* (d) Região central do folíolo de *H. incanus*, (e) Ramo de *H. impetiginosus* (f) Folha de *H. impetiginosus*, (g) Folha diafanizada de *H. impetiginosus* (h) Região central do folíolo de *H. impetiginosus*, (i) Ramo de *H. capitatus* (j) Folha de *H. capitatus* (k) Folha diafanizada de *H. capitatus* (l) Região central do folíolo de *H. capitatus*, (m) Ramo de *H. serratifolius* (n) Folha de *H. serratifolius*, (o) Folha diafanizada de *H. serratifolius* e (p) Região central do folíolo de *H. serratifolius*.









Legenda: 1° = venação primária; 2° = venação secundária; 3° = venação terciária; Is = Intersecundárias.

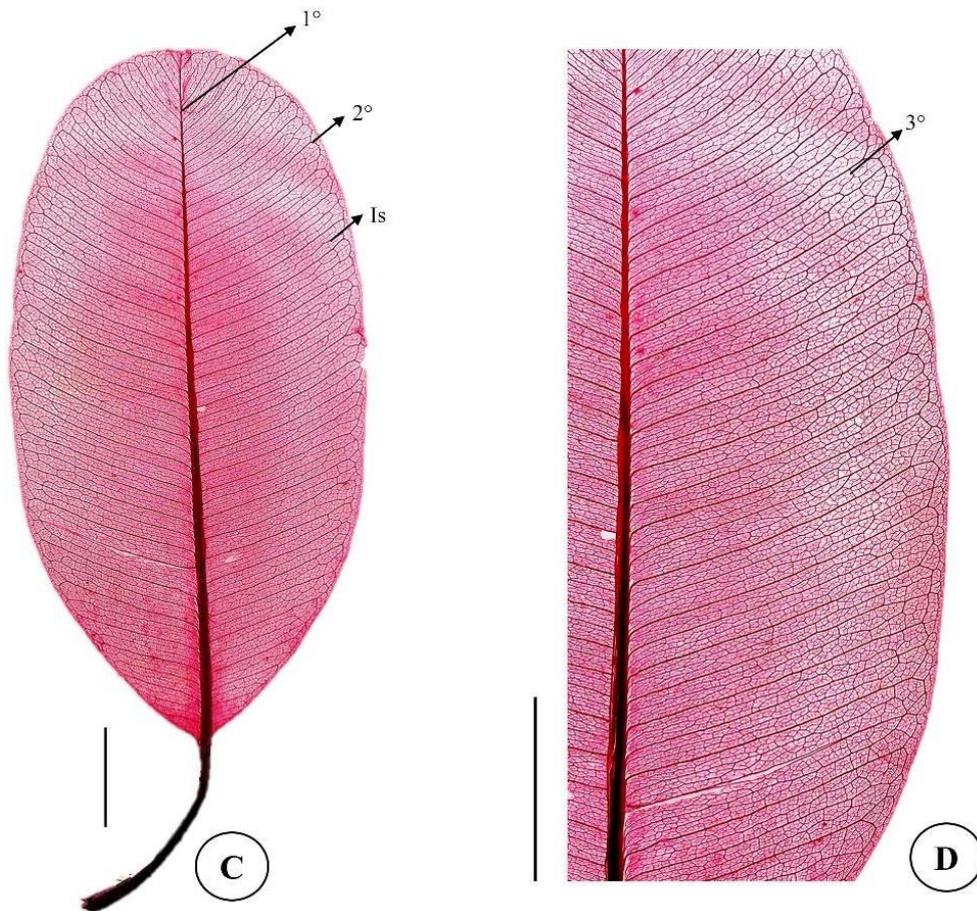
Escalas: (A), (E), (I) e (M) = 2 cm; (B), (F), (J), e (N) = 1 cm; (C), (G), (K) e (O) = 1 cm; e (D), (H), (L) e (P) = 1 cm.

*Manilkara elata* (Allemão ex Miq.) Monach.

Folhas simples, com inserção peciolada; filotaxia alternas (Figura 11A); com dimensões de 11,52-15,07 cm de compr., 4,12-6,66 cm de larg.; formato foliar obovado, simétrico; base cuneada a decurrente, simétrica; ápice agudo; margem inteira (Figura 11B); nervura mediana fortemente impressa na face abaxial, com padrão de venação secundária visível; nervura primária pinada; venação secundária broquidódroma (Figura 11C); nervuras intersecundárias paralelas a venação de 2º grau; nervura terciária reticulada irregular (Figura 11D).

Figura 11: Morfologia e arquitetura foliar da *M. elata*, (a) Ramo, (b) Folha, (c) Folha diafanizada, (d) Região central da folha.



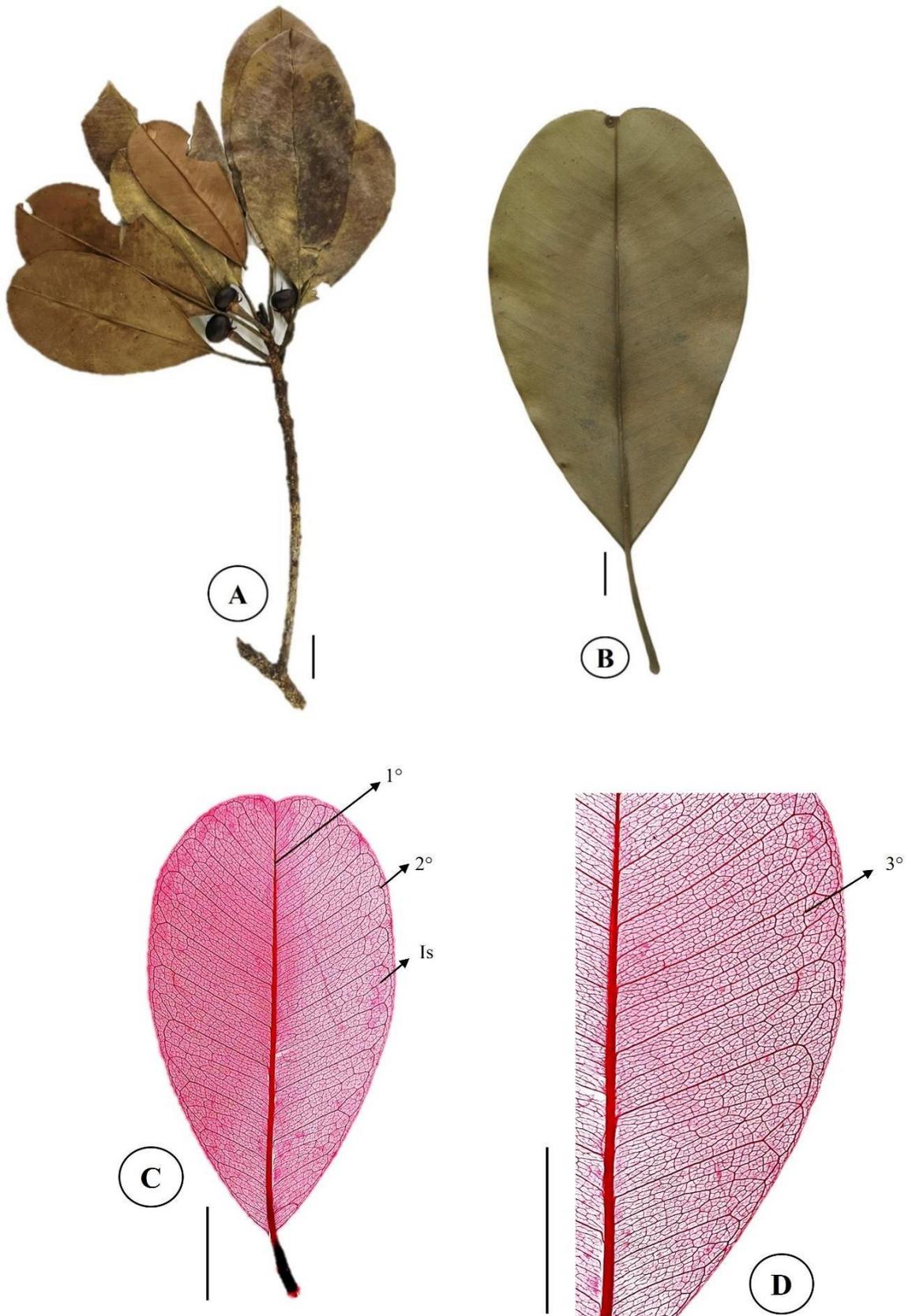


Legenda: 1° = venação primária; 2° = venação secundária; 3° = venação terciária; Is = Intersecundárias. Escalas: (A) = 2 cm; (B), (C) e (D) = 1 cm.

*Manilkara bidentata* subsp. *surinamensis* (Miq.) T. D. Penn.

Folhas simples, com inserção peciolada; filotaxia alternas (Figura 12A); com dimensões de 8,78-10,16 cm de compr., 4,19-5,62 cm de larg.; formato foliar obovado, simétrico; base cuneada, simétrica; ápice retuso; margem inteira (Figura 12B); nervura mediana fortemente impressa na face abaxial; nervura primária pinada; venação secundária broquidódroma (Figura 12C), nervuras intersecundárias paralelas a venação de 2° grau; venação terciária reticulada e irregular (Figura 12D).

Figura 12: Morfologia e arquitetura foliar da *M. bidentata*, onde (a) Ramo, (b) Folha, (c) Folha diafanizada, (d) Região central da folha.



Legenda: 1° = venação primária; 2° = venação secundária; 3° = venação terciária; Is = Intersecundárias. Escalas: (A) = 2 cm; (B), (C) e (D) = 1 cm.

*Astronium lecointei* Ducke

Folhas composta, com inserção peciolada, filotaxia alterna, imparipinadas; (Figura 13A); folíolos com 9 unidades, subopostos a opostos (Figura 13B), com dimensões de 5,77-7,36 cm de compr., 1,68-2,03 cm de larg.; formato foliolar oblongo, assimétrico; base com inserção basal assimétrica, truncado, agudo; ápice agudo, acuminado; margem inteira; nervura mediana levemente impressa na face abaxial; nervura primária pinada; venação secundária craspedódroma (Figura 13C) a broquidódroma próxima ao ápice; venação terciária irregular, reticulada, FEV's com ramificação múltipla.

*Astronium graveolens* Jacq.

Folhas compostas, com inserção peciolada; filotaxia alterna, imparipinadas (Figura 13D); folíolos com 7-8 unidades, alternos (Figura 13E); com dimensões de 6,50-9,10 cm de compr., 2,60-3,06 cm de larg.; formato foliolar elíptico, simétrico; base arredondada e simétrica; ápice agudo; margem inteira; nervura primária pinada, venação secundária broquidódroma (Figura 13F);

Figura 13: Morfologia e arquitetura foliar das espécies agrupadas pelo nome vulgar muiracatiara, onde (a) Ramo de *A. lecoitei*, (b) Folha diafanizada de *A. lecoitei*, (c) Ramo de *A. graveolens*, (d) Folha diafanizada de *A. graveolens*.



Legenda: 1° = venação primária; 2° = venação secundária; 3° = venação terciária; Is = Intersecundárias. Escalas: (A) e (D) = 2 cm; (B), (C), (E) e (F) = 1 cm.

### 4.3 Análise da arquitetura foliar

Das 16 espécies, doze tem filotaxia alterna das folhas, das quais, cinco espécies têm folhas simples e seis folhas compostas (Tabela 4). Quatro espécies tem a filotaxia opostas com folhas compostas (*Handroanthus*).

Quadro 1: Características de arranjo e organização foliar das espécies encontradas.

		Filotaxia	
		Alternata	Oposta
Tipo de folha	Simple	<i>Micropholis guyanensis</i> <i>Micropholis melinoniana</i> <i>Micropholis casiquiarensis</i> <i>Manilkara elata</i> <i>Manilkara bidentata</i>	
	Composta	<i>Apuleia leiocarpa</i> <i>Astronium lecointei</i> <i>Astronium graveolens</i> <i>Dipteryx odorata</i> <i>Hymenaea courbaril</i> <i>Hymenolobium excelsum</i> <i>Hymenolobium petraeum</i>	<i>Handroanthus serratifolius</i> <i>Handroanthus impetiginosus</i> <i>Handroanthus incanus</i> <i>Handroanthus capitatus</i>

Fonte: autora (2024).

Os formatos foliares possuem ampla variação (Tabela 5), mas permitiram determinar as espécies, principalmente para a diferenciação daquelas que se encontravam agrupadas em um mesmo nome vulgar. Dentre os caracteres de venação comuns à todas as espécies estudadas, encontram-se a nervura primária única, mediana e pinada. O padrão da venação secundário mais visualizado foi o broquidódromo, presente em 12 espécies. O padrão craspedódromo foi visualizado em 3 espécies, sendo todas do gênero *Micropholis*. O *Astronium lecointei* apresentou os dois tipos de venação. Na venação terciária, o padrão percurrente e reticular foi o mais frequente.

Nas espécies agrupadas sob o nome vulgar angelim pedra, o formato dos folíolos indicou características da arquitetura das folhas bem semelhantes entre as duas espécies. A lâmina foliar é oblonga com base arredondada, simétricas, o ápice varia entre retuso a emarginado nas duas espécies, e possuem margem inteiras. A venação primária é pinada, a secundária é broquidódroma. As diferenças foram observadas no tamanho e número de folíolos, no tipo, quantidade e distribuição dos indumentos e nas veias intersecundárias que são mais frequentes em *H. petraeum* e não tão regular em *H. excelsum*. Outra diferença é quanto a venação terciária que tendem a ser percurrente alternas em *H. excelsum* e reticulada e irregular em *H. petraeum*.

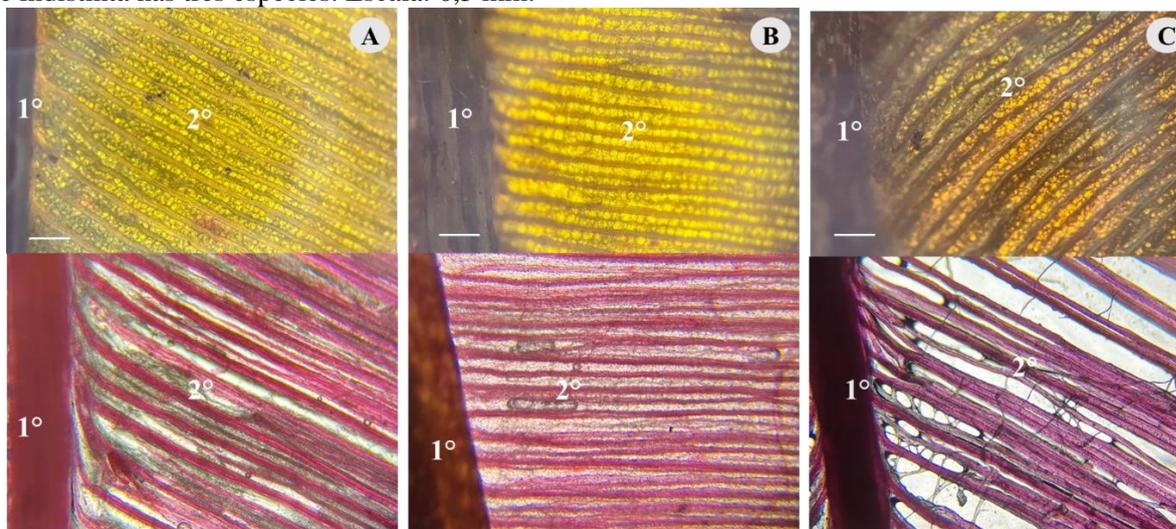
Tabela 4: Resumo das características de arquitetura foliar das dez espécies em estudo.

Espécies	n° de folíolo	Compr. (cm)	Larg. (cm)	Forma foliar	Base	Simetria	Ápice	Margem	Venação primária	Venação secundária	Venação terciária
<i>H. excelsum</i>	31	1,45-1,78	0,53-0,65	oblongo	arredondado, cuneado	simétrico	retuso, emarginado	inteira	pinada	broquidódroma	percurrente, alternas
<i>H. petraeum</i>	13-15	2,91-3,88	1,09-1,74	oblongo	arredondado	simétrico	retuso, emarginado	inteira	pinada	broquidódroma	reticulada, irregular
<i>D. odorata</i>	4-6	7,32-12,08	5,36-7,84	oblongo	arredondado, cuneado	assimétrico	agudo, acuminado	inteira	pinada	broquidódroma	percurrente, alterna
<i>M. guyanensis</i>	-	7,80-16,32	5,58-7,72	elíptico	arredondado	simétrico	acuminado	inteira	pinada	craspedódroma	indistinta
<i>M. melinoniana</i>	-	6,30-8,80	3,29-4,31	elíptico, oval	arredondado	simétrico	acuminado	inteira	pinada	craspedódroma	indistinta
<i>M. casiquiarensis</i>	-	5,66-7,84	2,94-4,26	oblongo	arredondado	simétrico	retuso	inteira	pinada	craspedódroma	indistinta
<i>A. leiocarpa</i>	4-9	2,99-4,89	2,99-4,89	oblongo, elíptico	arredondada, cuneada	simétrico	obtuso, emarginado	inteira	pinada	broquidódroma	reticulada, irregular
<i>H. capitatus</i>	5	10,03-17,63	3,90-6,54	elíptico	arredondada	assimétrico	acuminado, agudo	inteira	pinada	broquidódroma	reticulada, irregular
<i>H. impetiginosus</i>	5	7,24-12,31	2,89-4,30	elíptico	arredondada	simétrico	acuminado	inteira	pinada	broquidódroma	reticulada, irregular
<i>H. incanus</i>	5	7,82-10,38	3,75-5,25	elíptico	arredondada	assimétrico	acuminado	inteira	pinada	broquidódroma	percurrente sinuosa
<i>H. serratifolius</i>	5	4,15-7,48	2,13-3,46	elíptico	arredondada, cuneada	simétrico	acuminado	serreada	pinada	broquidódroma “festooned”	reticulada, irregular
<i>H. courbaril</i>	2	5,85-7,62	2,40-3,13	elíptico	arredondada, cuneada	assimétrico	agudo	inteira	pinada	broquidódroma	reticulada, irregular
<i>M. elata</i>	-	11,52-15,07	4,12-6,66	obovado	cuneada	simétrico	agudo, retuso	inteira	pinada	broquidódroma	reticulada, irregular
<i>M. bidentata</i>	-	8,78-10,16	4,19-5,62	obovado	cuneada	simétrico	retuso	inteira	pinada	broquidódroma	reticulada, irregular
<i>A. lecointei</i>	9	5,77-7,36	1,68-2,03	oblongo	arredondado, cuneada	assimétrico	acuminado	inteira	pinada	craspedódroma, broquidódroma	reticulada, irregular
<i>A. graveolens</i>	7-8	6,50-9,10	2,60-3,06	elíptico	arredondada	simétrico	acuminado	inteira	pinada	broquidódroma	-

Fonte: autora (2024).

Entre as três espécies encontradas no nome vulgar curupixá, observou-se nas características de arquitetura foliar que a forma da lâmina foliar de *M. guyanensis* e *M. melinoniana* são elípticas, enquanto em *M. casiquiarensis* é oblonga, com a largura maior na região central da folha bem destacada. Nas três espécies o ápice das folhas variou entre acuminado a retuso, enquanto a base é arredondada, a simetria foliar também foi observada nas três espécies. A venação primária é pinada, a secundária é craspedódroma, e mesmo, após a diafanização, não foi possível visualizar venação terciária para as três espécies. Observou-se que as veias secundárias são muito próximas (Figura 14), não permitindo visualizar a venação terciária. As três espécies apresentam veias marginais.

Figura 14: Padrão de venação das espécies do gênero *Micropholis* em folhas com epiderme e em folhas diafanizadas, (a) *M. guyanensis*, (b) *M. casiquiarensis*, (c) *M. melinoniana*. Venação terciária é indistinta nas três espécies. Escala: 0,5 mm.



Fonte: autora (2024).

Nos folíolos das espécies de *Handroanthus* observou-se diversos formatos, variando nas formas entre oval a elíptica. A base é arredondada a cuneada, sendo que nos folíolos foi observado maior simetria em *H. impetiginosus* e *H. serratifolius* e assimetria nas bases dos folíolos de *H. capitatus* e *H. incanus*. Os ápices são acuminados para as quatro espécies. A margem serrilhada pode ser visualizada em *H. serratifolius*, o que as diferencia das demais espécies. Na venação, todas as espécies apresentaram nervura central pinada, com secundárias broquidódroma. Apenas *H. serratifolius* apresentou variação no padrão broquidódromo, chamado de “*festooned*”, que consiste na união entre dois pontos de ramificações da venação secundária.

Em *A. lecointei* a forma foliar é oblonga, a base é arredondada, com inserção basal é assimétrica (desigual), o ápice é acuminado, e a margem é inteira. A venação primária é pinada, apresentou os dois tipos de venação secundária, sendo que, na base dos folíolos a venação tende a ser craspedódroma e próximo ao ápice broquidódroma. A venação terciária é irregular e reticulada. Para *A. graveolens* observou-se formato foliolar elíptico, base arredondada, simétrica, com ápice acuminado e margens inteiras. A venação primária é pinada, e a secundária broquidódroma. Devido as dificuldades encontradas para diafanizar os folíolos desta espécie este estudo não classificou a venação terciária.

## 5 DISCUSSÃO

Este estudo identificou que existem grupos de nomes vulgares com maiores possibilidades de erros de identificação nas atividades de manejo florestal. Os erros foram observados principalmente no nível taxonômico de espécie. No geral, espécies de *Handroanthus*, *Micropholis*, *Hymenolobium* e *Astronium* são agrupadas sob um mesmo nome vulgar e conferem imprecisão na identificação de espécies. A determinação em nível de espécies, nas atividades de manejo, não é segura e as divergências se referem aos grupos taxonômico e o grau de complexidade a qual pertencem (Gomes *et al.*, 2013), sendo que, para a identificação em inventários florestais, essas inconsistências são fortemente influenciadas pelo nível de conhecimento do profissional que realiza a determinação botânica (Janzen 2004).

Até o nível de gênero as árvores foram bem reconhecidas pelos profissionais que fazem associação das características morfológicas das árvores aos nomes vulgares nesta área de manejo. Observamos que somente as características de arranjo e organização foliar não são uma boa ferramenta de diagnose para a atividade dos inventários florestais, visto que, por se tratar de informações mais gerais, são características compartilhadas entre várias famílias botânicas (The Angiosperm Phylogeny Group, 2016), e possuem pouca eficiência na determinação de espécies. A importância delas é exclusiva para distinguir famílias botânicas e gêneros, não espécies. Sendo necessário que a delimitação de espécies seja realizada por um critério mais específico.

A maioria das espécies de interesse comercial apresentam filotaxia alterna, apenas em *Handroanthus* são opostas. Observar apenas estas características durante os inventários pode aumentar o número de espécies agrupadas. Apesar de ser uma questão bem definida para a comunidade científica, visto que a sistemática vegetal é organizada de forma hierárquica, argumentamos que é necessário reforçar está informação, visto que, as pessoas que realizam os

inventários florestais na região amazônica, em sua maioria, não são especialistas em taxonomia, e o reconhecimento das espécies é realizada a partir de conhecimento empírico (Basset *et al.*, 2000) e necessitam de treinamentos para a identificação de espécies.

A utilização da arquitetura foliar como método de identificação considera, principalmente, as características de tamanho, formato e padrão de venação na diferenciação de espécies (Wang *et al.*, 2024). E dentro dos nomes vulgares que apresentaram erros, estas informações foram cruciais para a diferenciação das espécies contidas em um mesmo nome vulgar. As duas espécies de *Hymenolobium* encontradas neste estudo, possuem muitas características semelhantes quanto aos formatos dos folíolos. Entretanto, quanto a morfometria difere em número e dimensões. *H. excelsum* possui 31 folíolos e são relativamente menores (1,45-1,78 cm compr., 0,53-0,65 cm larg.), enquanto em *H. petraeum* observou-se 15-17 folíolos e dimensões maiores (2,91-3,88 cm compr., 1,09-1,74 cm larg.). O que é corroborado por estudo realizado por (Ferreira; Hopkins; Secco, 2004) que analisaram a morfologia de diferentes espécies de angelins.

As três espécies de *Micropholis* encontradas apresentaram variações no formato foliar. Sendo que *M. casiquiarensis* possui diferenças notáveis comparada as outras duas espécies, como por exemplo, o formato foliar oblongo, o ápice retuso, e a venação secundária mais ângulo mais perpendicular a venação primária, são pontos que podem ser observados para diferenciar esta espécie. Enquanto as duas outras espécies apresentaram formatos bem parecidos de arquitetura foliar, entretanto as dimensões das folhas apresentaram diferenças entre as espécies, *M. guyanensis* (7,80-16,32 cm compr., 5,58-7,72 cm larg.) e *M. melinoniana* (6,30-8,80 cm compr., 3,29-4,31 cm larg.). A venação marginal é uma característica evidenciada para o gênero *Micropholis* sendo corroborada por estudos (Pennington, 2004, 2006; Souza; Alves-Araújo, 2017).

As duas espécies de *Astronium* encontradas neste estudo possuem formato foliar diferentes, principalmente na base foliar, na qual *A. lecointei* apresenta inserção basal assimétrica e em *A. graveolens* é simétrica. A filotaxia dos folíolos que é alterna em *A. graveolens* e opostas a suboposta em *A. lecointei* também pode ser uma característica para diferenciar as espécies. A venação craspedódroma é comum ao gênero *Astronium* (Mitchell *et al.*, 2022), sendo que na espécie *A. lecointei* pode-se observar também o padrão broquidódromo mais próximo ao ápice.

O grupo de espécies associadas aos nomes vulgares ipê-amarelo e ipê-roxo evidenciaram um grande complexo de erros de identificação para *Handroanthus*. Não há consistência entre a associação dos nomes vulgares com nenhuma característica das espécies,

visto que entre as 10 árvores analisadas, *H. serratifolius* foi coletada como ipê-roxo e *H. impetiginosus* como ipê-amarelo, sendo que todas as espécies registradas receberam tanto o nome ipê-amarelo como ipê-roxo.

Na arquitetura foliar, as quatro espécies de *Handroanthus* compartilham muitas semelhanças. O ápice acuminado, o formato elíptico dos folíolos, assimetria, base arredondada, padrão broquidódromo da venação de 2º ordem, são características comuns para as quatro espécies (Costa; Lohmann; Buriel, 2019). As diferenças mais perceptíveis encontram-se na espécie *H. serratifolius* que possui a margem serrilhada bem definida, e o padrão broquidódromo do tipo “*festooned*” no qual há a ramificação da venação secundária no meio da lâmina foliar. Estudo visando diferenciar *H. serratifolius* e *H. impetiginosus* demonstrou que margem é determinante para separar as duas espécies (Souza *et al.*, 2024). A espécie *H. incanus* diferencia dos demais pela venação terciária ser percurrente sinuosa. E visto que existem muita inconsistência na identificação das espécies desse gênero, mais estudos devem ser realizados buscando outras características mais eficiente na distinção dessas espécies.

Neste estudo, os traços morfológicos do formato foliar (simetria, ápice, base, margem) e padrão de venação variaram entre as espécies analisadas e são indicados como características para determinação de espécies. Essas características foram mais evidentes para as espécies de *Micropholis* e *Astronium* e de menor proporção para as espécies de *Hymenolobium* e *Handroanthus*. No entanto, possuem limitações, principalmente na exatidão da descrição e comparação dos formatos foliares, pois, estas características podem ser complexas para observar e apresentação ampla variação, além disso, a natureza subjetiva da percepção das formas pode trazer confusões interpretativas. Sendo, portanto, essa subjetividade de análise uma fonte de erro dentro da identificação de espécies (Gomes *et al.*, 2013). Diferentes indivíduos podem visualizar as estruturas de jeitos diferentes, levando a inconsistências na identificação de espécies.

Nas espécies utilizadas neste estudo foi observada a predominância do padrão pinado na venação mediana. Na venação secundária a formação do padrão broquidódromo foi o mais comum. A relação do arranjo das veias secundárias laterais com a primária não obedece a um padrão determinado geneticamente como ao da filotaxia (Koyama; Masuda, 2018).

Os erros na identificação de espécies já haviam sido abordados por estudo conduzidos por (Procópio; Secco, 2008), ao abordarem a cadeia de comércio do “tauari”, por Ferreira (2004) ao determinarem as diferenças entre espécies comercializadas sob um mesmo nome vernacular, e mais recentemente, por estudo conduzido por Ferreira (2020), que encontrou erros relacionados aos inventários florestais que vão desde a grafia dos nomes científicos até espécies

que não possuem ocorrência registrada no Brasil. Entretanto, são poucos os estudos que abordam os erros de identificação de espécies em inventários florestais, e principalmente, trabalhos científicos que mostram como a morfologia foliar pode ser utilizada em áreas de manejo florestal para melhorar o reconhecimento de espécies.

Outra questão negligenciada é o impacto do agrupamento de espécies sob o mesmo nome científico em nível ecológico, visto que, muitas funções da autoecologia das espécies, que deviam ser garantidas pelo manejo sustentável, acabam sendo prejudicadas pela imprecisão no reconhecimento de espécies. A atual legislação brasileira (IN nº05, 2011) aplicada aos Planos de manejo florestal estabelecem critérios técnicos a serem seguidos durante a sua elaboração que visam garantir a sustentabilidade da área manejada. A manutenção de 10% do número de árvores por espécie em sua área efetiva, bem como, todas as árvores com abundância inferior a três indivíduos por cem hectares, que se baseiam na sustentabilidade da produção, podem ser comprometidas quando a identificação é feita erroneamente.

Destaca-se que estudos já abordaram o impacto da exploração seletiva de espécies em áreas de manejo (Degen *et al.*, 2006; Putz *et al.*, 2022) e demonstraram como a recuperação dos estoques de madeira das espécies mais comercializadas fica prejudicado pós atividade. Ratificamos que a imprecisão no reconhecimento de espécies por meio do inventário florestal pode agravar ainda mais esta questão. Visto que, quando muitas espécies são agrupadas em um mesmo nome vulgar, as tomadas de decisões de colheita, que se baseiam no rendimento sustentado da floresta, são violadas e uma determinada espécie pode ser explorada além de sua capacidade pois o seu verdadeiro tamanho populacional foi superestimado (Baraloto *et al.*, 2007).

A comercialização de espécies listadas como ameaçadas e que possuem o corte proibido ou restrito (Cordeiro *et al.*, 2016) também impactaria negativamente a legitimidade da atividade florestal. *Swietenia macrophylla* King conhecida popularmente como mogno foi encontrada sendo comercializada com o nome vulgar de cedro na cadeia de comércio internacional de madeira, mesmo com restrição de comercialização (Chimeli; Boyd, 2010). Tais questões causam impacto direto na ecologia da espécie, visto que devido ao manejo insustentável do mogno a renovação do estoque encontra-se inviável por questões associadas à reprodução e ecologia da espécie (Kometter *et al.*, 2004).

Isso, por sua vez, viabiliza a busca de alternativas para garantir a sustentabilidade do manejo florestal e estudos são desenvolvidos apontando que as características ecológicas e de reprodução das espécies (Grogan; Galvão, 2006; Grogan; Loveless, 2013; Vinson *et al.*, 2015) são fatores que devem ser levados em consideração para alcançar, justamente, a

sustentabilidade da atividade do manejo. Tornando-se imprescindível, a partir disso, que a identificação botânica de espécies seja uma das premissas básicas em áreas manejadas visando, assim, assegurar a sustentabilidade da atividade.

A necessidade de integração de tecnologias voltadas para a identificação de espécies (Draper *et al.*, 2020), tais como as provenientes do sensoriamento remoto (Valérie; Marie-Pierre, 2006) e outras técnicas de reconhecimento de espécies (Sibi Chakkaravarthy *et al.*, 2016), são reforçadas a partir deste estudo, e enfatizamos que a coleta e análise de material botânico é imprescindível para delimitar as diferenças de espécies.

## 6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que os erros de identificação de espécies ocorrem mesmo para espécies altamente comercializadas. Nomes vulgares que tem nomes científicos associados às espécies de *Hymenolobium*, *Handroanthus*, *Astronium* e *Micropholis* registraram muitos erros de identificação ao nível de espécie.

A morfologia foliar com análise da arquitetura dos padrões de venação traz contribuições significativas para melhorar o nível de reconhecimento de espécies em campo, mas exige um conhecimento profundo das estruturas morfológicas e dos detalhes de estruturas modificadas (estípulas, glândulas, indumentos, domáceas etc.).

A arquitetura foliar é uma técnica com potencial para ser utilizada em áreas de manejo florestal para identificação de espécies. Entretanto, precisa de pessoas treinadas para o reconhecimento das características morfológicas das espécies. Enfatizamos que mais estudos sobre características morfológicas de espécies arbóreas devem ser incentivados em florestas tropicais.

A coleta botânica é a melhor forma de validar a identificação dada em campo, pois além da segurança técnica aos profissionais, permite ampliar o conhecimento botânico das florestas manejadas contribuindo de forma significativa com a ciência.

## REFERÊNCIAS

- ALEIXO, Alexandre. amazônica: por que resolvê-la é imprescindível para a conservação do bioma?. [s. l.], 2009.
- ALVARENGA, Lisi Dámaris Pereira; LISBOA, Regina Célia Lobato. Contribuição para o conhecimento da taxonomia, ecologia e fitogeografia de Briófitas da Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, [s. l.], v. 39, n. 3, p. 495–504, 2009.
- ANTAR, Guilherme Medeiros *et al.* Leaf venation reveals its potential for the taxonomy of *Hyptidendron Harley* (Lamiaceae - Hyptidinae) and supports the recognition of a new species, *Hyptidendron cerradoense*. **Acta Botanica Brasilica**, [s. l.], v. 36, p. e2021abb0183, 2022.
- ARIEL, Pablo. A beginner's guide to tissue clearing. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, [s. l.], v. 84, p. 35–39, 2017.
- BAKER, Timothy *et al.* Maximising Synergy among Tropical Plant Systematists, Ecologists, and Evolutionary Biologists. **Trends in Ecology & Evolution**, [s. l.], v. 32, 2017.
- BARALOTO, Christopher *et al.* Limitations and Applications of Parataxonomy for Community Forest Management in Southwestern Amazonia. **Ethnobotany Research and Applications**, [s. l.], v. 5, p. 077, 2007.
- BARLOW, Jos *et al.* Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. **Nature**, [s. l.], v. 535, n. 7610, p. 144–147, 2016.
- BARNI, Paulo Eduardo *et al.* Logging Amazon forest increased the severity and spread of fires during the 2015–2016 El Niño. **Forest Ecology and Management**, [s. l.], v. 500, p. 119652, 2021.
- BASSET, Yves *et al.* Quantifying Biodiversity: Experience with Parataxonomists and Digital Photography in Papua New Guinea and Guyana. **BioScience**, [s. l.], v. 50, n. 10, p. 899, 2000.
- BOEGER, Maria Regina; GARCIA, Sikandra-Lis Fonseca Paulinelli; SOFFIATTI, Patricia. Arquitetura foliar de *Impatiens walleriana* Hook. f. (Balsaminaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 29–34, 2009.
- BOULTON, Chris A.; LENTON, Timothy M.; BOERS, Niklas. Pronounced loss of Amazon rainforest resilience since the early 2000s. **Nature Climate Change**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 271–278, 2022.
- BRANCALION, Pedro H. S. *et al.* Fake legal logging in the Brazilian Amazon. **Science Advances**, [s. l.], v. 4, n. 8, p. eaat1192, 2018.
- BUOT, Inocencio E. LEAF ARCHITECTURE AS A PROMISING TOOL IN CONFIRMING IDENTITY OF CONFUSING PLANT TAXA. [s. l.],
- BURIVALOVA, Zuzana; ŞEKERCIOĞLU, Çağan Hakkı; KOH, Lian Pin. Thresholds of Logging Intensity to Maintain Tropical Forest Biodiversity. **Current Biology**, [s. l.], v. 24, n. 16, p. 1893–1898, 2014.

CANETTI, Aline *et al.* A new approach to maximize the wood production in the sustainable management of Amazon forest. **Annals of Forest Science**, [s. l.], v. 78, n. 3, p. 67, 2021.

CARDOSO, Domingos *et al.* Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 114, n. 40, p. 10695–10700, 2017.

CARVALHO, Luciana Gonçalves de; SOUZA, Brenda Rúbia Gonçalves; CUNHA, Ana Paula Araújo. ‘Passaporte para a floresta’: a regulação do extrativismo de balata na Floresta Estadual do Paru, estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, [s. l.], v. 13, p. 261–291, 2018.

CASTRO, Rodrigo Baia *et al.* Identification of priority areas for landscape connectivity maintenance in the Xingu Area of Endemism in Brazilian Amazonia. **Acta Amazonica**, [s. l.], v. 50, n. 1, p. 68–79, 2020.

CAVALERI, Molly A. *et al.* Height is more important than light in determining leaf morphology in a tropical forest. **Ecology**, [s. l.], v. 91, n. 6, p. 1730–1739, 2010.

CHIMELI, Ariaster B.; BOYD, Roy G. Prohibition and the Supply of Brazilian Mahogany. **Land Economics**, [s. l.], v. 86, n. 1, p. 191–208, 2010.

CHITERI, Kevin O. *et al.* Dissecting the genetic architecture of leaf morphology traits in mungbean ( *Vigna radiata* (L.) Wiczek) using genome-wide association study. **The Plant Phenome Journal**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. e20062, 2023.

CHITWOOD, Daniel H. *et al.* A modern ampelography: a genetic basis for leaf shape and venation patterning in grape. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 164, n. 1, p. 259–272, 2014.

CHITWOOD, Daniel H.; OTONI, Wagner C. Divergent leaf shapes among Passiflora species arise from a shared juvenile morphology. **Plant Direct**, [s. l.], v. 1, n. 5, p. e00028, 2017.

CONDA, Jennifer M.; BUOT, JR, Inocencio E. Species delineation of the genus Diplazium Swartz (Athyriaceae) using leaf architecture characters. **Bangladesh Journal of Plant Taxonomy**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 123–133, 2018.

CORDEIRO, Juliana R. *et al.* Wood identification by a portable low-cost polymer-based electronic nose. **RSC Advances**, [s. l.], v. 6, n. 111, p. 109945–109949, 2016.

CORRÊA, Marcos Melo; SCUDELLER, Veridiana Vizoni; ARAÚJO, Maria Gracimar Pacheco De. Comparative leaf morphological analysis of 20 species of Chrysobalanaceae. **Acta Amazonica**, [s. l.], v. 45, n. 1, p. 13–20, 2015.

COSTA, Jessica Gomes *et al.* Forest Degradation in the Southwest Brazilian Amazon: Impact on Tree Species of Economic Interest and Traditional Use. **Fire**, [s. l.], v. 6, n. 6, p. 234, 2023.

COSTA, Swami; LOHMANN, Lúcia G.; BURIL, Maria Teresa. Flora of Pernambuco, Brazil: Tabebuia alliance and tribe Jacarandae (Bignoniaceae). **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. e20190737, 2019.

CYSNEIROS, Vinicius Costa *et al.* Espécies madeireiras da Amazônia: riqueza, nomes populares e suas peculiaridades. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [s. l.], v. 38, 2018. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1567>. Acesso em: 21 jul. 2024.

DAMASCO, Gabriel *et al.* Revisiting the hyperdominance of Neotropical tree species under a taxonomic, functional and evolutionary perspective. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 9585, 2021.

DEGEN, B. *et al.* Impact of selective logging on genetic composition and demographic structure of four tropical tree species. **Biological Conservation**, [s. l.], v. 131, n. 3, p. 386–401, 2006.

DEGOLIA, Alexander H.; HIROYASU, Elizabeth H. T.; ANDERSON, Sarah E. Economic losses or environmental gains? Framing effects on public support for environmental management. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 14, n. 7, p. e0220320, 2019.

DELEVORYAS, T.; GOULD, R. E. An Unusual Fossil Fructification from the Jurassic of Oaxaca, Mexico. **American Journal of Botany**, [s. l.], v. 58, n. 7, p. 616–620, 1971.

DRAPER, Frederick C. *et al.* Quantifying Tropical Plant Diversity Requires an Integrated Technological Approach. **Trends in Ecology & Evolution**, [s. l.], v. 35, n. 12, p. 1100–1109, 2020.

ELLIS, Beth (org.). **Manual of leaf architecture**. Ithaca: Cornell University Press, 2009.

FERREIRA, Gracialda Costa; HOPKINS, Michael John Gilbert; SECCO, Ricardo De S. Contribuição ao conhecimento morfológico das espécies de leguminosae comercializadas no estado do Pará, como “angelim”. **Acta Amazonica**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 219–232, 2004.

FONSÊCA, Luciano Coêlho Milhomens; PROENÇA, Carolyn Elinore Barnes; GONÇALVES, Eduardo Gomes. Descrição do padrão de venação foliar em *Spathicarpa* Hook. (Araceae). **Acta Botanica Brasilica**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 213–221, 2007.

GARCÍA-GUTIÉRREZ, Emmanuel; ORTEGA-ESCALONA, Fernando; ANGELES, Guillermo. A novel, rapid technique for clearing leaf tissues. **Applications in Plant Sciences**, [s. l.], v. 8, n. 9, p. e11391, 2020.

GOMES, Ana C.S. *et al.* Local plant species delimitation in a highly diverse Amazonian forest: do we all see the same species? **Journal of Vegetation Science**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 70–79, 2013.

GOODWIN, Zoë A. *et al.* Widespread mistaken identity in tropical plant collections. **Current Biology**, [s. l.], v. 25, n. 22, p. R1066–R1067, 2015.

GORGENS, Eric Bastos *et al.* The giant trees of the Amazon basin. **Frontiers in Ecology and the Environment**, [s. l.], v. 17, n. 7, p. 373–374, 2019.

GRASS, Ingo *et al.* Contrasting Taxonomic and Phylogenetic Diversity Responses to Forest Modifications: Comparisons of Taxa and Successive Plant Life Stages in South African Scarp Forest. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. e0118722, 2015.

GROGAN, James; GALVÃO, Jurandir. Factors Limiting Post-logging Seedling Regeneration by Big-leaf Mahogany ( *Swietenia macrophylla* ) in Southeastern Amazonia, Brazil, and Implications for Sustainable Management <sup>1</sup>. **Biotropica**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 219–228, 2006.

GROGAN, James; LOVELESS, Marilyn D. Flowering phenology and its implications for management of big-leaf mahogany *Swietenia macrophylla* in Brazilian Amazonia. **American Journal of Botany**, [s. l.], v. 100, n. 11, p. 2293–2305, 2013.

HAARA, Arto; KANGAS, Annika; TUOMINEN, Sakari. Economic losses caused by tree species proportions and site type errors in forest management planning. **Silva Fennica**, [s. l.], v. 53, n. 2, 2019. Disponível em: <https://www.silvafennica.fi/article/10089>. Acesso em: 18 jul. 2024.

HEBERLING, J. Mason. Herbaria as Big Data Sources of Plant Traits. **International Journal of Plant Sciences**, [s. l.], v. 183, n. 2, p. 87–118, 2022.

HERNANDEZ, Jonathan O *et al.* Leaf architecture and petiole anatomy of Philippine Dipterocarpus species (Dipterocarpaceae). **Bangladesh Journal of Plant Taxonomy**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 1–14, 2020.

HICKEY, Leo J; HICKEY, Leo J.; TAYLOR, David Winship. The Leaf Architecture of *Ticodendron* and the Application of Foliar Characters in Discerning its Relationships. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, [s. l.], v. 78, p. 105–130, 1991.

HICKEY, Leo J.; WOLFE, Jack A. The Bases of Angiosperm Phylogeny: Vegetative Morphology. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, [s. l.], v. 62, n. 3, p. 538–589, 1975.

HOPKINS, Michael J.G. Are we close to knowing the plant diversity of the Amazon?. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s. l.], v. 91, n. suppl 3, p. e20190396, 2019.

HOPKINS, Michael J.G. FLORA DA RESERVA DUCKE, AMAZONAS, BRASIL. **Rodriguésia**, [s. l.], v. 56, n. 86, p. 9–25, 2005.

JANZEN, Daniel H. Setting up tropical biodiversity for conservation through non-damaging use: participation by parataxonomists. **Journal of Applied Ecology**, [s. l.], v. 41, n. 1, p. 181–187, 2004.

KOLIVAND, Hoshang *et al.* A New Leaf Venation Detection Technique for Plant Species Classification. **Arabian Journal for Science and Engineering**, [s. l.], v. 44, n. 4, p. 3315–3327, 2019.

KOMETTER, Roberto *et al.* Impacts of Unsustainable Mahogany Logging in Bolivia and Peru. **Ecology and Society**, [s. l.], v. 9, n. 1, 2004. Disponível em: <https://ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art12/>. Acesso em: 18 jul. 2024.

KOTTNER, Jan; STREINER, David L. The difference between reliability and agreement. **Journal of Clinical Epidemiology**, [s. l.], v. 64, n. 6, p. 701–702, 2011.

KOYAMA, Kohei; MASUDA, Teruhisa. The arrangement of lateral veins along the midvein of leaves is not related to leaf phyllotaxis. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 16417, 2018.

KRELL, Frank-Thorsten. Parataxonomy vs. taxonomy in biodiversity studies – pitfalls and applicability of ‘morphospecies’ sorting. **Biodiversity and Conservation**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 795–812, 2004.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 159–174, 1977.

LARCHER, Letícia; BOEGER, Maria Regina Torres. Arquitetura foliar de *Odontonema strictum* (Nees) O. Kuntze (Acanthaceae) em duas condições de luminosidade. **Hoehnea**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 321–327, 2009.

LIMA, Mirella Priscila De Souza *et al.* Leaf architecture of Rubiaceae Juss. from caatinga vegetation in Brazil. **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 19, n. 1, 2018. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1676-06032019000100203&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032019000100203&lng=en&tlng=en). Acesso em: 26 jul. 2024.

MARENCO, Ricardo *et al.* Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Revista Ceres**, [s. l.], v. 61, p. 786–799, 2014.

MARTINS, Rogério Parentoni; MASSARA, Rodrigo Lima. A ECOLOGIA EVOLUTIVA DA PLASTICIDADE FENOTÍPICA EM TÁXONS DE ORGANISMOS: UMA BREVE REVISÃO. [s. l.], v. 3, n. 2, 2020.

MARTINS, Sabrina De Cássia; ZAVAGLIA, Cláudia. O relativismo linguístico dos nomes populares das espécies da fauna e da flora. **Tradterm**, [s. l.], v. 40, p. 227–249, 2021.

MEDEIROS, Herison *et al.* Botanical advances in Southwestern Amazonia: The flora of Acre (Brazil) five years after the first Catalogue. **Phytotaxa**, [s. l.], v. 177, n. 2, p. 101, 2014.

MILLIKEN, William *et al.* Amazon vegetation: how much don’t we know and how much does it matter? **Kew Bulletin**, [s. l.], v. 65, n. 4, p. 691–709, 2010.

MITCHELL, John D. *et al.* Neotropical Anacardiaceae (cashew family). **Brazilian Journal of Botany**, [s. l.], v. 45, n. 1, p. 139–180, 2022.

NIINEMETS, Ü.; PORTSMUTH, A.; TOBIAS, M. Leaf shape and venation pattern alter the support investments within leaf lamina in temperate species: a neglected source of leaf physiological differentiation?. **Functional Ecology**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 28–40, 2007.

NIKLAS, Karl J. **Plant Allometry: The Scaling of Form and Process**, Niklas. Chicago, IL, 1994. Disponível em: <https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/P/bo3629790.html>. Acesso em: 22 jul. 2024.

PENNINGTON, T. D. FLORA DA RESERVA DUCKE, AMAZONAS, BRASIL: SAPOTACEAE. **Rodriguésia**, [s. l.], v. 57, n. 2, p. 251–366, 2006.

PENNINGTON, T. D. Sapotaceae. *In*: KUBITZKI, Klaus (org.). **Flowering Plants · Dicotyledons: Celastrales, Oxalidales, Rosales, Cornales, Ericales**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2004. p. 390–421. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-07257-8\\_41](https://doi.org/10.1007/978-3-662-07257-8_41). Acesso em: 29 jul. 2024.

PORT, Juliana; DUTRA, Tânia Lindner. ARQUITETURA FOLIAR DE OCOTEA PULCHELLA (NEES & MART.) MEZ (LAURACEAE) EM REGIÕES DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, COM VISTAS A SUA APLICAÇÃO EM PALEOBOTÂNICA. [s. l.],

PROCÓPIO, LÍlian Costa; SECCO, Ricardo De Souza. 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**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 31–44, 2008.

PUTZ, Francis E *et al.* Sustained timber yield claims, considerations, and tradeoffs for selectively logged forests. **PNAS Nexus**, [s. l.], v. 1, n. 3, p. pgac102, 2022.

ROTH-NEBELSICK, Anita; TRAISER, Christopher. Diversity of leaf architecture and its relationships with climate in extant and fossil plants. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, [s. l.], v. 634, p. 111932, 2024.

ROYER, Dana L. *et al.* Sensitivity of leaf size and shape to climate within *Acer rubrum* and *Quercus kelloggii*. **New Phytologist**, [s. l.], v. 179, n. 3, p. 808–817, 2008.

SANDALL, Emily L. *et al.* A globally integrated structure of taxonomy to support biodiversity science and conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, [s. l.], v. 38, n. 12, p. 1143–1153, 2023.

SCHULMAN, Leif; TOIVONEN, Tuuli; RUOKOLAINEN, Kalle. Analysing botanical collecting effort in Amazonia and correcting for it in species range estimation. **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 34, n. 8, p. 1388–1399, 2007.

SHOBE, W. Randall; LERSTEN, Nels R. A Technique for Clearing and Staining Gymnosperm Leaves. **Botanical Gazette**, [s. l.], v. 128, n. 2, p. 150–152, 1967.

SIBI CHAKKARAVARTHY, S. *et al.* Automatic Leaf Vein Feature Extraction for First Degree Veins. In: THAMPI, Sabu M. *et al.* (org.). **Advances in Signal Processing and Intelligent Recognition Systems**. Cham: Springer International Publishing, 2016. (Advances in Intelligent Systems and Computing). v. 425, p. 581–592. Disponível em: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-28658-7\\_49](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-28658-7_49). Acesso em: 18 jul. 2024.

SOUZA, Elisa P. *et al.* Distinguishing Amazonian ipê species (*Handroanthus*, Bignoniaceae) using macroscopic wood anatomy and leaf morphology. **IAWA Journal**, [s. l.], p. 1–27, 2024.

SOUZA, Wenia De Oliveira; ALVES-ARAÚJO, Anderson. Flora do Espírito Santo: Micropholis (Sapotaceae-Chrysophylloideae). **Rodriguésia**, [s. l.], v. 68, n. 5, p. 1871–1882, 2017.

STROPP, J. *et al.* The ghosts of forests past and future: deforestation and botanical sampling in the Brazilian Amazon. **Ecography**, [s. l.], v. 43, n. 7, p. 979–989, 2020.

TAN, Jeanette Mara P; BUOT, Inocencio E. Investigating the leaf architecture of Eupolypods I (Polypodiales): implications to taxonomy. [s. l.], 2020.

TER STEEGE, Hans *et al.* The discovery of the Amazonian tree flora with an updated checklist of all known tree taxa. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 29549, 2016.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, [s. l.], v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.

VALÉRIE, Trichon; MARIE-PIERRE, Julien. Tree species identification on large-scale aerial photographs in a tropical rain forest, French Guiana—application for management and conservation. **Forest Ecology and Management**, [s. l.], v. 225, n. 1–3, p. 51–61, 2006.

VILLASEÑOR, José Luis. ¿La crisis de la biodiversidad es la crisis de la taxonomía?. **Botanical Sciences**, [s. l.], v. 93, n. 1, p. 3–14, 2015.

VINSON, C C *et al.* Long-term impacts of selective logging on two Amazonian tree species with contrasting ecological and reproductive characteristics: inferences from Eco-gene model simulations. **Heredity**, [s. l.], v. 115, n. 2, p. 130–139, 2015.

WANG, Xiaochun *et al.* Adaptation mechanisms of leaf vein traits to drought in grassland plants. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 917, p. 170224, 2024.

WORTLEY, Alexandra H.; SCOTLAND, Robert W. Synonymy, sampling and seed plant numbers. **TAXON**, [s. l.], v. 53, n. 2, p. 478–480, 2004.

ZHANG, J.-L. *et al.* Leaf morphology, photosynthesis and pigments change with age and light regime in savin juniper. **Plant Biology (Stuttgart, Germany)**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 1097–1108, 2021.