



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS

TECNOLOGIA DA MADEIRA: CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E VIABILIDADE  
DE ESPÉCIES MADEIREIRAS DA AMAZÔNIA

Andressa Vitoria Xavier Barbosa

MANAUS – AM  
Dezembro/2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS

TECNOLOGIA DA MADEIRA: CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E VIABILIDADE  
DE ESPÉCIES MADEIREIRAS DA AMAZÔNIA

Andressa Vitoria Xavier Barbosa  
Orientadora: Dra. Claudete Catanhede do Nascimento

Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós- Graduação em Ciências  
Florestais e Ambientais – PPGCIFA  
-UFAM, como parte dos requisitos  
para obtenção do título de mestre em  
Ciências Florestais e Ambientais.

MANAUS – AM  
Desembro/2020

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Barbosa, Andressa Vitoria Xavier  
B238t Tecnologia da madeira: Conhecimento tecnológico e viabilidade de espécies madeireiras da amazônia / Andressa Vitoria Xavier Barbosa . 2020  
74 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Claudete Catanhede do Nascimento  
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.

1. qualidade da madeira . 2. propriedades físicas . 3. similaridade. 4. comercialização. 5. madeira tropical. I. Nascimento, Claudete Catanhede do. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



Ministério da Educação  
Universidade Federal do Amazonas  
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e  
Ambientais

ANDRESSA VITÓRIA XAVIER BARBOSA

TECNOLOGIA DA MADEIRA: CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E VIABILIDADE  
DE ESPÉCIES MADEIREIRAS DA AMAZÔNIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, área de concentração em Ciências Florestais e Ambientais.

Aprovada em 18 de dezembro de 2020

BANCA EXAMINADORA

Pesq. Dr<sup>a</sup>. Claudete Catanhede do Nascimento  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Pesq. Dr. Roberto Daniel de Araújo  
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Prof. Dr. Nabor da Silveira Pio  
Universidade Federal do Amazonas - UFAM



Documento assinado eletronicamente por **Claudete Catanhede do Nascimento, Usuário Externo**, em 22/12/2020, às 14:23, conforme



horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Roberto Daniel de Araujo, Usuário Externo**, em 23/12/2020, às 09:13, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nabor da Silveira Pio, Professor do Magistério Superior**, em 30/12/2020, às 06:38, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º,



do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0394173** e o código CRC **5437CFBD**.

Av. General Rodrigo Octávio, 6200 - Bairro Coroados I Campus Universitário  
Senador Arthur Virgílio Filho, Setor Sul, Bloco FCA/ICB (Pós-Graduação), 2º  
andar - Telefone: (92) 99128-6254  
CEP 69080-900, Manaus/AM, ppgcifa@ufam.edu.br

Referência: Processo nº 23105.041459/2020-42

SEI nº 0394173

## **DEDICATÓRIA**

À Deus pela vida, saúde, por cada momento de felicidade recebida e por tantas realizações pessoais e profissionais.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, imensamente pela vida e pela saúde, por realizar o meu sonho da pós-graduação, por cada momento de força, superação e por me fazer feliz em grande parte desse período.

À minha família pelo apoio de sempre e por acreditar no meu sonho acadêmico, meus pais (Pedro e Lene), aos meus irmãos (Vitor e Bruno) e o meu amigo e companheiro Johnne Azevedo, pelo amor, compreensão, apoio, incentivo e por cada momento doloroso de despedida. Nós vencemos!

Às minhas amigas Luana Baraúna e Amanda Mesquita, que idealizaram o sonho da pós-graduação ao meu lado, por cada momento de estudo, compreensão e ajuda, vocês são partes da minha história.

À minha orientada Claudete Catanhede, pela orientação ao longo de toda a realização do mestrado e aos amigos do LEAM/INPA.

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pela oportunidade da realização do mestrado por intermédio do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPG-CIFA) e a todos os professores (as) doutores (as) do programa por todo conhecimento transmitido aos discentes.

À FAPEAM, pela bolsa concedida e pelo apoio financeiro necessário para o desenvolvimento deste estudo.

À empresa Mil madeiras preciosas em nome do Sr. João Cruz pela autorização da realização da coleta de dados e informações e especialmente ao Engenheiro Florestal Bruno Rodrigues por toda colaboração e apoio ao decorrer desta pesquisa.

À todos o meu muito obrigada!

## RESUMO

O conhecimento sobre as propriedades tecnológicas da madeira possibilita a obtenção de ferramentas que auxiliem a preconizar as suas aplicações e usos comuns. É conhecido que nem todas as espécies madeireiras tem a mesma vizibilidade de mercado e ao se estudar o valor tecnológico destas, evidencia-se a alta possibilidade de comparação ou semelhanças entre essas espécies. Desta forma, o objetivo deste estudo foi propor grupos de madeiras da Amazônia com propriedades tecnológicas semelhantes a fim de incentivar a diversificação de espécies na lista de interesse comercial em uma área de manejo florestal. Utilizaram-se indivíduos de uma área de manejo de uma empresa privada na cidade de Itacoatiara, AM. Identificou-se por meio de pesquisa “in loco”, quais espécies compõem a lista de exploração e a aptidão comercial das mesmas. A alocação das madeiras em grupos foi realizada por meio de critérios em que foram identificadas as propriedades consideradas necessárias para o bom desempenho de uso. Para cada propriedade foram determinados valores, tendo como base os valores de madeiras tradicionalmente comercializadas. Para a caracterização física da madeira, foram retirados discos do fuste de cada árvore, determinando a densidade, estabilidade dimensional. Para o processo de usinagem, foram utilizadas peças de madeiras definidas. Os resultados mostram que o valor médio para a massa específica básica do grupo foi de  $0,70 \text{ g/cm}^3$ , e os parâmetros de retratibilidade variaram de estável a instável, com coeficiente de anisotropia médio de 1,7. A avaliação de usinagem mostra que todas as espécies são aptas a processos de aplainamento, corte, perfuração por brocas e fendilhamento por pregos, com ótima aceitação. Do grupo analisado, três espécies segundo os registros comerciais da empresa são menos comercializadas, dessa forma por meio das análises de cluster foi possível agrupar e separar indivíduos que apresentaram características semelhantes indicando que *C. micranta*, *C. glabrum* e *P. suaveolens* são aptas a substituição. O estudo identifica a semelhança entre as espécies consideradas nobres e de alta saída de mercado com as de menor valor comercial, indicando-as como boas substitutas entre si.

**Palavras-chave:** qualidade da madeira, propriedades físicas, similaridade, comercialização, madeira tropical.



## ABSTRACT

Knowledge about the technological properties of wood makes it possible to obtain tools that help to advocate their common applications and uses. It is known that not all timber species have the same market visibility and when studying their technological value, the high possibility of comparison or similarities between these species is evident. Thus, the objective of this study was to propose groups of Amazonian woods with similar (similar) technological properties in order to encourage the diversification of species on the list of commercial interest in a forest management area. They were used belonging to a management area of a private company in the city of Itacoatiara, AM. It was identified through “in loco” research, which species make up the exploitation list and their commercial aptitude. The allocation of wood in groups was carried out by means of criteria in which they were identified as specifications required for good performance. Values were determined for each property, based on the values of traditionally traded wood. For the physical characterization of the wood, disks were removed from the shaft of each tree, determining the density, dimensional stability. For the machining process, the parts used according to the definitions were used. The results show that the average value for a basic specific mass of the group was  $0.70 \text{ g/cm}^3$ , and the retractability parameters varied from stable to unstable, with an average anisotropy coefficient of 1.7. The machining evaluation shows that all species are suitable for planing, cutting, drilling with drills and nails, with excellent acceptance. From the analyzed group, three species according to the company's commercial records are less commercialized, so through cluster analyzes it was possible to group and separate differentiated ones that similar characteristics define that *C. micranta*, *C. glabrum* and *P. suaveolens* are apt to replacement. The study identifies the similarity between species considered noble and of high market outlet with those of lesser commercial value, indicating them as good substitutes for each other.

**Keywords:** wood quality, physical properties, similarity, commercialization, tropical wood.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de localização do local de coleta: Empresa Mil Madeiras Preciosas LTDA.....	27
<b>Figura 2.</b> Discos coletados na área de manejo.....	28
<b>Figura 3.</b> Amostras para a caracterização anatômica.....	30
<b>Figura 4.</b> Aspecto dos corpos de prova para a determinação da densidade básica e estabilidade dimensional. Total de cinco amostras por espécie.....	31
<b>Figura 5.</b> Determinação da densidade básica e Estabilidade dimensional. (A) Saturação das amostras; (B) Medição de volume pelo método da balança hidrostática; (C) Pesagem do peso seco.....	31
<b>Figura 6.</b> (A) Aplainamento; (B) Corte Serra; (C) Perfuração por brocas; (D) Perfuração por prego.....	35
<b>Figura 7.</b> Valores médios da densidade básica da madeira para a classe média ( $0,50\text{g/cm} - 0,72\text{g/cm}^3$ ).....	38
<b>Figura 8.</b> Valores médios da densidade básica da madeira para a classe alta ( $> 0,73\text{g/cm}^3$ )..	39
<b>Figura 9.</b> Valores médios da variação dimensional, CT: Contração tangencial e CR: Contração radial.....	43
<b>Figura 10.</b> Valores do coeficiente de anisotropia.....	43
<b>Figura 11.</b> Classificação da qualidade da madeira de acordo com a densidade básica ( $\text{g.cm}^{-3}$ ) e o coeficiente anisotrópico (C.A).....	45
<b>Figura 12.</b> Resultado dos testes de corte.....	46
<b>Figura 13.</b> Resultado do teste de aplainamento.....	47
<b>Figura 14.</b> Resultado dos testes de perfuração e fendilhamento.....	49
<b>Figura 15.</b> Resultado para o teste de fendilhamento por pregos.....	51
<b>Figura 16.</b> Árvore hierárquica da análise de cluster.....	53

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Classe de densidade básica.....	19
<b>Tabela 2:</b> Coeficiente de anisotropia.....	20
<b>Tabela 3.</b> Espécies selecionadas para caracterização tecnológica.....	29
<b>Tabela 4.</b> Procedimentos realizados nos testes de usinagem.....	34
<b>Tabela 5.</b> Notas aplicadas às avaliações de peças em testes de usinagem.....	36
<b>Tabela 6.</b> Dados comparativos contidos na literatura para a densidade básica.....	40
<b>Tabela 7.</b> Avaliação dos testes de corte em serra circular e notas atribuídas a cada espécie...46	
<b>Tabela 8.</b> Avaliações da superfície da madeira após teste de plaina.....	48
<b>Tabela 9.</b> Avaliação dos testes de perfuração por brocas.....	50
<b>Tabela 10.</b> Avaliação dos testes de fendilhamento por pregos.....	52
<b>Tabela 11.</b> Valores médios das variáveis por Grupo, formado na análise de Cluster.....	54
<b>Tabela 12.</b> Relação de usos da madeira de espécies altamente comercializadas.....	58

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
PRESSUPOSTO .....	16
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	16
2.1. <i>Geral:</i> .....	16
2.2. <i>Específicos:</i> .....	16
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
3.1. <i>Manejo florestal</i> .....	17
3.2. <i>Propriedades tecnológicas da madeira</i> .....	17
3.2.1. <i>Propriedades físicas</i> .....	18
3.2.2. <i>Propriedades anatômicas</i> .....	20
3.2.3. <i>Propriedades organolépticas (sensoriais)</i> .....	21
3.2.3.1. <i>Cor</i> .....	21
3.2.3.2. <i>Textura</i> .....	22
3.2.3.3. <i>Desenho</i> .....	22
3.2.3.4. <i>Grã</i> .....	23
3.3. <i>Usinagem da madeira</i> .....	23
3.4. <i>Análises de cluster</i> .....	25
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
4.1 <i>Área de estudo</i> .....	27
4.2 <i>Coleta do material</i> .....	28
4.3. <i>Seleção das espécies</i> .....	29
4.4. <i>Caracterização geral da Madeira</i> .....	29
4.5. <i>Determinação das propriedades físicas</i> .....	30
4.5.1 <i>Amostragem</i> .....	30
4.5.2 <i>Determinação da Densidade Básica</i> .....	31
4.5.3. <i>Determinação da estabilidade dimensional e coeficiente de anisotropia</i> .....	32
4.5.4. <i>Análise Descritiva</i> .....	33
4.6. <i>Processo de usinagem</i> .....	34
4.6.1 <i>Amostragem</i> .....	34
4.6.2 <i>Procedimentos realizados</i> .....	34
4.6.3 <i>Avaliação da qualidade usinada.</i> .....	35

4.7. <i>Análise de agrupamento (Cluster)</i> .....	36
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
5.1 <i>Caracterização tecnológica da madeira</i> .....	38
5.1.1 <i>Densidade básica</i> .....	38
5.2. <i>Usinagem da madeira</i> .....	45
5.2.1 <i>Teste de corte</i> .....	46
5.2.2 <i>Teste de plaina</i> .....	47
5.2.3 <i>Teste de furação por Broca e fendilhamento por pregos</i> .....	48
5.3. <i>Agrupamento das espécies</i> .....	52
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>60</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Amazônia é a maior floresta tropical do mundo, com elevada importância ecológica e econômica (REIS *et al.*, 2019). De acordo com o Relatório da International Tropical Timber Organization (ITTO, 2019), o Brasil é um dos maiores consumidores e produtores mundiais de madeira serrada, com produção nativa concentrada na região que compreende aos estados de Mato Grosso e Pará (IBGE, 2016).

Apesar das expectativas do mercado de madeira tropical brasileiro representar grandes oportunidades econômicas, existe uma tendência a supressão ou até mesmo a extinção de espécies tradicionalmente comercializadas (BRIENEN & ZUIDEMA, 2006; FREE *et al.*, 2014; SCHULZE *et al.*, 2008; MOUTINHO *et al.*, 2012), uma vez que, a falta de diversidade e a seletividade da exploração florestal (MOUTINHO *et al.*, 2012; RICHARDSON & PERES, 2012; REIS *et al.*, 2019) conciliadas a falta de relevância da variação no crescimento das árvores (SCHÖNGART *et al.*, 2017), indicam o acentuado declínio dos estoques de espécies tradicionais.

A mais recente publicação do Ministério do Meio Ambiente (Portaria N° 443, de 17 de outubro de 2014), apresenta a relação de espécies que estão na “Lista oficial da flora brasileira ameaçadas de extinção” com situação de vulnerabilidade é possível destacar as espécies como Angelim-pedra, Cedro-vermelho, Cedro-rosa, Pau-roxo e Itaúba.

Araújo & Silva, (2000), justificam as principais causas da seletividade do mercado madeireiro como a falta de estudos demonstrando a viabilidade de espécies novas ou substitutas; mercados consumidores conservadores; falta de divulgação à indústria de beneficiamento e demonstração de produtos de novas madeiras para o mercado consumidor. Graaf (1986), Cardoso *et al.*, (2012) e Araújo (2020) concordam com a importância da ampliação da lista de espécies a serem exploradas, reduzindo a pressão seletiva de suas populações.

Uma das alternativas presentes nos planos de manejo florestal diz respeito à diversificação de espécies exploradas, diminuindo a pressão sobre aquelas que estão sob risco de extinção (SCHULZE *et al.*, 2005). Para tanto, é importante que ocorra a diversificação partindo da substituição por outras com características tecnológicas equivalentes (TAQUES & ARRUDA, 2016). Almeida *et al.*, (2010) salientam a importância de pesquisas que foquem no estudo das propriedades tecnológicas de espécies desvalorizadas no mercado, objetivando

encontrar substitutas àquelas de maior valor. Reis *et al.*, (2019), afirmam que para promover essa substituição é importante compreender o comportamento das espécies em relação à estrutura da floresta, assim como estudos sobre suas características tecnológicas.

Logo, um dos pontos importantes que devem ser investigados nas florestas tropicais é a qualidade de espécies substitutas. Neste contexto, estudos voltados para a caracterização da qualidade da madeira de espécies potenciais, são cada vez mais necessários. (CARVALHO, 1996; LOBÃO, 2010; CARDOSO, 2012).

O conhecimento das propriedades físicas, mecânicas, químicas e anatômicas da madeira são determinações fundamentais que preconizam e justificam significativamente a utilização de determinadas espécies no mercado (WIEMANN & WILLIAMSON, 2012), sendo a combinação destas os requisitos necessários para a escolha das finalidades as quais serão destinadas (MEDEIROS *et al.*, 2016). Neste contexto, destaca-se a densidade básica como um dos elementos básicos de avaliação pela forte relação com as propriedades físicas e mecânicas (ANTONY *et al.*, 2015) de modo que diversas pesquisas em diferentes condições e aplicabilidades têm sido estudadas (MOYA & MUNOZ, 2010; KLOIBER *et al.*, 2012; WIEMANN & WILLIAMSON, 2012; SKARVELIS & MANTANIS, 2013; SILVEIRA *et al.*, 2014; PONNETH *et al.*, 2014).

Associado a tais fatos, outras condições como as variações anisotrópicas da madeira, também devem ser consideradas quando da escolha do material, pois quanto menor a alteração da madeira melhor será sua qualidade (GALVÃO & JANKOWSKY, 1985; TRIANOSKI *et al.*, 2013; ALMEIDA *et al.*, 2017). Assim como a qualidade da trabalhabilidade determinada pelos testes de usinagem, uma vez que predizem o comportamento com base sistemática de diferentes produtos em relação às operações de máquina (ASTM, 2011), principalmente, quando se refere ao uso de espécies nativas da Amazônia, que apresentam diversidade em suas características tecnológicas (TAQUES & ARRUDA, 2016).

Contudo, devido a elevada complexidade deste material, a caracterização de parâmetros isolados pode não ser suficiente para uma indicação adequada de seu uso. De acordo com Melo *et al.*, (2010), a determinação de diversas propriedades e a sua análise conjunta torna-se a solução mais adequada. Para Lobão *et al.*, (2010), a junção dessas informações e comparações fundamenta a escolha de espécies substitutas.

Como ferramenta para a análise conjunta destas informações pode ser utilizado técnicas de agrupamento de espécies, de modo que indivíduos que apresentem características

tecnológicas similares sejam utilizados para finalidades semelhantes, desse modo as análises de agrupamento são consideradas técnicas eficazes para esta finalidade (MELO *et al.*, 2013).

É conhecido que nem todas as espécies madeireiras tem a mesma vizibilidade de mercado e considerando que toda a madeira é nobre, é importante viabilizar estudos sobre espécies com menor aptidão comercial, proporcionando informações sobre suas características tecnológicas de maneira a diminuir a intensa exploração sobre espécies já tradicionalmente comercializadas, buscando-se a substituição destas por outras com características semelhantes.



## PRESSUPOSTO

O conhecimento tecnológico das propriedades físicas da madeira bem como suas características de usinagem, fortalece a inserção de novas espécies para comercialização.

## **2. OBJETIVOS**

### *2.1. Geral:*

Propor grupos de espécies de madeiras da Amazônia com propriedades tecnológicas semelhantes a espécies com alta comercialização para serem inclusas na lista de espécies de interesse comercial.

### *2.2. Específicos:*

- I. Avaliar as propriedades físicas das madeiras das espécies selecionadas em áreas de manejo florestal;
- II. Avaliar a usinagem das madeiras das espécies selecionadas;
- III. Agrupar as espécies com base em suas propriedades tecnológicas.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Manejo florestal

O manejo florestal sustentável (MFS) é a atividade que garante a disponibilidade dos serviços florestais econômicos, ambientais e sociais para as próximas gerações (SABOGAL *et al.*, 2006). Faz-se por meio da adoção de técnicas de planejamento com o objetivo de reduzir os danos ambientais durante a extração da madeira, a fim de assegurar a manutenção da área explorada para o ciclo de corte futuro permitindo uma melhor regeneração da floresta de modo a recuperar sua estrutura e composição após exploração (VERÍSSIMO & PEREIRA, 2014).

De acordo com Barreto *et al.*, (1998), por meio desta atividade, os impactos negativos e os ciclos de corte podem ser reduzidos, ao passo que os lucros da exploração tendem a aumentar, possibilitando o aumento da rentabilidade da extração da madeira.

No Brasil, o manejo florestal caracteriza-se a partir da Instrução Normativa (IN) nº80, de 24/09/1991, que propôs ações objetivas, como a determinação do ciclo de corte mínimo de 20 anos. A Instrução Normativa N°4, de 04/02/2002 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), contempla aos planos de manejo florestal modalidades as quais se referem a empresarial, pequena escala e comunitário.

Os critérios adotados que classificam a prática do MFS são considerados a partir do inventário 100%; delimitação da Área de Manejo Florestal (AMF) e das Unidades de Produção Anual (UPA); planejamento de estradas e ramais de arraste; corte planejado; arraste controlado; monitoramento do crescimento da floresta; e manutenção da infraestrutura.

#### 3.2. Propriedades tecnológicas da madeira

Por ser um produto natural do sistema biológico das plantas a madeira apresenta grande diversidade e variabilidade nas suas propriedades (TSOUMIS, 1968; SCHNIEWIND, 1989). As propriedades físicas, mecânicas e químicas das madeiras são fundamentais para definir as aplicações, e assim dimensionar com segurança o uso adequado. Segundo Faria *et al.*, (2019), estudar essas características que influenciam no

comportamento tecnológico, refletem diretamente o processo de industrialização e assim os parâmetros permitem que as madeiras sejam classificadas em usos as quais se mostram mais apropriadas (ARAÚJO, 2007).

As avaliações dessas propriedades são obtidas por meio de ensaios de laboratório, com uso de equipamentos próprios, seguindo as normas que especificam os métodos, fórmulas de cálculo, formas e dimensões de corpos de prova. Quanto às normas de ensaios mais aplicadas nos ensaios mundialmente são: American Society for Testing and Materials (ASTM), British Standard Institution (BSI), International Organization for Standardization (ISO) e Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT). No Brasil, existem as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (ARAÚJO, 2007).

### 3.2.1. Propriedades físicas

As propriedades físicas da madeira englobam as características inerentes da espécie tais como: teor de umidade, densidade, estabilidade dimensional, propriedades mecânicas e térmicas, acústicas e condutibilidade elétrica. Tais propriedades são estabelecidas através de avaliação qualitativa e quantitativa e manipulação de amostras de madeira, sendo submetidas a procedimentos de secagem, saturação e análise microscópica para sua descrição anatômica. A densidade (ou massa específica) e a instabilidade dimensional estão entre as propriedades físicas principais.

A densidade é considerada a mais importante segundo Kollmann e Côté (1968), e normalmente é o ponto de partida nos estudos da qualidade da madeira, podendo prever ou estimar o comportamento, auxiliar na otimização da produção da madeira, dos tratamentos silviculturais e na elaboração e a condução dos planos de corte, e ainda, ser um subsídio para avaliação econômica da floresta. De acordo com Oliveira *et al.*, (2005), Batista *et al.*, (2010) e Braz *et al.*, (2014), essa propriedade correlaciona-se diretamente com a maior parte das outras propriedades e também com a composição celular da madeira, expressando sua qualidade final e seu comportamento nos processos tecnológicos e industriais.

Pode ser determinada por três maneiras, densidade básica (definida pela relação entre a massa seca e volume saturado), densidade aparente (relação entre a massa e o volume nas mesmas condições de umidade) e densidade a 0%. A tabela 1 relaciona as três classes de densidade proposta por Melo *et al.*, (1990).

**Tabela 1:** Classe de densidade básica.

<b>Classes</b>	<b>Densidade</b>
$\leq 0,50 \text{ g/cm}^3$	Leve
$0,51 - 0,72 \text{ g/cm}^3$	Média
$\geq 0,73 \text{ g/cm}^3$	Alta

Fonte: Melo (1990).

Outra importante variável física é a instabilidade dimensional ou retratibilidade, representada pela variação das dimensões (linear e volumétrica) em função do teor de umidade. Esta propriedade é responsável pela variação das dimensões das peças de madeira, que ocorrem quando há alteração, ou seja, ganho e perda do teor de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF) (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Segundo Mori *et al.* (2003), a retratibilidade varia muito de uma espécie para outra e com o modo de secagem, podendo inchar ou contrair de acordo com a umidade relativa do meio em que se encontra. Os mesmos autores ainda ressaltam que, quanto menores as contrações, melhores serão as suas propriedades. As espécies de madeiras que apresentam baixa retratibilidade em geral são as que, demonstram boa trabalhabilidade e podem ser indicadas para diferentes usos.

Os dados referentes à estabilidade dimensional são obtidos por meio de análise dos três diferentes planos ou superfícies da madeira. Estes planos ou superfícies são: transversal (também denominado corte transversal), longitudinal radial e longitudinal tangencial (CORADIN & CAMARGO, 2002). Kollmann & Côté (1968), afirmam que a diferença entre a retratibilidade tangencial e a radial pode ser explicada pela influência restritiva dos raios na direção radial e também pelo diferente arranjo helicoidal das microfibrilas nas paredes tangenciais e radiais.

A relação entre a contração tangencial e radial é o coeficiente ou fator anisotrópico. Vários autores relatam que esse é o índice mais importante para avaliar a estabilidade dimensional da madeira definido pela relação das contrações tangencial pela radial (T/R). De acordo com Nock *et al.* (1975), a sua determinação constitui um importante subsídio para a correta condução do processo de secagem e a utilização final do produto, com o intuito de

minimizar a ocorrência de possíveis defeitos na madeira, estão apresentados a seguir os coeficientes para avaliação da qualidade da madeira segundo sua anisotropia (Tabela 2).

**Tabela2:** Coeficiente de anisotropia.

<b>Coeficiente de anisotropia</b>	<b>Qualidade da madeira</b>
< 1,5	Madeira muito estável
1,6 – 2,0	Média baixa
2,0 – 2,5	Média alta
> 2,6	Madeira muito instável

**Fonte:** Galvão e Jankowsky (1984).

### 3.2.2. *Propriedades anatômicas*

O estudo dos diversos tipos de células que constituem o lenho (xilema secundário), suas funções, organização, peculiaridades estruturais e relações com a atividade biológica do vegetal se dão por meio da caracterização anatômica da madeira (BURGER & RICHTER, 1991). De modo a auxiliar cientificamente o reconhecimento e identificação de madeiras e/ou árvores, com os objetivos de: (i) conhecê-la visando ao seu emprego correto; (ii) identificar espécies; (iii) distinguir madeiras aparentemente idênticas; (iv) prever utilizações adequadas de acordo com suas características estruturais; (v) prever e compreender o seu comportamento no que diz respeito a sua utilização (BOTOSSO, 2011).

Para identificação científica da madeira são utilizadas duas técnicas distintas a macroscópica e a microscópica (COPANT, 1973; IBAMA, 1991).

As características macroscópicas podem ser reunidas em dois grupos distintos: as organolépticas e as anatômicas. As características organolépticas ou sensoriais englobam: cor, brilho, odor, gosto, grã, textura, densidade, dureza e desenhos da madeira. Por sua vez, as características anatômicas reúnem aspectos relacionados aos anéis de crescimento (ou camadas de crescimento), bem como a forma, tamanho ou distribuição de elementos celulares, como: vasos (ou poros), parênquima axial e raios parenquimáticos. Essa observação se processa normalmente à vista desarmada (a olho nu) ou com uso de uma lupa (conta-fios) ou lente com aumento de 10 vezes.

A identificação microscópica, são observadas as características e particularidades dos tecidos e das células constituintes do xilema secundário (lenho), frequentemente, definidas previamente no exame macroscópico, mas não podem ser devidamente analisadas sem o uso de microscopia óptica. Nesse nível de observação, são considerados aspectos do lenho, como: tipos de pontuações (ex.: intervasculares: contato entre vasos; raio-vasculares: entre raios e vasos; parênquima-vasculares: entre parênquima axial e vasos), tipo de ornamentação das paredes celulares (espessamentos, idênturas, etc.), composição celular dos raios parenquimáticos, dimensões celulares, presença de inclusões inorgânicas (cristais, sílica), entre outras características importantes para identificação e utilização da madeira.

### 3.2.3. *Propriedades organolépticas (sensoriais)*

As propriedades sensoriais (organolépticas) da madeira são aquelas relacionadas aos órgãos sensitivos, como cor, cheiro, gosto, grã, textura e desenho que se apresentam no material. São diretamente ligadas ao seu valor decorativo e ornamental. A avaliação dessas características, são utilizadas como complemento unidas as outras, reforçando as identificações anatômicas (MORESCHI, 2014).

#### 3.2.3.1. *Cor*

De acordo com Moreschi (2014), a cor que a madeira apresenta é originada por substancias como resinas, gomas, goma-resina, derivados tânicos e corantes específicos, depositadas no interior das células que constituem o material lenhoso, como também impregnadas nas suas paredes celulares.

Segundo Mady (2000), a cor da madeira tem grande influência na sua comercialização e pode definir o seu melhor uso. Para autores como Mori *et al.*, (2003), a cor é considerada um índice de classificação e qualidade da madeira e que o padrão de coloração de uma madeira pode variar em tonalidades que vão desde o bege claro até o marrom escuro. Com essa variação, existem madeiras amarelas, avermelhadas, roxas e laranjadas. Os autores acrescentam ainda que as características anatômicas, como camadas de crescimento, vasos, raios e tipos de parênquima axial, podem influenciar na cor da madeira. A variação da cor natural da madeira é facilmente perceptível aos olhos humanos.

### 3.2.3.2. *Textura*

A textura é definida como o caráter que se refere às dimensões, distribuição e abundância relativa dos elementos constituintes do xilema secundário, observados no plano transversal, considerando também a frequência de vasos e a quantidade e distribuição de células parenquimáticas (IAWA, 1989).

Segundo Moreschi (2014), os tipos de texturas são descritos de acordo com o grau de uniformidade pela madeira:

**Textura fina:** Apresenta-se em madeiras cujos vasos têm dimensões muito pequenas e se encontram distribuídos principalmente na forma difusa do lenho, parênquima escasso e tecido fibroso abundante, conferindo à madeira uma superfície homogênea e uniforme.

**Textura grossa ou grosseira:** Apresenta-se em madeiras com poros grandes e visíveis a olho nu (diâmetro tangencial maior que 250  $\mu\text{m}$ ), parênquima axial abundante ou raios lenhosos largos.

**Textura média:** Quando ocorre a situação intermediária entre a textura grossa e a textura fina.

Para Silva *et al.*, (2005), a identificação da textura da madeira é um parâmetro importante para o acabamento superficial, no que diz respeito à aplicação de vernizes e adesivo.

A textura fina é a de boa trabalhabilidade resultando em um bom acabamento, já a textura grossa não obtém o mesmo resultado, por este motivo é considerada para a indústria como um gasto adicional com os polímeros e com materiais para colagem, fazendo-se necessário uma avaliação desse material antes do preparo de cobertura (Silva *et al.*, 2005).

### 3.2.3.3. *Desenho*

O termo desenho da madeira para Moreschi (2014), é usado para descrever a aparência natural das faces da madeira, resultante das várias características macroscópicas (cerne, alborno, cor, grã) e, principalmente, dos anéis de crescimento e raios.

O mesmo autor comenta que anormalidades da madeira causam esses desenhos considerados especialmente atraentes, tais anormalidades podem ser a grã irregular, fustes bifurcados, nós, crescimento excêntrico e deposições irregulares de substâncias corantes. Existindo até denominações especiais para certos tipos de desenhos, como “figura prateada”,

por efeito do brilho dos raios, e “olho de passarinho”, que é causado pela presença de brotos adventícios. Essas condições são padrões altamente decorativos

Slooten e Souza (1993) afirmam que comercialmente o termo desenho se limita a padrões altamente decorativos. Já para Mady (2000), o conjunto desses desenhos e alterações do caráter decorativo a torna facilmente distinta das demais podendo acentuar consideravelmente a valorização da espécie no mercado.

#### 3.2.3.4. Grã

A madeira também é um material altamente anisotrópico, ou seja, suas propriedades variam conforme sua orientação longitudinal, radial ou tangencial. A direção longitudinal é paralela ao eixo de crescimento da árvore e também é referida como a direção paralela à grã, uma vez que a maioria dos elementos xilêmáticos está alinhada paralela a este eixo (JANKOWSKY *et al.*, 1986; SCHNIEWIND, 1989).

De acordo com Castro e Silva (2009), os tipos de grã presente na madeira são:

**Grã direta ou reta:** Ocorre quando as células são paralelas ao crescimento vertical, é o tipo de grã considerada normal, apresentando os tecidos axiais orientados paralelamente ao eixo principal do fuste da árvore ou de peças confeccionadas da madeira, essa grã na prática contribui para uma elevada resistência mecânica, de fácil desdobro e processamento, e não provoca deformações indesejáveis por ocasião da secagem da madeira.

**Grã irregular:** Ocorre quando a grã apresenta desvios ou inclinações em relação ao eixo principal do tronco, circundando o eixo da árvore. São os tipos de grã cujos tecidos axiais apresentam variações na orientação, em relação ao eixo principal do fuste da árvore ou de peças de madeira, elas podem ser distinguidas em grã espiral, grã entrecruzada, grã ondulada e grã inclinada.

### 3.3. Usinagem da madeira

Os testes de usinagem são feitos para determinar a qualidade da trabalhabilidade e características de diferentes espécies de madeira e de diferentes materiais de painel de madeira sob uma variedade de operações de máquinas, como são encontrados na prática de fabricação comercial. Os testes fornecem uma base sistemática para comparar o comportamento de diferentes produtos em relação às operações da máquina e avaliar seu



potencial para certos usos, onde essas propriedades são de primordial importância (ASTM, 2011).

Para as indústrias madeireiras o conhecimento das propriedades da madeira é fundamental para garantir qualidade do produto e a otimização do uso da matéria prima, principalmente, quando se refere ao uso de espécies nativas da Amazônia, que apresentam diversidade em suas características tecnológicas. O conhecimento básico das propriedades de uma espécie durante o processo de usinagem proporciona uso adequado, contribui para melhor aproveitamento da matéria prima, conseqüentemente menor desperdício de madeira. A avaliação da usinagem é de grande importância nas indústrias moveleiras, pois requer a transformação de peças rústicas em decorativas, o que agrega valor ao produto e melhora as qualidades de acabamento nas peças (TAQUES & ARRUDA, 2016).

As atividades de transformação da madeira nas fábricas de móveis caracterizam-se por operações como o destopo, o aplainamento, o corte, a fresagem e as furações. A seqüência varia de acordo com a rotina da empresa, da estrutura do produto, do modelo de organização (layout) da programação definida, mediante a capacidade produtiva e dos recursos disponíveis (LUCAS FILHO & BOEHS, 2007). Devido à baixa competitividade da indústria de produtos de alto valor agregado no país, diversos estudos estão sendo direcionados para a melhoria dos processos de usinagem da madeira como forma de promover melhorias no sistema produtivo, reduzindo desperdícios e melhorando a eficiência e a competitividade de produtos.

A madeira apresenta propriedades físicas e mecânicas diferenciadas nos planos transversal, tangencial e radial. Como consequência, a usinagem da madeira também será diferenciada nestes planos. Quando o corte é efetuado na direção dos raios, as forças geradas para cortar são aproximadamente 12% maiores que quando o mesmo é efetuado perpendicularmente a estes. A utilização correta e racional da madeira, depende, portanto, do conhecimento não só de suas características físicas e mecânicas, mas também da aptidão à usinagem (TAQUES & ARRUDA, 2016).

Segundo Carvalho *et al.*, (2010), o entendimento sobre o correto modo de se usar a madeira de uma determinada espécie é importante, pois influencia economicamente a produção, reduzindo perdas com a necessidade da adição de mais uma etapa de usinagem e melhorando o acabamento superficial da madeira, aumentando, assim, seu valor agregado.

Lucas Filho & Boehs (2007), cita a necessidade de gerar alternativas para a melhoria da qualidade dos produtos e da eficiência dos processos de transformação industrial da madeira, o que resultaria em menos desperdício de recursos produtivos, redução dos custos de produção e melhoria da qualidade dos produtos fabricados e uma melhor compreensão das relações de causa e efeito entre as variáveis envolvidas na usinagem da madeira (condições de corte, espécie de madeira, geometria e materiais das ferramentas) necessárias para o correto dimensionamento e planejamento do sistema de fabricação em padrões competitivos de desempenho e eficiência.

### 3.4. *Análises de cluster*

A análise de conglomerados (*cluster analysis*) é uma técnica multivariada de classificação que objetiva agrupar dados de acordo com as similaridades entre eles. Agrupa um conjunto de dados heterogêneos, em grupos com homogeneidade, utilizando um critério fixado (BEM *et al.*, 2015).

Para Azambuja (2005), a construção de um simples grupo a partir de um conjunto de elementos é necessário utilizar algum critério de proximidade ou tipo de medida que possibilite a comparação entre os componentes desse conjunto, tornando possível verificar se um dado elemento A é mais parecido com B do que com C. Para Bem *et al.*, (2015), pode ainda ser descrito da seguinte forma: dado um conjunto de  $n$  indivíduos para os quais existe informação sobre a forma de  $p$  variáveis, o método agrupa os indivíduos em função da informação existente, de modo que os indivíduos de um grupo sejam tão semelhantes quanto possível e sempre mais semelhantes aos elementos do mesmo grupo, do que a elementos dos restantes grupos.

Segundo Alencar (2009), faz-se necessária a definição de um coeficiente de mensuração que quantifique a distância entre os objetos da análise e mostre quanto dois elementos de um conjunto são similares. Esses coeficientes são denominados: Coeficiente de Similaridade ou Parecença e Coeficiente de Dissimilaridade. O Coeficiente de Similaridade é aquele cujo maior valor observado represente a maior proximidade, como é o caso do Coeficiente de Correlação. O Coeficiente de Dissimilaridade indica que quanto maior for o valor observado menor é a proximidade e menos parecidos são aqueles objetos (ALENCAR, 2009; LINDEN, 2009).

Neste sentido, para medir a diferença geométrica no espaço multidimensional entre as variáveis pesquisadas, utiliza-se a distância euclidiana, que consiste na raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças de valores para cada variável. Os coeficientes de dissimilaridade, como é o caso da Distância Euclidiana, são mais adequados para as variáveis quantitativas (BASSAB *et al.*, 1990). A Distância Euclidiana é o coeficiente de dissimilaridade mais conhecido e mais utilizado para indicar a distância entre objetos da análise. Trata-se, objetivamente, da distância geométrica entre dois pontos no espaço. Cada observação é tomada como sendo um ponto e o cálculo do coeficiente representa a distância física entre cada uma delas. No entanto é conveniente que os dados sejam padronizados para que se evitem erros provocados pelas diferenças de escala associadas a dimensões (ALENCAR, 2009).

O número de técnicas e algoritmos para a formação de agrupamentos é grande e diversificado (ALENCAR, 2009). Segundo Bassab *et al.* (1990) existem três grandes técnicas voltadas para a formação de agrupamentos: *a) Técnicas Hierárquicas*, nas quais os objetos, ou observações, são classificados em grupos em diferentes etapas produzindo uma árvore de classificação; *b) Técnicas de Partição*, nos quais os grupos obtidos produzem uma partição no conjunto de objetos e *c) Técnicas de Cobertura*. Trata-se então de uma classificação por similaridade, tendo como princípio básico a busca da maximização de semelhança intraclasses e maximização de diferenças interclasses (ALENCAR, 2009; CARVALHO *et al.*, 2006).

De acordo com Bem *et al.*, (2015), a análise de agrupamento pode ser usada para descobrir estruturas em dados sem fornecer uma explicação/interpretação. Em outras palavras, a análise de agrupamento simplesmente descobre as estruturas de dados sem explicar por que elas existem.

Segundo Hair *et al.*, (1998) a análise de cluster é um conjunto de técnicas estatísticas cujo objetivo é agrupar objetos segundo suas características, formando grupos ou conglomerados homogêneos. Roses e Leis (2002) chamam a atenção no sentido de que os conglomerados obtidos devem apresentar tanto uma homogeneidade interna (dentro de cada conglomerado), como uma grande heterogeneidade externa (entre conglomerados).

Portanto, se a aglomeração for bem sucedida, quando representados em um gráfico, os objetos dentro dos conglomerados estarão muito próximos enquanto os conglomerados distintos estarão afastados, logo essa similaridade explica a existência prévia.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

Este estudo foi realizado com amostras coletadas na área da empresa Mil Madeiras Preciosas Woods, que compreende aos municípios de Itacoatiara, Itapiranga e Silves, com sede localizada no município de Itacoatiara cerca de 230 km à leste de Manaus, AM.

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da área de estudo está classificado como Amw -Tropical Chuvoso (KOTTEK, 2006), possui como característica altas precipitações durante quase todo o ano, diferindo apenas por apresentar maiores precipitações pluviométricas, entre os meses de janeiro a março (PEEL, FINLAYSON e MCMAHON, 2007). Os solos estão classificados no grupo dos Latossolos Amarelos Distróficos, de acordo com o Mapa Geral de Solos do Brasil (RADAMBRASIL, 1978), de baixa fertilidade natural, alta toxidez de alumínio e textura argilosa (MENDONÇA, 2003).

As espécies comerciais estão localizadas na área de terra firme constituída pela Floresta Ombrófila Densa. Também podem ser encontradas as formações vegetais de Floresta de Igapó e Campinarana (PWA, 2013).

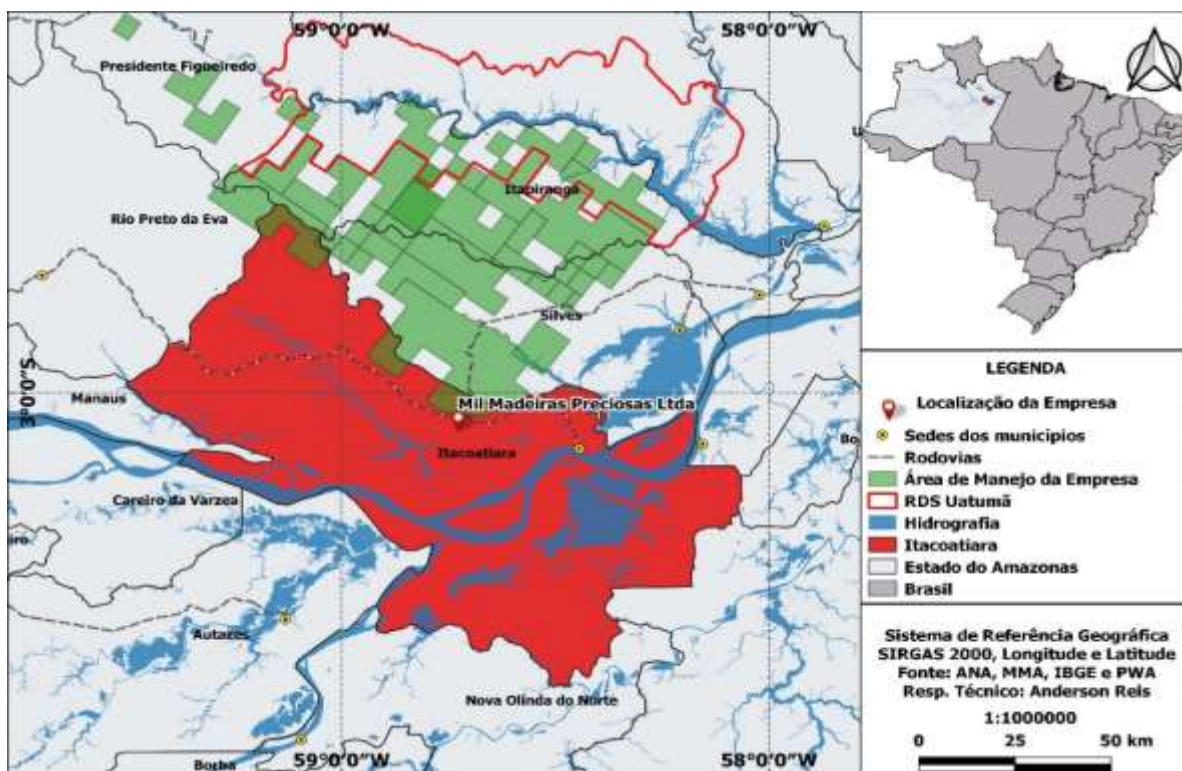


Figura 1. Mapa de localização do local de coleta: Empresa Mil Madeiras Preciosas LTDA.

#### 4.2 Coleta do material

A pesquisa foi realizada com espécies que compõem a lista de exploração permitida pelos órgãos ambientais (IPAAM e IBAMA) para a área de manejo florestal, acompanhando a safra dos anos 2018 a 2019.

A base científica do plano de manejo da empresa é do sistema policíclico Celos do Suriname que se baseia na condição de regeneração natural das espécies. Dessa forma, a colheita florestal da empresa é feita por períodos, em unidades de UPA (Unidade de Produção Anual), com base nos inventários monitorados realizados na área.

A derruba das árvores consistiu após a identificação por meio de placas e de informações como: diâmetro a altura do peito (DAP), nome da espécie, a qualidade e localização no mapa, além de um minucioso mapeamento dos cursos d'água e do relevo da área.

Após a derruba, foram retirados discos de 10 cm de espessura da base de cada uma das árvores e identificados com nome vulgar, nome científico e família botânica, em campo pela equipe técnica responsável (Figura 2). Após a identificação *in loco*, as amostras foram posteriormente conduzidas ao laboratório de engenharia e artefatos da madeira – LEAM/INPA para proceder com a caracterização geral das madeiras, seleção de espécies e confecção dos corpos de prova.



**Figura 2.** Discos coletados na área de manejo.

#### 4.3. Seleção das espécies

Diante da identificação das amostras, obteve-se uma seleção de indivíduos de interesse. Foi verificado junto aos dados fornecidos pela empresa, a relação de aptidão comercial das espécies manejadas. Visando elaborar a segregação, a seleção consistiu no conjunto de 9 espécies para caracterização, segundo critérios de disponibilidade para amostras, qualidade do material e demanda de mercado.

Deste modo, o balanço comercial apresentado pela empresa consta a existência de espécies com menor aptidão comercial, destacando: *Cariniana micrantha* Ducke, *Caryocar glabrum* (Aubl.) e *Piptadenia suaveolens* Mig, que representam 33,3% do universo total amostrado neste estudo (Tabela 3).

Tabela 3. Espécies selecionadas para caracterização tecnológica.

ID	Nº Amostras	Nome Científico	Nome Popular	Família Botânica
PIMA	5	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth.	Pequiá-marfim	Apocynaceae
MUIR	5	<i>Astronium lecointei</i> Ducke.	Muiracatiara	Anacardiaceae
TAUV	5	<i>Cariniana micrantha</i> Ducke.	Tauari-vermelho	Lecythidaceae
PANA	5	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiarana	Caryocaraceae
PIQU	5	<i>Caryocar villosum</i> Pers.	Pequiá	Caryocaraceae
SUPR	5	<i>Diploptropis racemosa</i> Amsh.	Sucupira-preta	Fabaceae
JUPO	5	<i>Martiodendron elatum</i> Gleason.	Jutaí-pororoca	Caesalpiniaceae
LOGA	5	<i>Ocotea rubra</i> Mez.	Louro-gamela	Lauraceae
TIMB	5	<i>Piptadenia suaveolens</i> Mig.	Timborana	Mimosaceae

ID = Identificação das espécies no banco de dados da empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda.

#### 4.4. Caracterização geral da Madeira

A caracterização macroscópica foi realizada no Laboratório de Anatomia da Madeira – LAM do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. A análise foi efetuada com base nas técnicas específicas usualmente aplicadas na identificação anatômica macroscópica

da madeira, seguindo as orientações contidas nas normas técnicas (COPANT, 1974. IBAMA, 1991). Observou-se principalmente, as características sensoriais e anatômicas macroscópicas, corroborando com criteriosas observações por meio de comparação (confronto), tendo como suporte a Coleção Botânica/COTI/INPA.

Dos discos da madeira foi retirado uma cunha, onde foram demarcadas para posterior preparação dos corpos-de-prova orientados nas direções tangencial, radial e longitudinal nas dimensões 1,5 x 1,5 x 3 cm, respectivamente, como mostra a figura 3. As estruturas foram analisadas com auxílio de lupa conta fios de 10 x de aumentos e através de análises de imagens.



**Figura 3.** Amostras para a caracterização anatômica.

#### 4.5. Determinação das propriedades físicas

##### 4.5.1 Amostragem

Novamente foi retirada uma nova cunha do mesmo disco, para a preparação do material visando a determinação da densidade básica, contração tangencial/radial e coeficiente de anisotropia, de acordo com as normas ABNT NBR 7190 (1997) e NBR 11941 (2003). Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira – LEAM/INPA.

Ao total confeccionou-se 45 corpos de prova divididos em 5 amostras padronizados para cada indivíduo nas dimensões de (2,0 x 2,0 x 3,0 cm), largura, espessura e comprimento, respectivamente sem a distinção do material cerne alburno. As faces paralelas orientadas



segundo os planos de crescimento (direções tangencial, radial e axial) e livres de defeitos, conforme norma citada (Figura 4).



**Figura 4.** Aspecto dos corpos de prova para a determinação da densidade básica e estabilidade dimensional. Total de cinco amostras por espécie.

#### 4.5.2 Determinação da Densidade Básica

As amostras foram totalmente submergidas em um recipiente contendo água destilada para saturação por 30 dias. O volume saturado ( $V_s$ ) foi determinado pelo método de deslocamento de líquido (hidrostático), com auxílio de uma balança digital com precisão de 0,01g e um Becker com água. Posteriormente, as mesmas foram colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar com temperatura regulada em  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , até massa constante obtendo-se, dessa forma, as massas secas das amostras ( $M_s$ ). As massas eram consideradas constantes quando a diferença entre duas pesagens consecutivas, medidas com diferença de 24 horas, era inferior a 1% (Figura 5).



**Figura 5.** Determinação da densidade básica e Estabilidade dimensional. (A) Saturação das amostras; (B) Medição de volume pelo método da balança hidrostática; (C) Pesagem do peso seco.



A densidade básica foi calculada com o uso da equação (1):

$$D_b = \frac{M_s}{V_v} \text{ (g.cm}^{-3}\text{)}$$

Em que:

$D_b$  = Densidade Básica, em (g.cm<sup>-3</sup>)

$M_s$  = Massa da amostra seca em estufa, em (g)

$V_v$  = Volume da amostra saturada ou verde, em cm<sup>3</sup>.

#### 4.5.3. Determinação da estabilidade dimensional e coeficiente de anisotropia

A estabilidade dimensional foi calculada a partir dos coeficientes lineares de contração tangencial (CT) e radial (CR), cujos valores foram obtidos nas mesmas amostras utilizadas no ensaio de densidade. As medidas das dimensões das amostras foram obtidas a partir das seções transversal e radial em pontos previamente marcados, em dois estados: saturado e seco em estufa. Neste teste utilizou-se como instrumento um paquímetro digital modelo Starrett Série 799 com precisão em zero absoluto.

Os coeficientes de contração foram calculados com o uso das equações 2 e 3.

Equação 2:

$$CT = \left( \frac{Dv_T - Ds_T}{Dv_T} \right) \times 100$$

Em que:

$CT$  = Coeficiente de contração linear tangencial, em %.

$Dv_t$  = Dimensão verde tangencial, em cm.

$Ds_t$  = Dimensão seca tangencial, em cm.

Equação 3:

$$CR = \left( \frac{Dv_r - Ds_r}{Dv_r} \right) \times 100$$

Em que:

**CR** = Contração radial, em %.

**Dv<sub>r</sub>** = Dimensão verde radial, em cm.

**Ds<sub>r</sub>** = Dimensão seca radial, em cm.

Com os dados de contração tangencial e radial calculou-se o coeficiente de anisotropia (CA) para cada uma das amostras das espécies estudadas. Esse coeficiente foi calculado com o uso da expressão abaixo.

Equação 4:

$$CA = \frac{CT}{CR}$$

Em que:

**CT** = Coeficiente de Contração Tangencial, em (%)

**CR** = Coeficiente de Contração Radial, em (%)

#### 4.5.4. Análise Descritiva

As análises estatísticas sobre as propriedades físicas das espécies foram realizadas segundo delineamento com um único fator (tratamento = indivíduos). Dessa forma foi realizada análise estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação) para as características físicas. Considerou-se o coeficiente de variação como medida de variabilidade, pois independe da unidade de medida, e permite comparar diferentes conjuntos de dados.

#### 4.6. Processo de usinagem

##### 4.6.1 Amostragem

Para as avaliações da trabalhabilidade da madeira, optou-se por utilizar pranchas de tamanho que variaram de 10 cm x 10 cm x 40 cm a 30 cm x 30 cm x 40 cm, de acordo com a disponibilidade do material fornecido pela empresa.

Essas peças foram solicitadas após a seleção de indivíduos a se trabalhar. Em sequência foram identificadas e classificadas de acordo com cada espécie, totalizando 9 peças de madeira para esse procedimento, um tratamento por indivíduo.

##### 4.6.2 Procedimentos realizados

Foram realizados testes de aplainamento, corte em serra circular, perfuração por brocas e trincas por pregos. As peças foram processadas e obtiveram classificação de acordo com os defeitos descritos em norma. Os procedimentos testados e analisados estão descritos na tabela 4.

**Tabela 4.** Procedimentos realizados nos testes de usinagem.

Teste de usinagem	Processo
Aplainamento	Utilizada plaina desempenadeira (corte de 1mm).
Corte	Utilizada uma serra circular (corte **mm)
Perfuração por broca	As furações foram realizadas utilizando uma furadeira vertical, brocas helicoidais de aço rápido de 6, 8, 10 e 22 mm de diâmetro. Os furos respeitaram uma distância de 25 mm entre si.
Perfuração por prego	Para o teste de fixação por pregos foram utilizados pregos de 1 x 7", 1 1/2 x 15", 2 x 14", 2 1/2 x 14" (especificação comercial). Os pregos foram transpassados nas extremidades dos corpos de prova com auxílio de um martelo, considerando uma distância de 10 mm das bordas e 20 mm entre si

Todos os ensaios foram realizados na oficina do LEAM/INPA, por profissionais treinados para esse procedimento. A oficina é equipada com maquinário atualmente utilizado pela indústria moveleira, cumprindo com uma das recomendações exigida pela norma, que requer utilizar equipamentos adequados para cada procedimento. Todos os ensaios realizados estão demonstrados na Figura 6.



**Figura 6.** (A) Aplainamento; (B) Corte Serra; (C) Perfuração por brocas; (D) Perfuração por prego.

#### 4.6.3 Avaliação da qualidade usinada.

Após a realização dos testes, as peças foram avaliadas de forma subjetiva, com a apreciação de avaliadores, aos quais se basearam em critérios de notas estabelecidos pela norma ASTM D-1666-11 (ASTM, 2011) (Tabela 5), avaliando o comportamento da madeira quanto à presença ou ausência de defeitos.

A avaliação foi realizada de maneira visual e tato, baseando-se na sensibilidade dos observadores, que compararam as peças com imagens fotográficas existentes na citada, que serve como parâmetro de avaliação dos resultados obtidos. Posteriormente, as avaliações foram realizadas e pelas notas dos avaliadores foi obtida a classificação da madeira para cada teste.

**Tabela 5.** Notas aplicadas às avaliações de peças em testes de usinagem

Nota	Classificação	Defeitos
1	Excelente	Ausência de defeitos
2	Bom	resença de menos de 50% de defeitos
3	Regular	Presença de 50% de defeitos
4	Ruim	Presença de mais de 50% de defeitos
5	Muito ruim	Presença de 100% de defeitos

Fonte: ASTM D-1666-11.

#### 4.7. Análise de agrupamento (Cluster)

Por se tratar de dados multivariados e objetivando identificar grupos de madeiras segundo a similaridade de características tecnológicas que possuem, optou-se por utilizar a Análise de conglomerado (Cluster analysis).

Esta é uma técnica de classificação que agrupa dados de acordo com semelhanças **Tabela 5.** Notas aplicadas às avaliações de peças em testes de usinagem existentes entre indivíduos a partir de um conjunto de dados heterogêneos, formando grupos homogêneos.

Tal técnica consiste em: dado um conjunto de **n** indivíduos para os quais existe informação sobre as variáveis, o método vai agrupando os indivíduos em função da informação existente, calculada a partir da diferença geométrica no espaço dimensional. Desse modo, os indivíduos de um grupo são mais semelhantes aos elementos do mesmo grupo, do que a elementos dos restantes grupos (Bem *et al.*, 2015).

Para a análise proposta, as variáveis determinadas foram: densidade básica, coeficiente de anisotropia e respostas aos processos de usinagem (aplainamento, corte, perfuração por broca e fendilhamento por prego), dos dois grupos de espécies estudadas.

Utilizou-se a distância euclidiana, que consiste na raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças de valores para cada variável, e é calculada pela equação 6:

$$d(i, j) = \sqrt{|x_{i1} - x_{j1}|^2 + |x_{i2} - x_{j2}|^2 + \dots + |x_{in} - x_{jn}|^2}$$

Onde: Faz-se a construção de uma matriz de semelhança ou diferenças, apuradas pela distância euclidiana, – a distância entre dois casos (i e j) é a raiz quadrada do somatório dos quadrados das diferenças entre os valores i e j para todas as variáveis ( $v = 1, 2, \dots, p$ ). - em que cada elemento da matriz descreve o grau de semelhança ou diferença entre cada dois casos, com base nas variáveis escolhidas. Dessa forma obtém-se a hierarquia do conjunto total das variáveis nos grupos, resultando os dendrogramas.

Para isso, selecionou-se o critério do método de Ward (método da variância), pois, a partir desse modo, pode-se inferir sobre a distância que começa com todos os objetos em um único grupo, sendo calculado como a soma de quadrados entre os grupos somados sobre todas as variáveis, e esse método tende a resultar em agrupamentos de tamanhos aproximadamente iguais, devido a sua minimização de variação interna. Dessa forma, as espécies são classificadas em grupos, em diferentes etapas, produzindo uma árvore hierárquica. Utilizou-se o programa Minitab Statistical Software, versão 2019.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

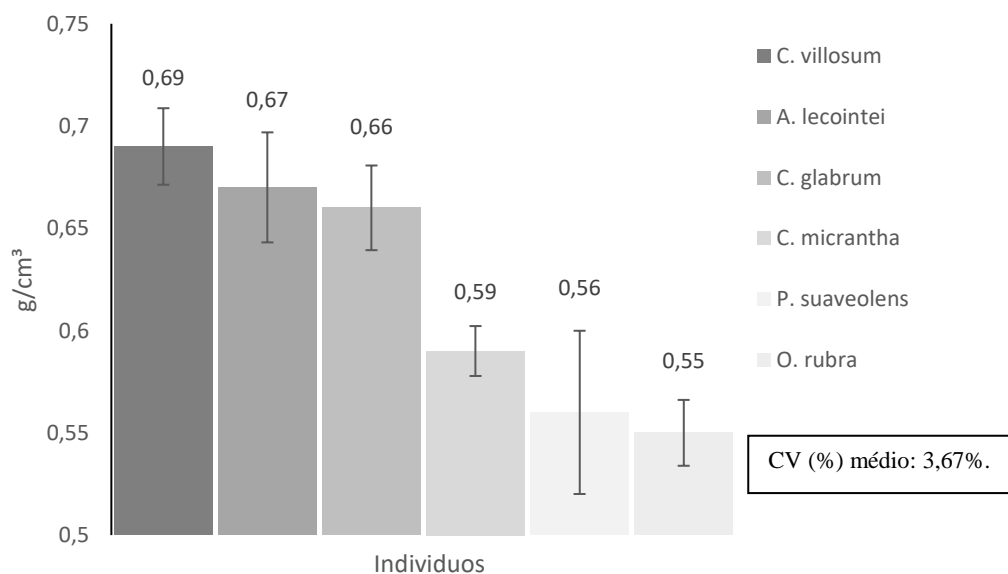
### 5.1 Caracterização tecnológica da madeira

#### 5.1.1 Densidade básica

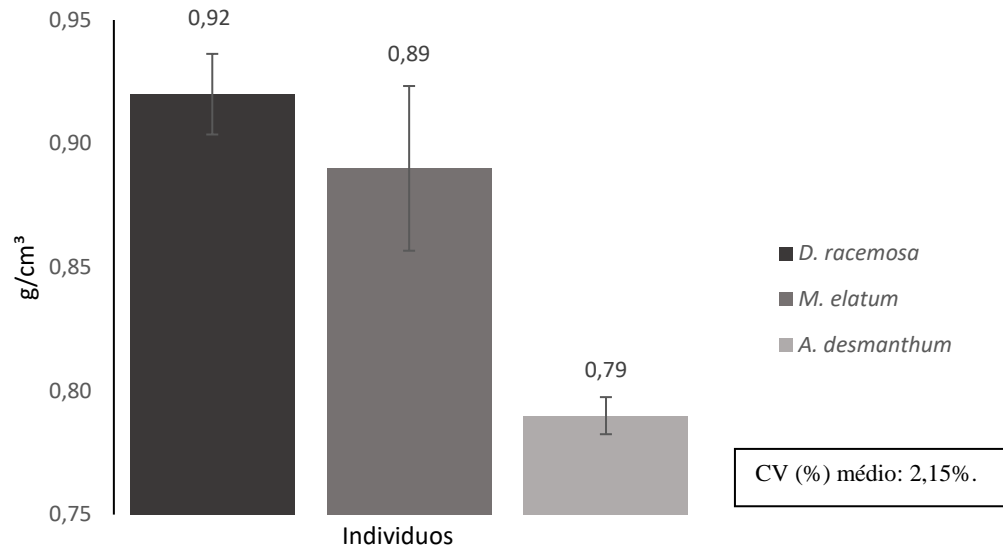
A densidade da madeira foi classificada, de acordo com os estudos de Melo *et al.*, (1990), Vale *et al.*, (2002, 2005), Coradin *et al.*, (2010) e Silveira *et al.*, (2013) onde se classifica as madeiras tropicais em baixa densidade aquelas que apresentam valores abaixo de  $0,550 \text{ g/cm}^3$ , média densidade aquelas com valores entre  $0,50$  e  $0,72 \text{ g/cm}^3$ , e madeiras pesadas ou de alta densidade aquelas com valores superiores a  $0,73 \text{ g/cm}^3$ .

A média da densidade básica para as espécies foi de  $0,70 \text{ g/cm}^3$ , os maiores valores foram registrados para Sucupira-preta (*Diploptropis racemosa*) e o menor valor foi encontrado para o Louro-gamela (*Ocotea rubra*).

A maior quantidade de indivíduos está concentrada na classe média. Estudos como de Silveira *et al.*, (2013) e Nascimento *et al.*, (2017), ao avaliarem madeiras comerciais da Amazônia, também chegaram ao patamar de classificação de média a alta densidade. Os valores médios determinados para cada espécie neste estudo estão dentro do intervalo esperado para espécies e famílias tropicais (BAKER *et al.*, 2004; CHAVE *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2015), nas figuras 7 e 8 estão apresentados os valores determinados assim como as análises descritivas dos valores de acordo com suas classificações.



**Figura 7.** Valores médios da densidade básica da madeira para a classe média ( $0,50 \text{ g/cm}^3 - 0,72 \text{ g/cm}^3$ ).



**Figura 8.** Valores médios da densidade básica da madeira para a classe alta ( $> 0,73 \text{ g/cm}^3$ ).

Os coeficientes de variação demonstraram homogeneidade entre as amostras e os seus respectivos comportamentos médios, a variação do desvio-padrão estão próximos à média indicando menores variações entre as madeiras observadas.

De modo geral, os resultados apresentam valores próximos aos encontrados para as mesmas espécies nas pesquisas do Laboratório de Produtos Florestais do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 1997), Araújo (2007), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2009), Longstom (2013) e Silveira *et al.*, (2013). Apenas para *D. racemosa* não foram encontrados dados comparativos, no entanto seu valor de densidade encontra-se na mesma classe que a espécie *D. purpurea*, que segundo o IPT (1997) apresenta  $\rho_{bac}=0,78 \text{ g/cm}^3$ .

Verificou-se ao comparar com os valores determinados na literatura, a variação existente tanto inferior quanto superior aos estabelecidos por esses estudos, o que pode ser explicada a partir da determinação da densidade básica considerando material cerne e albúrnio proposto nesta pesquisa. As análises, em sua grande maioria, consideram apenas as propriedades da madeira de cerne para determinar a massa específica básica, isso explica a variação nos valores aqui apresentados. A tabela 6 reúne as informações contidas na literatura



e mostra de forma simplificada as comparações de determinação de densidade que consideram apenas a região cerne da madeira.

**Tabela 6.** Dados comparativos contidos na literatura para a densidade básica.

<b>Espécies</b>	<b>Densidade básica (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Referência</b>
<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth.	0,69	IBAMA (1997)
<i>Astronium lecointei</i> Ducke.	0,79	IBAMA (1997)
<i>Cariniana micrantha</i> Ducke.	0,58	IPT (2009)
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	0,61	Araújo (2007)
<i>Caryocar villosum</i> Pers.	0,63	Araújo (2007)
<i>Diptotropis purpurea</i> Amsl.*	0,78	IPT (2009)
<i>Martiodendron elatum</i> Gleason.	0,78	Logsdon (2013)
<i>Ocotea rubra</i> Mez.	0,72	Silveira <i>et al.</i> , (2013)
<i>Piptadenia suaveolens</i> Mig.	0,76	Araújo (2007)

\*Espécie para valor comparativo.

Embora alguns valores apresentem-se de modo diferente ao relatado na literatura, observou-se que tal variação não alterou a classificação dessas espécies, uma vez que os valores não fugiram ao total. Ainda que haja variação do que a literatura relata, a classe de densidade das madeiras se manteve para a grande maioria dos indivíduos.

Fato que se confirma para Tauari-vermelho, onde a determinação do seu valor de densidade ainda que considere o alburno, é similar ao encontrado por IPT (1997). Para outras espécies também não ocorreram diferenciação de classe, como foi o caso de Pequiá, Piquiarana, Jutaí-pororoca, Louro-gamela e Sucupira-preta, onde a junção de cerne e alburno demonstraram a mesma qualidade de material em relação à densidade da madeira.

Acredita-se com base nestes resultados, que essas espécies são propícias a apresentarem maior rendimento superior ao permitido em legislação dada a partir da sua homogeneidade do material lenhoso (cerne e alburno). Haja vista que o baixo rendimento de algumas espécies, não se dá apenas pelos equipamentos ou madeiras com defeitos internos, mas também pela diferença de material lenhoso, uma vez que o alburno é descartado por falta de conhecimento de sua qualidade, de modo que o mercado consumidor madeireiro normalmente exclui esse material do seu processo produtivo.

No entanto, algumas espécies apresentaram valor de densidade diferente ao relatados na literatura, caso observado para Timborana ( $\rho_{bas}=0,56 < 0,79 \text{ g/cm}^3$ ) e Muiracatiara

( $\rho_{bas}=0,56 < 0,76 \text{ g/cm}^3$ ) com valor inferior, já para Pequiá-marfim ( $\rho_{bas}=0,79 > 0,69 \text{ g/cm}^3$ ) esse comportamento foi inverso. Atribui-se esse resultado à condição das amostras, em que houve maior quantidade de material alburno, concluindo que para essa espécie a relação cerne/alburno não foi satisfatória.

Para Burger & Richter (1991), a proporção de cerne e alburno é uma característica de cada espécie, idade, sítio, solo e clima, entre outros fatores. As variações nas características físicas e tecnológicas do cerne e do alburno estão fortemente relacionadas com a massa específica e a porosidade. O cerne é menos permeável devido à oclusão de vasos por tiloses durante a sua formação, essas tiloses acabam por entupir os vasos e as substâncias que se acumulam, devido a esse entupimento alteram a cor da madeira. Diferentemente, o alburno possui grande abundância de tecido parenquimático resultando na baixa durabilidade natural.

Além disso, as variações da densidade estão relacionadas de acordo com alguns autores à fatores como nichos ecológicos seletivos (WITTMANN *et al.*, 2006), estágios de sucessão (WIEMANN e WILLIAMSON 1988) ou sítios latitudinais, (WOODCOCK 2000; WIEMANN e WILLIAMSON 2002; SWENSON e ENQUIST 2007) que influenciam na formação de valores da densidade da madeira no nível da espécie e da comunidade arbórea.

Para Kollmann & Côté (1968), entre as diversas espécies de madeira são atribuídas às diferenças na estrutura da madeira e na presença de constituintes extrativos por unidade de volume. A estrutura é caracterizada pela proporção dos diferentes tipos de células (fibras, traqueídeos, vasos, canais de resinas e raios) e pelas suas dimensões, especialmente a espessura das paredes celulares, da inter-relação entre esses dois fatores, afetando a estrutura da madeira e, conseqüentemente, sua densidade. Isso explica o fato de Panshin & De Zeeuw (1980) afirmar que a densidade pode variar entre gêneros, espécies do mesmo gênero, árvores da mesma espécie e, até mesmo, entre diferentes partes da mesma árvore. Partindo desse princípio os resultados obtidos na presente pesquisa estão em conformidade aos apresentados nos estudos de Moutinho *et al.*, (2011) e Nascimento *et al.*, (2018).

A influência positiva de cerne e alburno na determinação da densidade básica para essas madeiras, permite predizer um padrão de qualidade ao se confirmar a inclusão do material de forma conjunta. Neste contexto, é perceptível a valorização do lenho da madeira por completo, resultando em produtos de alto valor agregado.

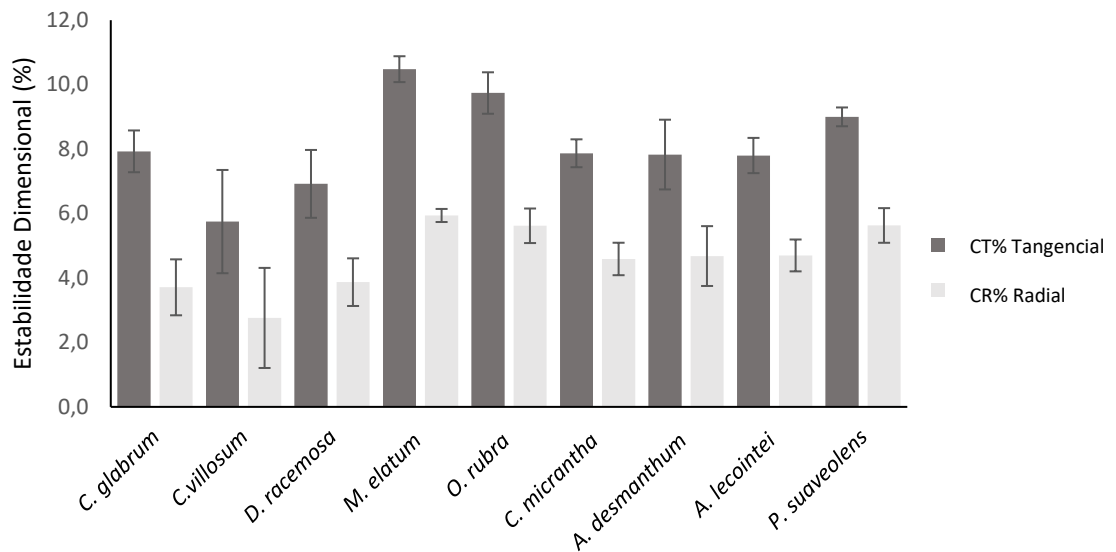
### 5.1.2. Variação dimensional

A variação dimensional causada pela alteração do teor de umidade por meio do processo de secagem, permitiu verificar o comportamento dessas madeiras quando secas em estufa. A diferença de capacidade entre as direções tangencial e radial é uma das principais causas dos defeitos da madeira que ocorrem durante o processo de secagem (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

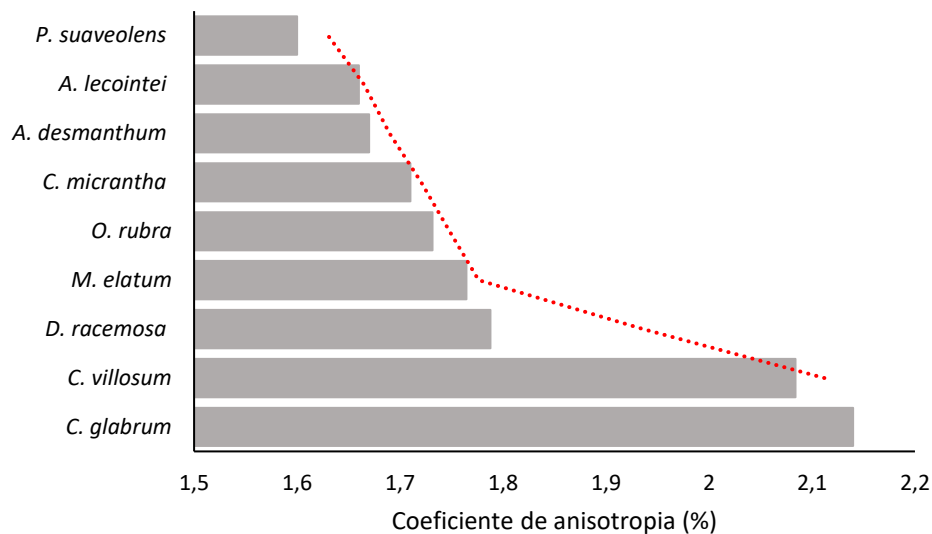
Com as relações de contração tangencial e radial, foi possível obter valores do coeficiente de anisotropia. A importância desse índice, portanto, é que, quanto maior for o seu distanciamento da unidade, mais propensa será a madeira a fendilhar e empenar durante as alterações dimensionais provocadas pela variação higroscópica, limitando o seu uso para diversas finalidades ou, ainda, exigindo técnicas específicas de utilização.

Quanto à estabilidade dimensional, de modo geral, observou-se para todas as espécies que a contração tangencial foi superior que a contração radial. Tais resultados corroboram com diversos autores, dentre eles Del Menezzi (2006), Araújo (2007) e Melo *et al.*, (2010), que afirmam ser a contração no sentido radial menor que a obtida no sentido tangencial, a qual é a mais importante para fins práticos de utilização da madeira maciça.

Para Durlo & Marchiori (1992), essa variação atribui-se as restrições oferecidas pelos raios no sentido radial. Segundo os autores, por estes estarem dispostos horizontalmente ao sentido das fibras, faz com que as madeiras se contraiam menos. Já a retatibilidade no sentido longitudinal da madeira é mínima, não oferecendo restrições ao emprego das peças. As relações de contração radial, tangencial e coeficiente de anisotropia estão apresentados nas figuras 9 e 10.



**Figura 9.** Valores médios da variação dimensional, CT: Contração tangencial e CR: Contração radial.



**Figura 10.** Valores do coeficiente de anisotropia.

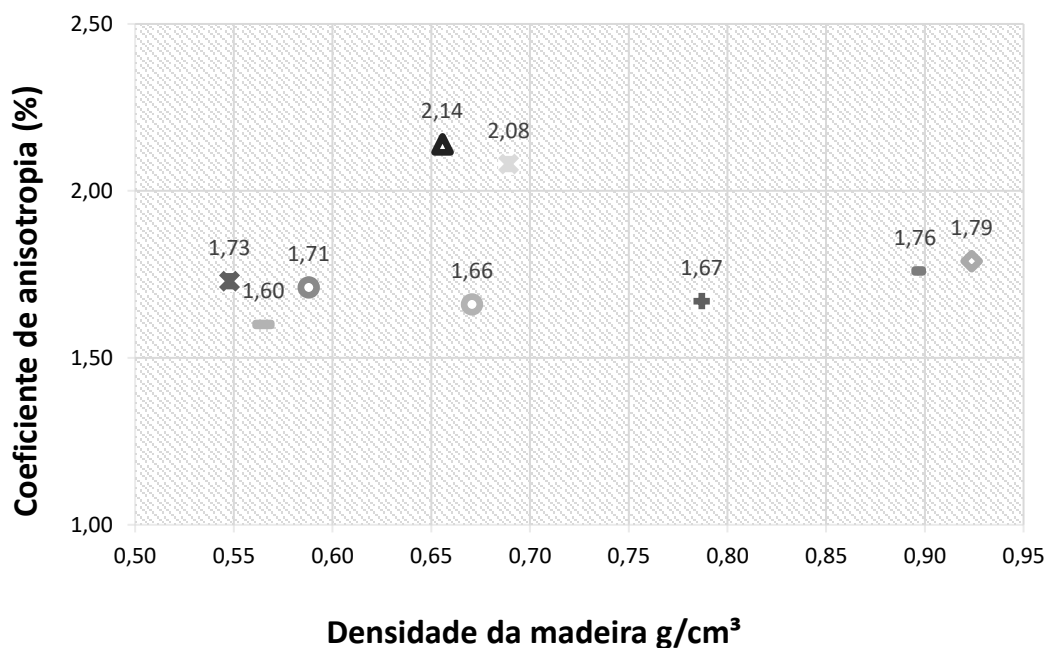
O coeficiente de anisotropia quando igual a 1, representa uma alteração igual de dimensões nos sentidos radial e tangencial, situação considerada ideal e que não provocaria formação de tensões internas, classificam a madeira como excelente, ou seja, são estáveis a processo de secagem. Neste estudo, a maior concentração de indivíduos está concentrada na faixa de 1,5 a 1,9. Considerada uma característica comum entre algumas espécies madeireiras da Amazônia, conforme observações em literaturas, de acordo com Miranda *et al.*, (2012), em

que afirma que coeficiente de anisotropia geralmente varia de 1,5 a 2,5. De forma geral, as espécies estudadas apresentaram variações dimensionais consideradas de média estabilidade, dentro da classificação proposta em literatura por Galvão e Jankowsky (1985).

Diante desses dados, pode-se dizer que essas madeiras não deverão apresentar problemas graves como a madeira serrada, desde que o processo de desdobramento seja conduzido de acordo com as técnicas recomendadas. Os valores determinados neste estudo são consistentes com outros obtidos para madeira de lei, por diversos autores como IPT (2003) analisando madeiras de Cupiuba, Cedrorana, Goiabão, Jacareuba, Pau Roxo, Tauary e Angelim apresentando anisotropia variando de 1,55% a 1,90%.

Para usos que envolvem estabilidade dimensional da madeira, a mais recomendada é aquela que apresentar o menor coeficiente de anisotropia (OLIVEIRA; SILVA, 2003), pois, quanto maior essa relação, maior será a tendência ao fendilhamento e ao empenamento da madeira (MIRANDA *et al.*, 2012). Segundo Moreschi (2009), madeiras com coeficiente de anisotropia maior que 2 têm sua aplicação limitada na fabricação de móveis, portas, janelas e instrumentos musicais, indicando que se trata de uma espécie instável dimensionalmente classificando a madeira como ruim.

Alguns autores como Kollman & Côté (1968), afirmam que a retratibilidade total da madeira aumenta com sua densidade, ou seja, quanto mais alta a densidade da madeira, maior a sua contração ou inchamento. Porém, neste estudo foram encontradas controvérsias, a exemplo da *C. villosum* e *C. glabrum*, apresentando madeiras com maiores valores de coeficiente de anisotropia do que no caso das madeiras de *D. racemosa* e *M. elatum*. Resultado semelhante foi encontrado por Fróes *et al.*, (2019), em que a madeira de *E. coriácea* (0,74) obteve maior valor de retratibilidade do que *E. truncata* (0,74). A distribuição da densidade e coeficiente de anisotropia a seguir, reafirmam a condição relatada (Figura 11).



**Figura 11.** Classificação da qualidade da madeira de acordo com a densidade básica ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ) e o coeficiente anisotrópico (C.A).

De modo geral, as espécies de média densidade apresentam comportamento dimensional médio estável. Para a grande maioria, a anisotropia correlacionou-se com os valores de densidade básica das madeiras, mostrando que existe relação positiva entre estas características (KOLLMAN&CÔTÉ, 1968). A existência de altas correlações entre a densidade básica permite prever o comportamento dimensional de uma madeira para determinado uso final, sendo importante relacionar essas duas propriedades.

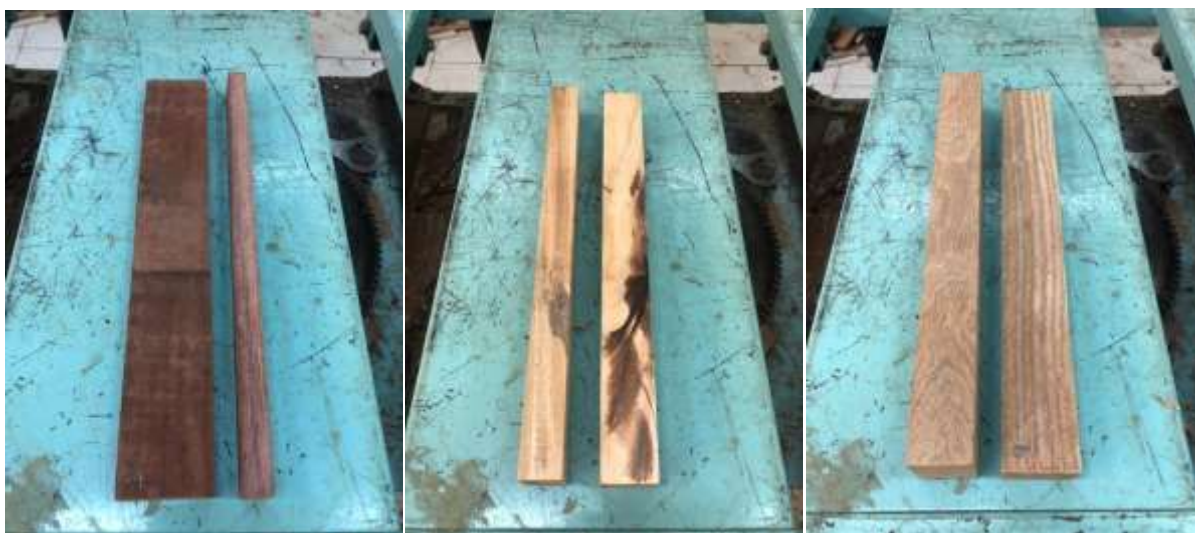
## 5.2. Usinagem da madeira

O desempenho das espécies e suas respectivas avaliações, foram baseadas no comportamento das amostras durante cada processo que aferem quanto à qualidade da madeira, como os testes de corte, plaina, fendilhamento por pregos e furação. A seguir detalha-se cada processo e seus respectivos valores qualitativos de parâmetros de usinagem para qualidade superficial das madeiras analisadas.

### 5.2.1 Teste de corte

O principal procedimento feita na madeira é o corte para o dimensionamento das peças, normalmente com emprego de serras. Esse processo é dependente dentre outros, das características intrínsecas da madeira (LEITZ, 2001), nesse caso faz-se necessário a avaliação do comportamento da peça de madeira.

Verificou-se que para o teste de corte, a boa trabalhabilidade das espécies foi confirmada (Figura 12). Os resultados indicaram que as amostras obtiveram valores na escala de excelente a bom quando submetidas a corte com serra circular, compreende-se que essas madeiras indicam excelente desempenho para essa operação. A tabela 7 resume as notas atribuídas a cada uma das amostras.



**Figura 12.** Resultado dos testes de corte.

**Tabela 7.** Avaliação dos testes de corte em serra circular e notas atribuídas a cada espécie.

<b>Espécie</b>	<b>Teste da serra circular</b>	<b>Nota</b>
<i>Piptadenia suaveolens</i>	Bom	2
<i>Caryocar glabrum</i>	Bom	2
<i>Ocotea rubra</i>	Bom	2
<i>Martiodendron elatum</i>	Excelente	1
<i>Diploptropis racemosa</i>	Bom	2
<i>Cariniana micantha</i>	Bom	2
<i>Caryocar villosum</i>	Bom	2
<i>Aspidosperma desmanthun</i>	Excelente	1
<i>Astronium lecointei</i>	Excelente	1

A superfície da peça trabalhada apresentou-se isenta de defeitos, considerando desempenhos satisfatórios para este ensaio. Cabe salientar a importância da boa manutenção do maquinário, assim como a utilização de ferramentas de corte novas e afiadas, que permitem verificar o desgaste das ferramentas nos processos realizados e a influência que esse desgaste causa na peça usinada. Para Leitz (2001), o consumo específico de corte pode variar em função da direção do corte, dos parâmetros de usinagem e qualidade de afiação da ferramenta. Segundo a norma, o desempenho de qualquer madeira requer que o maquinário e as ferramentas estejam afiados e em ótimas condições.

### 5.2.2 *Teste de plaina*

O teste de plaina é feito quando se tem a necessidade de nivelção de uma peça de madeira e sua avaliação se faz a fim de verificar presença de falhas superficiais. Das peças processadas algumas apresentaram defeito de pequenas listras de queima, que podem ser facilmente eliminadas com lixamento. No entanto, os resultados indicam boas características de aplainamento. O comportamento das amostras não apresentou diferença comparando madeiras de classes de densidades diferentes (Figura 13).



**Figura 13.** Resultado do teste de aplainamento.

Novamente as notas atribuídas variam de excelente a bom, indicando boa resposta ao processo de nivelamento, ainda que observada a predominância de grã felpuda, com conseqüente formação de superfície áspera em menor intensidade (Tabela 8).



**Tabela 8.** Avaliações da superfície da madeira após teste de plaina.

Espécies	Avaliação			
	Plaina	Superfície	Grã	Brilho
<i>Piptadenia suaveolens</i>	Bom	Áspera moderada	Reversa	Brilho moderado
<i>Caryocar glabrum</i>	Bom	Áspera	Reversa	Sem brilho
<i>Ocotea rubra</i>	Excelente	Lisa	Direita	Brilho moderado
<i>Martiodendron elatum</i>	Bom	moderada	Reversa	Brilho moderado
<i>Diploptropis racemosa</i>	Bom	Áspera	Reversa	Sem brilho
<i>Cariniana micantha</i>	Bom	Lisa	Direita	Brilho
<i>Caryocar villosum</i>	Bom	Áspera	Reversa	Brilho moderado
<i>Aspidosperma desmanthun</i>	Excelente	Lisa	Direita	Brilho
<i>Astronium lecointei</i>	Bom	Áspera	Reversa	Brilho

Para as condições de corte constantes durante a usinagem, a qualidade da superfície da madeira serrada é afetada diretamente pelos desvios da grã (VIDAURRE *et al.*, 2017), uma vez que esse efeito reduz a qualidade e torna oneroso o processamento, por causa da necessidade de operações de correção ou até mesmo, pela rejeição da peça produzida. No entanto, para espécies aqui analisadas e para este teste, o tipo de grã não afetou a resposta da peça usinada.

Carvalho *et al.*, (2010), trabalhando com mogno africano, espécie que vem substituindo substancialmente o mogno brasileiro, encontrou 83% e 87% de notas 1 para ensaios de plaina. As espécies avaliadas receberam melhores resultados com relação ao mogno africano, que já é uma madeira consolidada no segmento moveleiro, surgindo como potenciais matérias-primas.

### 5.2.3 Teste de furação por Broca e fendilhamento por pregos

Para esta fase, amostras foram submetidas aos dois testes, furação por broca e fendilhamento por prego, lado a lado na mesma superfície das peças. Como a maioria dos furos não apresentou defeitos não houve a necessidade de cortá-los ao meio para observação interna, dessa forma foi possível proceder com a análise completa (Figura 14).



**Figura 14.** Resultado dos testes de perfuração e fendilhamento.

O teste de furo por broca visa analisar quanto a presença de defeitos como queima da madeira, rachaduras e presença de lascas após a perfuração. Para as quatro variações de diâmetro das brocas, os resultados consistiram em variações conforme as dimensões utilizadas.

No geral, de acordo com as análises, foi possível concluir que a maioria das espécies não apresentou dificuldades ou imperfeições para o teste de furação, apresentaram-se isentas de grandes defeitos face aos tipos de brocas utilizadas, embora foi possível notar a presença de grã felpuda em média intensidade o que estar associado ao tipo de grã reversa que essas madeiras apresentam (Tabela 9).

**Tabela 9.** Avaliação dos testes de perfuração por brocas.

Espécie	Furação por broca			
	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm
<i>Piptadenia suaveolens</i>	Bom	Excelente	Bom	Bom
<i>Caryocar glabrum</i>	Bom	Excelente	Bom	Bom
<i>Ocotea rubra</i>	Bom	Excelente	Bom	Bom
<i>Martiodendron elatum</i>	Bom	Excelente	Bom	Ruim
<i>Diptotropis racemosa</i>	Bom	Excelente	Bom	Regular
<i>Cariniana micantha</i>	Bom	Excelente	Bom	Bom
<i>Caryocar villosum</i>	Bom	Excelente	Bom	Bom
<i>Aspidosperma desmanthun</i>	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
<i>Astronium lecointei</i>	Bom	Excelente	Bom	Regular

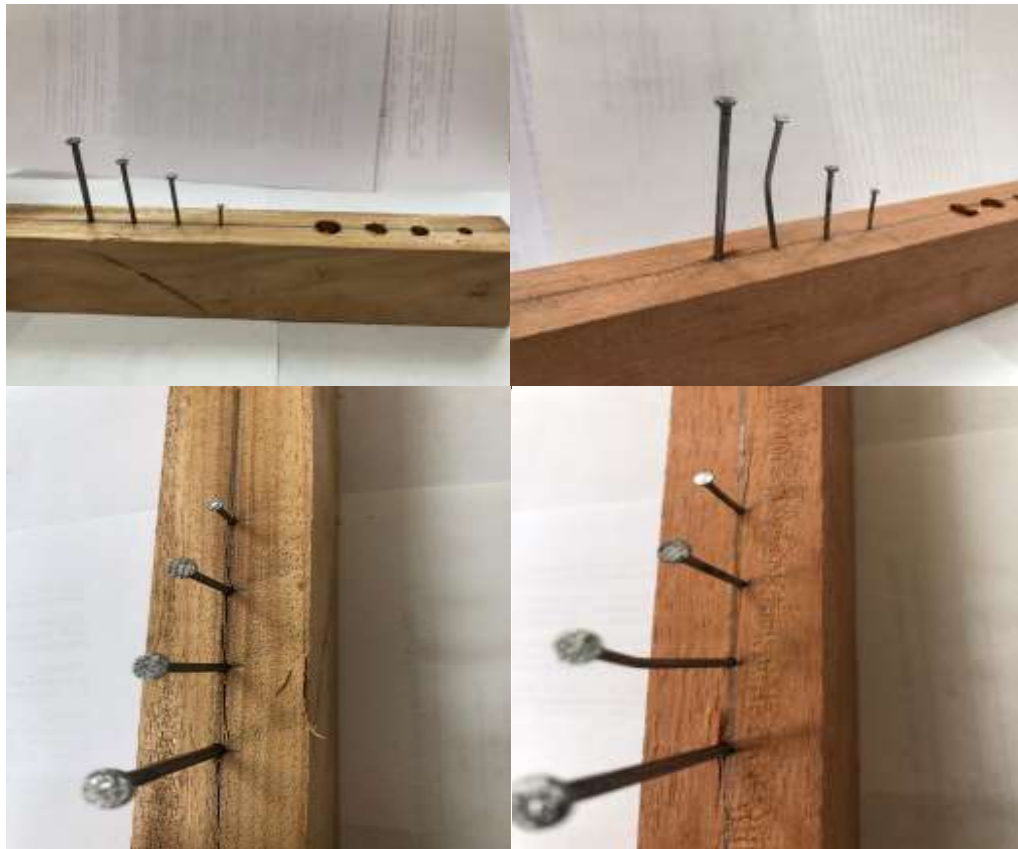
A espécie *A. desmanthum* obteve a melhor avaliação, mostrou-se isenta de defeitos em todos os tipos de brocas. Para a broca de 8 mm, todas as amostras testaram como “Excelentes”, 100% de aceitação. No entanto, conforme o aumento do diâmetro da broca obteve-se para algumas espécies a classificação de regular a ruim, tendo-lhes sido atribuído nota 3 e 4 para os casos em que ocorreram 50% de defeito ou mais.

O ensaio de furação para as espécies *C. glabrum* e *C. micranta*, *P. suaveolens*, mostrou comportamento semelhante, obtiveram avaliação de excelente a bom, de modo geral com menor índice de defeitos, apresentando apenas uma leve intensidade de grã felpuda.

Os resultados indicam que *M. elatum*, *D. racemosa* e *A. lecointei* apresentaram 50% de aceitação por brocas de 12mm, contudo após a perfuração constatou-se a formação de lascas decorrentes da confecção do furo, além de defeitos e rachaduras. Estas foram as espécies que mais necessitaram de uma maior pressão para furar. Por serem espécies de alta densidade, associam-se tais defeitos, podem ser explicados pela estrutura anatômica cada espécie de madeira, revelando a importância de se estudar o efeito da usinagem associado à estrutura anatômica. (PEREIRA *et al.*, 2018). Para que se tenha uma melhoria dos resultados de furação, a velocidade de corte e a densidade da madeira são as principais variáveis a serem observadas visando melhorias no processo.

Para o teste de fendilhamento por prego, as notas atribuídas variaram de excelentes a ruim. As que apresentaram comportamento ruim obtiveram trincas contínuas durante a perfuração (Figura 15). Esse resultado já era esperado por se tratar de madeiras de média a alta densidade e não aceitam determinados tipos de prego. Entretanto, esse problema pode ser contornado fazendo-se uma pré-furação para que a madeira aceite bem o uso de pregos.

Na Tabela 10 estão os resultados dos testes de perfuração por prego. No teste, as únicas a apresentarem índice significativo de rachaduras foram as espécies de alta densidade, no entanto não capaz de inviabilizar o uso da madeira. Os outros corpos-de-prova das demais espécies obtiveram resultado satisfatório no teste.



**Figura 15.** Resultado para o teste de fendilhamento por pregos.

**Tabela 10.** Avaliação dos testes de fendilhamento por pregos.

Teste de perfuração por pregos				
Espécie	1 x 17	1½ x 15	2 x 14	2½ x 14
<i>Piptadenia suaveolens</i>	Bom	Bom	Regular	Regular
<i>Caryocar glabrum</i>	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
<i>Ocotea rubra</i>	Bom	Excelente	Bom	Regular
<i>Martiodendron elatum</i>	Regular	Regular	Regular	Ruim
<i>Diptotropis racemosa</i>	Regular	Regular	Regular	Regular
<i>Cariniana micrantha</i>	Bom	Bom	Bom	Regular
<i>Caryocar villosum</i>	Excelente	Excelente	Bom	Regular
<i>Aspidosperma desmanthun</i>	Regular	Regular	Regular	Regular
<i>Astronium lecointei</i>	Regular	Regular	Regular	Regular

De acordo com os resultados obtidos para o teste do rasgo, observa-se que a *C. glabrum* obteve a melhor avaliação com nota mínima completamente isenta de defeitos. A madeira de *C. micrantha* também obteve melhores resultados frente as outras madeiras avaliadas,

inclusive não apresentando leve defeito em corpo-de-prova. Por outro lado, *P. suaveolens* apresentou grande intensidade de grã felpuda, recebendo nota de regular a ruim no teste.

Essas condições resultam em grande parte da rugosidade da estrutura anatômica da madeira (CSANÁDY *et al.*, 2015). Bajic *et al.*, (2008) corrobora ao afirmar que a presença de grãos irregulares, sílica, nós, a porosidade e dimensões de fibras e vasos interferem diretamente nas características da superfície.

A usinagem da madeira tem relação de causa e efeito. Nesse contexto, se destaca a importância de avaliar a madeira por meio do seu comportamento com máquinas e ferramentas, para um processo de fabricação mais eficiente. De acordo com Lucas Filho e Boehs (2007), as propriedades da ferramenta, as propriedades da madeira e as condições de corte são variáveis que contribuem para a eficiência nos processos de usinagem.

Em grande parte, os resultados se mostraram satisfatórios. Madeiras tropicais são altamente conhecidas por sua durabilidade e difícil uso, mas os resultados para esse grupo de espécies indicam a boa condição de usinagem com condições satisfatórias agregando maior valor para diferentes usos.

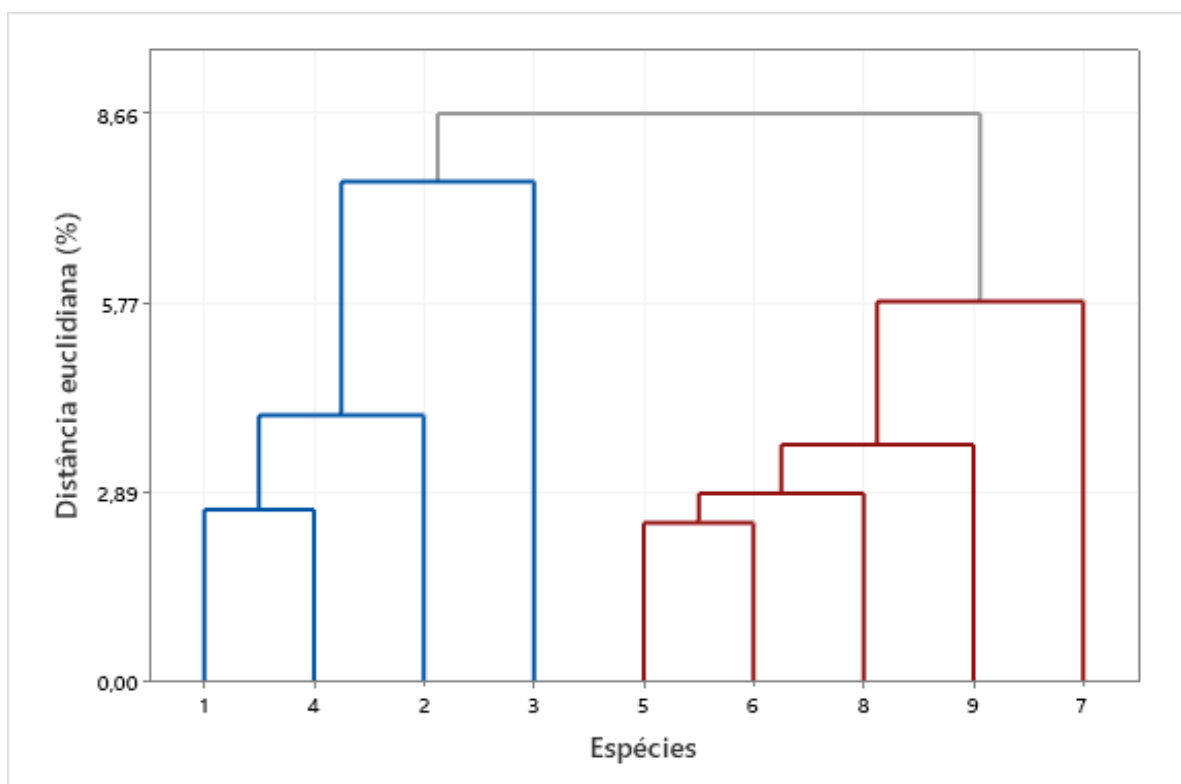
Quando a madeira é destinada à confecção de móveis, assoalhos, esquadrias e outros produtos que demandam alta qualidade da superfície, a usinagem bem executada melhora significativamente o seu desempenho em processos de acabamento superficial. A correta trabalhabilidade da madeira requer o conhecimento das suas propriedades, dos parâmetros de usinagem e das suas interações (SILVA, 2005).

### *5.3. Agrupamento das espécies*

Avaliou-se as inter-relações das espécies por meio de análises de similaridade, objetivando formar grupos de espécies madeireiras a partir de um grupo mesclado de indivíduos. Essa técnica como descrito anteriormente, agrupa, gradativamente, os assemelhados, até chegar aos menos assemelhado com o intuito de obter pontos de convergência ou não (HAIR *et al.*, 2005; MERA *et al.*, 2012).

Para esse estudo considerou-se as avaliações das propriedades físicas e índices de qualidade de usinagem. Por meio desses parâmetros foi possível segregar como as espécies de menor aptidão comercial se agrupam àquelas de maior interesse para o mercado. Para alguns autores como Mainieri & Chimelo (1989) Zenid (1997), Araújo (2007), o conhecimento dessas avaliações possibilita a classificação e o agrupamento de espécies pela

aplicação das análises uni e multivariadas, permitindo preconizar seus usos. O resultado da análise de agrupamento é apresentado na Figura 16.



**Figura 16.** Árvore hierárquica da análise de *cluster*.

O dendrograma foi gerado a partir de estatística multivariada com 9 observações, elaborada a partir de uma matriz com variáveis padronizadas utilizando a distância euclidiana pelo método de ligação “Ward”. A escolha da distância e do método utilizado foi decorrente da maior correlação observada ( $R^2=0,93$ ), pois de acordo com Rahlj (1970) correlações abaixo de 0,70 apresentam inadequações no grau de agrupamento.

Este tipo de análise se mostra vantajosa pela fácil visualização e interpretação dos resultados, uma vez que ocorre a reunião de todas as características próximas de cada indivíduo para a formação dos grupos.

A distância média observada entre os centroides foi de aproximadamente 3,09 e a distância máxima de 5,04. De acordo com Possoli (1984), quando as unidades observadas vão sendo combinadas em grupos, o detalhe inicial é perdido. O ponto principal é a escolha de uma linha de corte que indique um conjunto significativo de grupos. Nesta análise, a linha de

corte ou linha de “Fenon” foi traçada aproximadamente na altura 6%, resultando na formação de 2 grupos (Tabela 11).

**Tabela 11** – Valores médios das variáveis por Grupo, formado na análise de *Cluster*.

Grupo	Árvore	Espécies	$\rho_b$ (g/cm <sup>3</sup> )	Ca (%)	tp	ts	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm	1x17	1 <sup>1</sup> /2x15	2x14	2 <sup>1</sup> /2x14
1	1	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth.	0,69*	1,67	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
	4	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	0,66	2,14	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1
	2	<i>Astronium lecointei</i> Ducke.	0,79*	1,66	2	1	2	1	2	3	3	3	3	3
	3	<i>Cariniana micrantha</i> Ducke.	0,59	1,71	2	2	2	1	2	2	2	2	2	3
Média Geral			0,68	1,80										
2	5	<i>Caryocar villosum</i> Pers.	0,69	2,08	2	2	2	1	2	2	1	2	3	3
	6	<i>Diploptropis racemosa</i> Amsh.	0,92	1,79	2	2	2	1	2	3	3	3	3	3
	8	<i>Ocotea rubra</i> Mez.	0,55	1,73	1	2	2	1	2	2	2	1	3	4
	9	<i>Piptadenia suaveolens</i> Mig.	0,76*	1,6	2	2	2	1	2	2	2	2	4	4
	7	<i>Martiodendron elatum</i> Gleason.	0,89	1,76	2	1	2	2	2	3	3	3	3	4
Média Geral			0,76	1,79										

$\rho_b$  = densidade básica; CA = coeficiente de anisotropia; tp = teste de plaina; ts = teste de serra. 6mm,8mm,10mm e 12mm = dimensões das brocas; 1x17, 1<sup>1</sup>/2x15, 2x14, 2<sup>1</sup>/2x14 = dimensões dos pregos



O grupo I foi formado por 4 indivíduos distintos: (1) *Aspidosperma desmanthun*, (4) *Caryocar glabrum*, (2) *Astronium lecointei* e (3) *Cariniana micrantha*.

O grupo II permitiu agrupar 5 indivíduos: (5) *Caryocar villosum*, (6) *Diplotropis racemosa*, (8) *Ocotea rubra*, (9) *Piptadenia suaveolens* e (7) *Martiodendron elatum*.

Para as propriedades físicas, a densidade básica foi a variável discriminante para a segregação dos grupos, apresentando maior variação no grupo II com madeiras de baixa a alta densidade (0,55 a 0,92 g/cm<sup>3</sup>), enquanto no grupo I predominaram madeiras de média a alta densidade, com variação de 0,644 a 0,937 g/cm<sup>3</sup>.

Como anteriormente foi identificado, entre os grupos encontram-se 3 espécies que embora seja permitida a exploração, não apresentam uma demanda intensificada.

No grupo I, os resultados indicam que, *C. micrantha* e *C. glabrum* estão no mesmo grupo de espécies de uso consolidado na região amazônica como Piquia-marfim (*A. desmanthun*) e muiracatiara (*A. lecointei*), conhecidas principalmente pela boa qualidade da sua madeira e por possuírem alto valor comercial, como é o caso da muiracatiara, especialmente para o mercado internacional, podendo afirmar que as espécies que compõem este grupo, podem ser destinadas para o mesmo uso.

No grupo II, *P. suaveolens* por sua vez se comporta de modo similar a *D. racemosa* e *O. rubra*, madeiras também de alto valor comercial, indicando mesmas finalidades. O grupo II é composto por espécies de média a alta densidade, coeficiente de anisotropia variando de média a alta estabilidade, de excelente a regular nas classificações de usinagem.

A mesma tendência de agrupamento para alguns indivíduos é similar aos observados por Reis *et al.*, (2019), onde muiracatiara e pequia-marfim também pertencem aos mesmo grupo, assim como pequiá e timborana, embora as variáveis utilizadas pelos autores tenham sido físicas e mecânicas.

A análise aplicada neste estudo vem se mostrando hábil e eficiente. Os resultados aqui encontrados seguem a mesma linha proposta por Reis *et al.*, (2019), onde por meio da análise de agrupamento considerando propriedades físicas e mecânicas, encontraram espécies substitutas ao Ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*), madeira muito valorizada no mercado internacional e atualmente propicia a extinção (Pará, 2015). Os autores também apresentam a espécie *Tachigali chrysophylla* pouco conhecida, mas que apresentou características semelhantes às de espécies comerciais consolidadas.

Nascimento *et al.*, (1997) por sua vez, estudando as relações de densidade básica e propriedades mecânicas aplicando as análises de agrupamento de espécies, identificaram as relações equivalentes entre espécies de aptidões comerciais distintas. Para Lobão *et al.*, (2010), o agrupamento pela similaridade das características físico-anatômicas possibilitou a preconização das aplicações da madeira sólida de quinze espécies florestais.

Esses resultados afirmam a eficiência desta análise para o agrupamento de espécies amazônicas, corroborando com os resultados encontrados neste estudo. Diante do exposto, a partir do estudo técnico, a caracterização de espécies alternativas para comercialização de madeiras é viável. De acordo Reis *et al.*, (2019), a análise de Cluster é eficiente para o agrupamento das espécies amazônicas, sendo possível aferir a maximização do número de oferta de opções para o mercado com o mesmo padrão de qualidade.

Nesse contexto, o estudo da caracterização permitiu conhecer os possíveis empregos de uso, a partir de indicadores técnicos e do conhecimento de suas reais possibilidades, proporcionando agregação de valor aos seus produtos, além de diminuir os equívocos cometidos na comercialização destas madeiras e a superexploração de madeiras tradicionais.

Dispondo da análise feita de forma conjunta a partir de aspectos físicos e da trabalhabilidade dessas madeiras, é possível inferir a indicação de forma correta. Gomes *et al.*, (2002) corroboram com esta afirmativa quando mencionam que a introdução de espécies madeireiras no mercado não deve considerar apenas aspectos semelhantes às tradicionalmente utilizadas, pois a qualidade pode ser inferior para a aplicação a que se destinam, resultando no uso inapropriado da madeira.

Para Nascimento *et al.*, (1997), quando espécies se comportam de modo equivalente entre suas propriedades, é possível sugerir o rodizio de espécies para evitar-se a extinção de qualquer uma delas ou, no mínimo, diminuir a área desmatada para a extração da mesma quantidade de madeira sem prejuízo da qualidade.

Deste modo, entende-se que é possível a predição da indicação de usos seguindo a base desde estudo. Neste sentido, considerando os resultados obtidos, a tabela 16 apresenta de forma clara e objetiva uma relação de usos de madeira das espécies consolidadas, mostrando quais são as possibilidades de substituição por espécies com mesmo padrão de qualidade em resposta ao uso final e que possivelmente podem ser inseridas na cadeia produtiva madeireira. Estes usos foram determinados por categorias e descrições encontradas em algumas publicações.

**Tabela 12.** Relação de usos da madeira de espécies altamente comercializadas.

<b>Grupo</b>	<b>Espécie</b>	<b>Usos indicados</b>	<b>Substitutas</b>
I	<i>A. desmanthun</i> <i>C. glabrum</i> <i>A. lecointei</i> <i>C. micrantha</i>	Construção civil pesada interna e externa; Construção civil leve em esquadrias; Construção civil interna estrutural; Assoalhos; Mobiliários; Lâminas decorativas; Peças torneadas, decoração e adorno.	<i>C. micrantha</i> <i>C. glabrum</i>
II	<i>C. villosum</i> <i>D. racemosa</i> <i>M. elatum</i> <i>O. rubra</i>	Construção civil pesada interna e externa; Construção civil leve em esquadrias; Assoalhos; Mobiliários; Construção naval; Chapas decorativas e tornearias.	<i>P. suaveolens</i>

A partir dos trabalhos citados, começa a se compor listas de opções de madeiras alternativas para o mercado para suprir as vulneráveis. As amplas possibilidades de uso, indicam a contínua valorização do uso da madeira em diversos segmentos.

Em síntese, *C. micrantha*, *c. glabrum* e *p. suaveolnes*, apresentaram ótimos valores médios para a indicação de possíveis espécies alternativas no mercado madeireiro, com características tecnológicas de qualidade. Esses resultados representam uma grande contribuição para a exploração racional de madeiras amazônicas.

Os resultados encontrados identificam a necessidade e importância deste estudo, ao indicar substitutas e ao considerar a comparação e agrupamento de um maior número de madeiras tropicais. Esse quadro leva à necessidade de transferir às indústrias, aos consumidores e aos usuários de madeira de modo geral, subsídios técnicos para promover a utilização racional das madeiras desconhecidas ou pouco conhecidas tecnologicamente.

## CONCLUSÕES

A caracterização das propriedades tecnológicas das madeiras foi viável afim de identificar a qualidade do lenho e prever parâmetros de similaridade para substituição, permite-se as seguintes conclusões:

A determinação da densidade básica sem a distinção do material alburno/cerne das árvores estudadas mostrou-se satisfatória para algumas espécies, em especial para *C. micrantha*, sugerindo possível aptidão tecnológica para inserção no setor produtivo;

A maioria das madeiras tropicais se comportou como o esperado, com coeficiente de anisotropia concentrado na faixa 1, classificando-as como de média estabilidade. No processo de usinagem, de modo geral o comportamento foi de fácil trabalhabilidade;

Na análise de *Cluster*, as espécies *C. micrantha*, *C. glabrum* e *P. suaveolens* comportaram-se de modo similar às espécies de uso consolidada como *A. lecointei* e *D. racemosa*, concluindo afirmar a similaridade e possível substituição de uso.

O presente trabalho ofereceu novas alternativas para o mercado, ao indicar substitutas com mesmo padrão de qualidade, sugerindo a comercialização diversificada de espécies, afim de reduzir o uso recorrente e excessivo de madeiras tropicais.

Sugere-se o incentivo de empresas do segmento da indústria madeireira em conjunto com Instituição de Pesquisa, na pré-seleção de decisões na exploração e usos comerciais para promover a utilização racional das madeiras desconhecidas ou pouco conhecidas tecnologicamente.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11941: Madeira – Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 6 p. 2003.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190: Projeto de Estrutura de Madeira. Rio de Janeiro, 107p. 1997.

Almeida, A. N; Angelo, H; Silva, J. C. G. L; Hoeflich, V. A. Mercado de madeiras tropicais: substituição na demanda de exportação. *Acta Amazônica*, vol. 40(1), 119 –126, 2010.

ALMEIDA, T. H.; ALMEIDA, D. H.; ARAÚJO, V. A.; SILVA, S. A. M.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Density as estimator of dimensional stability quantities of Brazilian tropical woods. *BioResources*, Raleigh, v. 12, n. 3, p. 6579-6590, 2017.

Antony, F.; F, Laurence, R.; Schimleck, R. F.; Daniels, A. C.; Bruce E. B.; Michael B. K.; Harold E. B. Whole-Tree Bark and Wood Properties of Loblolly Pine from Intensively Managed Plantations, *Forest Science*, Volume 61, Issue 1, February 2015, Pages 55–66. 2015

Araújo, H. J. B. Restoration of selectively harvested forests in southwestern Brazilian Amazon. *Braz. J. Anim. Environ. Res.*, Curitiba, v. 3, n. 1, p.43-59, jan./mar. 2020.

ARAÚJO, J. H. B. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. *Floresta*, Curitiba, v. 37, n. 3, set./dez. 2007.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D1666 - 11: Métodos de teste padrão para realização de testes de usinagem de madeira e de madeira de Materiais Pannel, 2011.

Bajić, D.; Lela, Branimir & Živković, Dražen. Modeling of machined surface roughness and optimization of cutting parameters in face milling. *Metalurgija*. 47. 2008.

Baker T.R.; Swaine, M.D.; Burslem, D.F.R.Pp. Variation in tropical forest growth rates: combined effects of functional group composition and resource availability. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 6: 21-36. (2003).

Batista, D. C.; Klitzke, J. R.; Santos, C. V. T. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de Eucalyptus. *Ciência Florestal*, 20(4): 665 – 674. 2010.

Bem, j. S.; giacomini, n. M. R ; waismann, m. Utilização da técnica da análise de clusters ao emprego da indústria criativa entre 2000 e 2010: estudo da região do consinos, *Interações (ucdb)*, v. 16, p. 27-41, 2015.

Botosso, P. C. Identificação macroscópica de madeiras: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento. Empraba Florestas, 65p. 2011.

Braz, R. L.; Oliveira, J. T. S.; Rodrigues, B. P.; Arantes, M. D. C. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Toonaciliata* em diferentes idades. Floresta, Curitiba, PR, v. 43, n. 4, p. 663 - 670, out. / dez. 2013.

Brienen, R.J.W., Zuidema, P.A. The use of tree rings in tropical forest management: projecting timber yields of four Bolivian tree species. For. Ecol. Manage. 226,256–267. 2006.

Burger, M. L.; Richter, H. G. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel, 151p. 1991.

Cardoso, C. C.; Moutinho, V. H. P.; L. O.; Sousa, L. K. V. S.; Souza, M. R. Caracterização físico-mecânica de madeiras amazônicas com aptidão tecnológica para comercialização. Rev. Cienc. Agrar., v. 55, n. 3, p. 176-183, jul./set. 2012.

Carvalho, a. M.; da silva, b. T.b.; latorraca, j. V. De f. Avaliação da usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*khaya ivorensis* a. Chev.). Revista Cerne, lavras - mg, v. 16, suplemento, p. 106-114, 2010.

COPANT - COMISSÃO PAN-AMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. Descrição macroscópica, microscópica e geral da madeira. vol. 30, COPANT, Colombia. 19p. 1973.

Coradin, V. T. R.; Camargo, J. A. A. A estrutura anatômica da madeira e princípios para a sua identificação. Brasília, DF: Laboratório de Produtos Florestais, 19p. 2002.

Coradin, V.T.R.; Muñiz, G.I.B. Normas e procedimentos de estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae II. Gimnospermae. Brasília: IBAMA, 19p. (LPF – Série Técnica n° 15), 1991.

CSANÁDY, E.; MAGOSS, E.; TOLVAJ L. Quality of Machined Wood Surfaces. Basel: Springer International Publishing. 265p. 2015.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. 1992. Tecnologia da madeira: retratibilidade. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 33 p. (Série técnica, 10).

Free, C. M., Matthew Landis, R.; Grogan, J.; Schulze, M.D.; Lentini, M.; Dünisch, O. Management implications of long-term tree growth and mortality rates: a modeling study of big leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in the Brazilian Amazon. For.Ecol. Manage. 330, 46-54. 2014.

Galvão, A. P. M.; Jankosky, I. P. Secagem Racional da Madeira. São Paulo, SP: Nobel, 1984.

HAIR Jr., J.F. et al. *Análise Multivariada de Dados*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HILLIS, W.E. Wood quality and utilization. In.: HILLIS, W.E.; BROWN, A.G. *Eucalypts for wood production*. Adelaide: CSIRO, Division of Forest Research, Cap. 12, p.259-289. 1978.

Iawa. *Committee list of microscope features for hardwood identification*. Iawa bulletin, v. 10, p. 234-332, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2016*. Rio de Janeiro, v. 31, p.54, ISSN 0103-8435, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. *Madeiras da Amazônia: características e utilização*. Amazônia Oriental. Brasília: IBAMA, 1997. v.3. 141p.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION. (ITTO). *Reseña bienal y evaluación de lasituación mundial de lasmaderas 2017-2018*. p. 230. 2019.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. *Madeira: uso sustentável na construção civil*. São Paulo, 2 ed, 99p. 2009.

Jankowsky, I.P.; Brandão, A.T.O.; Oliveira, H.; Lima, J.C.; Milano, S. *Estimativas da umidade de equilíbrio para cidades da região sul do Brasil*. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais/Ipef, n.32, p.61-64, abr. 1986.

Kloiber, M.; Tippner, J. A. N.; Praus, L.; Hrivnák, J. *Experimental verification of a new tool for wood mechanical resistance measurement*. Wood Research, Bratislava, v. 57, n. 3, p. 383-398, 2012.

Kollmann, F. R.; Côté, W. A. *Principles of wood science and technology*. Berlin, Springer Verlag. 1968, 592p.

Kottek, M. E. A. *World map of the köppen-geiger climate classification updated*. Meteorologische zeitschrift, Germany, 2006. 259-263.

LEITZ. *Leitz Lexikon*. Unterschneidheim, 2001. 150 p.

Linden, R. *Técnicas de agrupamento*. Revista de Sistema da Informação da FSMA. n. 4, pp. 18-36. 2009.

Lobão, M. S.; Castro, V. R. ; Rangel, A. ; Sarto, C. ; Tomazelo Filho, M. ; Silva Jr., F. G. ; Camargo Neto, L. ; Bermudez, M. A. R. C. Agrupamento de espécies florestais por análises univariadas e multivariadas das características anatômicas, físicas e químicas das suas madeiras. *Scientia Forestalis*. v. 39, p. 469/92-478, 2011.

Lobão, M. S.; Chagas, M. P. ; Costa, D. S. P. ; Ferreira, A. T. B.; Sette Jr., C. R.; Carvalho, I. L.; Tomazelo Filho, M. Agrupamento de espécies florestais pela similaridade das características físico-anatômicas e usos da madeira. *Cerne (ufla)*, v. 16, p. 97-105, 2010.

Lucas filho, f. C.; boehs, I. Usinagem da madeira na indústria de móveis. *Revista da madeira*, v. 108, p. 56-59, 2007.

Mady, F. T. M. Conhecendo a madeira. Informações sobre 90 espécies comerciais. Programa de desenvolvimento empresarial e tecnológico – Sebrae/AM. 1ª ed. Manaus. 212p, 2000.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. 1989. Fichas de características das madeiras brasileiras. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 418p.

Medeiros, B. L. M. A.; Guimarães Junior, J. B.; Ribeiro, M. X.; Lisboa, F. J. N.; Guimarães, I. L.; Protásio, T. P. Propriedades físicas e químicas da madeira juvenil de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urograndis* cultivadas no Piauí. *Pesquisas Agrárias e Ambientais Nativa, Sinop*, v.4, n.6, p.403-407, DOI: 10.14583/2318-7670.v04n06a10. 2016.

Melo, J. E.; Coradim, V. T. R.; Mendes, J. C. 1990. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: 6º Congresso Florestal Brasileiro, Campos do Jordão, 1990. Anais. Campos do Jordão: SBS/SBEF, p. 695-699. 1990.

Melo, R. R.; Stangerlin, D. M.; Menezzi, C. H. S. D.; Gatto, D. A.; Calegari, L. Caracterização física e mecânica da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 5, núm. 1, pp. 67-73. 2010.

Melo, R. R; Araldi, D. B; Stangerlin, D. M; Müller, M. T; Gatto, D. A. Uso das características tecnológicas da madeira para o agrupamento de espécies florestais. *Nativa, Sinop*, v. 01, n. 01, p. 01-07, out./dez. 2013.

MERA, A. G.; ORELLANA, J. A.; PEREA, E. L.; CRUZ, J. C. de La, VERA, C. T.; BENAVIDES, F. V. Patrones de distribución de lãs comunidades de cactáceas em lãs vertientes occidentales de lós Andes Peruanos. *Caldasia*, v. 34, n.2, p. 257-275, 2012.

MIRANDA, M. C.; CASTELO, P. A. R. ; MIRANDA, D. L. C. ; RONDON, E. V. Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira de *Parkia gigantocarpa* Ducke. *Ciência da Madeira*, v. 3, p. 55-65, 2012.



Moreschi, J. C. *Propriedades da madeira*. Centro de ciências florestais e da madeira, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. - Curitiba, PR. Fevereiro/ 2.005, 4ª edição – novembro / 2.012, Atualização: setembro de 2014.

MORI, C. L. S. O.; MORI, F. A.; MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M. da. Caracterização da madeira Angico Vermelho (*Anadenathera peregrina* (Benth) Speng) para confecção de móveis. *Revista Brasil Florestal*, Brasília, v.77, n. 1, p.29-36, 2003.

Moutinho, V. H. P.; Lima J. T.; Aguiar, J. O. R.; Nogueira, M. G. O. Scientific determination and wood anatomical features of species know in Brazilian Amazonia as matámatá (*Eschweilera spp.*) *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. v. 55, n. 2, p. 134-141, abr./jun. 2012.

Moya, R.; Munoz, F. Physical and mechanical properties of eight fastgrowing plantation species in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science*, New York, v. 22, n. 3, p. 317-328, 2010.

NASCIMENTO, C. C.; BRASIL, M. M. ; NASCIMENTO, C. S. ; BARROS, S. V. S. Estimativa da densidade básica da madeira de *Eschweilera odora* (Poepp.) Miers por espectroscopia no infravermelho próximo. *CIÊNCIA DA MADEIRA*, v. 8, p. 42-53, 2017.

NASCIMENTO, C. C.; GARCIA, J. N. ; DIAZ, M. P. . Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia em função da densidade básica e propriedades mecânicas. *Madera y Bosques*, Xalapa, v. 3, n.1, p. 33-52, 1997.

Nock, H. P.; Richter, H. G.; Burger, L. M. *Tecnologia da madeira*. Curitiba: UFPR – Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia e Tecnologias Rurais, 200p. 1975.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L.; RAMOS, M. B. P.; NOBRE, A. D.; COUTO, L. B.; SAHDO, R. M. 2005. Composição e diversidade florístico-estrutural de um hectare de floresta densa de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazônica*. V.38, N. 4.

Oliveira, J. T. S.; Tomazello Filho, M.;Fiedler, N. C. *Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de Eucalyptus*. *Árvore*; 34(5): 929-936, 2010.

OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO FILHO, Mário ; FIEDLER, N. C. . Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. *Revista Árvore (Impresso)*, v. 34, p. 929-936, 2010.

OLIVEIRA, J.T.S.;SILVA, J.C.Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna*Sm. *Revista Árvore*, v.27, n.3, p.381-385, 2003.

PARÁ. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Comercialização total por destino das vendas: 2015. Disponível em: <http://monitoramento.sema.pa.gov.br/sisflora/index.php/relatorios>. Acesso em: 16 nov. 2019.

Peel, M.; Finlayson, B. ; McMahon,. Updated world map of the köppen-geiger climate classification. Hydrology and earth system sciences discussions, germany, 2007. 439-473.

Ponneth, D.; Vasu, A. E.; Easwaran, J. C.; Mohandass, A.; Chauhan, S. S. Destructive and non-destructive evaluation of seven hardwoods and analysis of data correlation. International Journal of the Biology, Chemistry, Physics, and Technology of Wood, Villeurbanne, v. 68, n. 8, p. 951-956, 2014.

Portaria Ministério do Meio Ambiente (MMA) N°443, de 17 de dezembro de 2014. *Decreto N° 6.101, de 26 de abril de 2007, portaria N°43 de dezembro de 2014.*

PWA, m. M. P. L. Viii - reformulação do plano de manejo florestal da mil madeiras preciosa ltda, itacoatiara-am, janeiro 2017.

Radam Brasil. Programa de integração nacional. Levantamento de recursos naturais. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Santarém: dnpm, ministério das minas e energia, 1978. 509.

Reis, P. C. M. R.; Reis, L. P.; Souza, A. L.; Carvalho, A. M. M. L.; Mazzei, L.; Reis, A. R. S.; Torres, C. M. M. E. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia com base em propriedades físicas e mecânicas. Ci. Fl., Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 336-346, jan./mar., 2019. Richardson V. A; Peres, C.A. Temporal Decay in Timber Species Composition and Value in Amazonian Logging Concessions. PLoS ONE 11(7):e0159035. doi:10.1371/journal.pone.0159035, 2016.

Sabogal, C., Lentini, M., Pokorny, B., Silva, J.N.M., Zweede, J., Verissimo, A., Boscolo, M. 2006. Manejo Florestal empresarial na Amazônia brasileira. 72p. ISBN 979-24-4635-4. Belém: CIFOR, 2006.

Schöngart, J., Bräuning, A., Carolina, A., Campos, M., Lisi, C.S., Oliveira, J.M. M.M., Daniels, L.D., Baker, P.J., Camarero, J.J. Dendroecological studies in the neotropics: history, status and future challenges. Dendroecology: Tree-Ring Analyses Applied to Ecological Studies. Springer, pp. 35–73. 2017.

Schulze, M. et al. Madeiras nobres em perigo. Ciência Hoje, São Paulo, v. 36, n. 214, p. 66-69, 2005.

Schulze, M., Grogan, J., Landis, R.M., Vidal, E. How rare is too rare to harvest? Management challenges posed by timber species occurring at low densities in the Brazilian Amazon. *For. Ecol. Manage.* 256, 1443– 1457. 2008.

SILVA, J. G. M.; VIDAURRE, G. B.; ARANTES, M. D. C.; BATISTA, D. C.; SORANSO, D. R.; BILLO, D. F. Qualidade da madeira de mogno africano para a produção de serrados. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 181 – 190, 2016.

Silveira, L. H. C.; Rezende, A. V.; Vale, A. T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 43, n. 2, p.179 – 184, 2013.

SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V.; VALE, A. T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 43, n. 2, p.179 – 184, 2013. DOI: 10.1590/S0044-59672013000200007.

Skarvelis, M.; Mantanis, G. I. Physical and mechanical properties of beech wood harvested in the Greek public forests. *Wood Research*, Bratislava, v. 58, n. 1, p. 123-129, 2013.

Slooten, h. J.; souza, m. R. Avaliação das espécies madeireiras da amazônia selecionadas para a manufatura de instrumentos musicais. Manaus: inpa, 1993. 141 p.

Swenson, N.G.; Enquist, B.J. 2008. The relationship between stem and branch wood specific gravity and the ability of each measure to predict leaf area. *American Journal of Botany*, 95: 516–519. 2008.

Taques, A. C.; Arruda, T. P. M. Usinagem da madeira de angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*). *Revista de Ciências Agroambientais*, v.14, n.1, pp.97-103. Alta Floresta, MT, 2016.

Taques, A. C.; Arruda, T. P. M. Usinagem da madeira de angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*). *Revista de Ciências Agroambientais*, v.14, n.1, p.97-103. Alta Floresta, MT, 2016.

Trianoski, R., De Matos, J. L. M., Iwakiri, S., & Prata, J. G. Avaliação da estabilidade dimensional de espécies de pinus tropicais. *Floresta e Ambiente*, 20(3), 398-406. 2013.

Tsoumis, G. Science and technology of wood: Structure, properties and utilization. New York, Van Nostrand Reinold, p. 494, 1991.

Vale, a. T.; brasil, m. A. M.; leão, a. L. Quantificação e caracterização Energética da madeira e casca de espécies do cerrado. *Ciência florestal*, santa maria, rs, v. 12, n. 1, p. 71-80, 2002.

VALE, A. T.; SARMENTO, T. R.; ALMEIDA, A. N. Caracterização e uso de madeiras de galhos de árvores provenientes da arborização de Brasília - DF. *Ciência Florestal*, Santa Maria, RS, v. 15, n. 4, p. 411-420, 2005.

Veríssimo, A.; Pereira, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. *Parcerias Estratégicas*, 19(38), 13-44. 2014.

VIDAURRE, G. B; SILVA, J. G. M. ; CASTRO, M. ; COELHO, J. C. F. ; BRITO, A. S. ; MOULIN, J. C. . Relação da grã com as propriedades tecnológicas da madeira de *Khaya ivorensis*. *Scientia Forestalis*, v. 45, p. 249-259, 2017.

Wiemann, M. C.; G. Williamson, B. Testing a Novel Method to Approximate Wood Specific Gravity of Trees, *Forest Science*, Volume 58, Issue 6, December 2012, Pages 577-591. 2012.

Wiemann, M.C.; Williamson, G.B. Geographic variation in wood specific gravity: effects of latitude, temperature, and precipitation. *Wood and Fiber Science*, 34: 96-107. 2002

Wittmann, F.; Schöngart, J.; Parolin, P.; Worbes, M.; Piedade, M.T.F.; Junk, W.J. Wood specific gravity of trees in Amazonian white-water forests in relation to flooding. *IAWA Journal*, 27: 255–268. (2006).

Woodcock, D.W. Wood specific gravity of trees and forest types in the southern Peruvian Amazon. *Acta Amazonica*, 30: 589-599. 2000.

**APÊNDICE** - Descrição das espécies utilizadas nesta pesquisa, a partir de caracterização realizada no laboratório de anatomia e identificação de madeira do INPA e revisão de literatura.

*1. Aspidosperma desmanthum* Benth. (Pequiá-marfim):

Pertence à família botânica Apocynaceae, apresenta dentre outros o nome vulgar de Araracanga, araraúba, araraúba-da-terra-firme, pau-de-arara.

Ocorre no Brasil, nos estados do Amazonas e Pará e nos Guiana Francesa e Suriname.

A madeira de média densidade, com cerne amarelo avermelhado e albúrnio distintos do cerne por apresentar cor rosa. Possui grã reversa com textura fina e cheiro de caráter imperceptível. Apresenta parênquima axial indistinto, às vezes vasicêntrico ou aliforme. Os raios são visíveis apenas sob lente no topo e na face tangencial. Os vasos também são visíveis apenas sob lente no topo, de tamanho pequenos e numerosos, com porosidade difusa, solitários e vazios, às vezes obstruídos por óleo resina. As camadas de crescimento são pouco distintas e demarcadas por zonas fibrosas (IPT, 2009).

Apresenta baixa durabilidade natural e com susceptibilidade ao ataque de fungos. Com alta permeabilidade às soluções preservativas quando submetida à impregnação sob pressão (IPT, 1989, IBAMA, 1997).

Os seus usos são vastos (IPT, 2009), sendo empregados em:

Construção civil pesada externa: cruzetas, dormentes ferroviários, esteios, estacas, mourões e postes.

Construção civil pesada interna: caibros e vigas.

Construção civil leve: batentes, portas, venezianas e caixilhos.

Construção civil leve interna decorativa: forros e lambris.

Construção interna estrutural: ripas.

Assoalhos: tabuas e tacos.

Setor mobiliário: utilidade geral e móveis.

## 2. *Astronium lecontei* Ducke. (Muiracatiara):

Esta espécie pertence à família Anacardiaceae, apresenta dentre outros o nome vulgar de Arueira, Maracatiara-vermelha, Muiracatiara-rajada, Muiraquatiara.

Esta espécie apresenta ocorrência no Brasil, nos estados do Amazonas, Acre, Amapá, Maranhão, Pará, Mato Grosso e Rondônia.

Características sensoriais de destaque e anatômicas macroscópicas: Madeira pesada, dura ao corte. Cerne e albúrnio distintos pela cor, o cerne é de coloração marrom rosado pálido a marrom amarelado, já o albúrnio apresenta tonalidade branco amarelado. Grã direita a irregular com textura média e cheiro imperceptível. Parênquima axial invisível mesmo sob lente. Os raios são visíveis a olho nu no topo e na face tangencial são de pouca percepção. Quanto aos vasos, estes são visíveis a olho nu, pequenos a médios, de pouca quantidade, com porosidade difusa, são tanto solitários quanto múltiplo. As camadas de crescimento: indistintas (IPT,1983; IPT,1989).

Durabilidade natural da madeira: A madeira desta espécie é muito durável, não sendo atacada por insetos ou cupins de Madeira seca. (IBAMA,1997a) Em ensaios de campo, demonstrou durabilidade natural inferior a sete anos. (IPT,1989a) Em ambiente marinho, foi intensamente atacada por organismos perfuradores. (Lopez,1982) .

Os seus usos indicados são:

Construção civil pesada interna: Tesouras, vigas, caibros.

**Construção civil** leve em esquadrias: Venezianas, Portas, Caixilhos, batentes e janelas.

**Construção civil leve** interna, decorativa: Cordões, guarnições, rodapés, forros e lambris.

**Assoalhos:** Tábuas, tacos, parquetes.

**Mobiliário:** Alta qualidade para móveis decorativos

**Outros usos:** Lâminas decorativas, peças torneadas, decoração e adorno, cabos para cutelaria, peças encurvadas ou curvadas, cabos de ferramentas, implementos agrícolas, transporte e tanoaria. Apresenta grande valor na fabricação de móveis e folhas faqueadas decorativas, devida à sua coloração atrativa.

### **3. *Cariniana micrantha* Ducke. (Tauari-vermelho)**

Esta espécie pertence à família Lecythidaceae, também é reconhecida pelo nome vulgar Castanha-de-macaco.

Características sensoriais de destaque: Cerne castanho avermelhado distinto do alburno que apresenta cor mais clara. Grã direita, textura variando de média a grossa. Gosto e cheiro imperceptíveis.

Usos indicados: Usada em forros e lambris, além da confecção de cabos para ferramentas e vassouras; também é indicada na confecção de adornos, molduras, estojos e palitos de fósforos.

### **4. *Caryocar glabrum* (Aubl.)Pers. (Pequiarana)**

Esta espécie pertence à família Caryocaraceae, dentre outros nomes vulgares se apresenta como: Piquiá; Cabeleira; Pequi; Pequiarana-da-terra-firme; Vinagreiro.

Essa espécie pode ser encontrada no Brasil, nos estados do Amapá, Amazonas, Maranhão, Pará e Rondônia. Em outros países estar presente em: Bolívia, Colômbia, Guiana Francesa, Peru e Suriname.

Características sensoriais de destaque: Madeira de densidade média, Cerne pouco distinto do alburno, cerne branco levemente amarelado, alburno levemente mais claro. Grã revessa, textura grossa, cheiro e gosto imperceptíveis. Parênquima axial visível apenas sob lente, apotraqueal difuso e difuso em agregados formando uma trama com os raios, às vezes em finas faixas marginais. Os raios são visíveis apenas sob lente no topo, finos e bem numerosos. Os vasos são visíveis a olho nu, porosidade difusa médios a grandes, de modo solitário e múltiplos. As camadas de crescimento são marcadas por zonas fibrosas bem regulares e em certos casos pelo parênquima marginal (IPT,1983).

Madeira é de alta resistência ao ataque de organismos xilófagos (IPT,1989).

O uso dessa madeira é indicado para:

Construção civil pesada externa: dormentes ferroviários, cruzetas, postes, defensas, estacas e mourões.

Construção civil pesada interna: vigas e caibros.

Outros usos: embarcações (quilhas, convés, costados e cavernas), tanoaria e embalagens.

## 5. *Caryocar villosum* Pers. (Pequiá)

Esta espécie pertence à família Caryocaraceae, apresenta dentre outros os nomes vulgares: Pequiá-bravo; Piquiá; Pequi-rosa; Vinagreiro.

No Brasil, esta espécie pode ser encontrada nos estados do Pará, Amazonas, Amapá, Rondônia, Roraima, Maranhão e Mato Grosso. Também está presente em países próximos como: Guiana, Guiana Francesa e Suriname.

Características sensoriais de destaque: Madeira de densidade média, Cerne e alburno pouco distintos pela cor, cerne esbranquiçado, levemente rosado, passando geralmente a amarelado-claro ou também pardo-claro-amarelado e alburno branco a amarelo-pálido. Grã reversa, textura variando de média a grossa, cheiro e gosto imperceptíveis. Parênquima axial visível só sob lente, apotraqueal difuso e difuso em agregados formando uma trama com os raios. Os raios são visíveis só sob lente no topo, finos e muito numerosos. Os vasos são visíveis a olho nu com porosidade difusa, variando de médios a grandes, solitários e múltiplos. Camadas de crescimento: marcadas por zonas fibrosas bem regulares e, eventualmente, pelo parênquima marginal (IPT,1983) .

A durabilidade natural desta madeira demonstra ser de alta resistência ao ataque de organismos xilófagos (IPT,1989).

Usos indicados:

Construção civil Pesada externa: dormentes ferroviários, cruzetas, postes, defensas e mourões.

Construção civil pesada interna: vigas e caibros

Outros usos: embarcações (quilhas, convés, costados e cavernas), tanoaria, embalagens.



## **6. *Diploptropis racemosa* Amsh. (Sucupira-preta)**

Esta espécie pertence à família Fabaceae, é comercializada com outros nomes vulgares: Sucupira; Sucupira-da-mata; Sucupira-pele-de-sapo.

Apresenta grande ocorrência nos estados brasileiros como o Amazonas, Acre, Bahia, Espírito Santo, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e Rondônia. Pode ser também encontrado em outros países como Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela.

Características sensoriais de destaque: Madeira de alta densidade, cerne e alburno distintos pela cor, cerne pardo escuro acastanhado; alburno bege amarelado. Grã irregular, textura grossa, cheiro e gosto imperceptível. Parênquima axial visível a olho nu, paratraqueal aliforme, vasicêntrico. Raios podem ser visíveis apenas sob lente no topo e na face tangencial, são de tamanho finos e poucos. Os vasos são visíveis a olho nu, grandes e poucos, com porosidade difusa, solitários predominantes e múltiplos de até quatro vasos, obstruídos por óleo-resina ou substância branca. Camadas de crescimento indistintas (IPT,1983).

Seus principais usos são:

Construção civil pesada externa: Dormentes ferroviários, cruzetas, estacas, pontes.

Construção civil pesada interna: Tesouras, vigas e caibros.

Construção leve em esquadrias: Batentes e janelas.

Construção leve interna decorativa: Painéis, lambris e forros.

Assoalhos: Tábuas, tacos e parquetes.

Mobiliário de alta qualidade: móveis decorativos.

Outros usos: lâminas decorativas, decoração e adorno, peças torneadas, embarcações, cabos de ferramentas e cabos para cutelaria.

### **7. *Martiodendron elatum* Gleason. (Jutaí-pororoca)**

Esta espécie pertence à família Caesalpinaceae, apresenta dentre outros o nome vulgar de Jutaí-cica e Tararindo.

Características sensoriais de destaque: Cerne e alburno distintos, cerne castanho escuro rosado. Grã regular, textura média a grossa, cheiro indistinto.

Usos indicados: Construção civil para produção de vigas, caibros, sarrafos, marcos de portas e janelas e assoalhos, também aplicada na confecção de partes de móveis, guarnições e forros.

### **8. *Ocotea rubra* Mez. (Louro-vermelho)**

Esta espécie pertence à família Lauraceae, comercializada por outros nomes: Louro-gamela; Cambará-rosa; Gamela.

Características sensoriais de destaque: Alburno a cor varia desde branco, marrom claro o marrom rosado ao cinza. As vezes amarelos ou cinzentos. Grã revessa, textura grossa.

Usos indicados: Carpintaria interior e exterior; Mobiliário e medeiramento; Tábuas contraplacada; Chapas decorativas; Tornearia e Construção naval.

### **9. *Piptadenia suaveolens* Mig. (Timborana)**

Esta espécie é da família Mimosaceae. Conhecida por outros nomes vulgares como: Fava-folha-fina; Faveira-folha-miúda; Timbó-da-mata. E ocorre no Brasil, nos estados: Amapá, Amazonas e Pará.

Características sensoriais de destaque: Madeira de alta densidade, cerne e alburno pouco distintos pela cor, cerne marrom a marrom avermelhado, o alburno por sua vez apresenta a coloração branco acinzentado. Grã revessa, textura fina tendendo à média, cheiro imperceptível. Anatomicamente, a madeira é constituída por parênquima axial visível somente sob lente; paratraqueal vasicêntrico. Os raios são visíveis também somente sob lente e na face tangencial. Os vasos são visíveis a olho nu e de melhor observação na face tangencial, com porosidade difusa, de tamanho pequeno e podem ser formados de modo solitário ou múltiplos e podem ser

obstruídos por óleo-resina. As camadas de crescimento são pouco distintas, demarcadas por zonas fibrosas e pelas finas linhas de parênquima marginal (IPT,1983).

Usos indicados: A madeira é usada na construção civil pesada externa e leve, interna, externa e de esquadrias. No setor mobiliário, seu uso geral consiste em partes internas de moveis e decorativos. Utilizada também como assoalhos doméstico, compensados, cabos de ferramentas e utensílios, embalagens e paletes, artigos de esporte e brinquedos, decoração e adrono, bobinas e carretéis.