

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE FLORESTAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**TESE**

**POTENCIAL MADEIREIRO DE ESPÉCIES NATIVAS DO BRASIL  
EM PLANTIO COMERCIAL**

**Amanda Arantes Junqueira**

**2022**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**POTENCIAL MADEIREIRO DE ESPÉCIES NATIVAS DO BRASIL EM  
PLANTIO COMERCIAL**

**AMANDA ARANTES JUNQUEIRA**

*Sob a Orientação do Professor*  
**Alexandre Monteiro de Carvalho**

*e Coorientação do Professor*  
**Djeison Cesar Batista**

Tese submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de **Doutora em  
Ciências Ambientais e Florestais**, no  
Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Ambientais e Florestais, Área  
de Concentração em Ciência e  
Tecnologia de Produtos Florestais

Seropédica, RJ  
Agosto de 2022

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

J95p Junqueira, Amanda Arantes, 1990-  
Potencial madeireiro de espécies nativas do Brasil  
em plantio comercial / Amanda Arantes Junqueira. -  
Caxambu, 2022.  
102 f.: il.

Orientador: Alexandre Monteiro de Carvalho.  
Coorientador: Djeison Cesar Batista.  
Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Ambientais e Florestais, 2022.

1. Silvicultura de Espécies Nativas. 2.  
Propriedades de Espécies Nativas. 3. Madeira de  
Espécies Nativas. I. Carvalho, Alexandre Monteiro de,  
1971-, orient. II. Batista, Djeison Cesar, 1984-,  
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Ambientais e Florestais. IV. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento  
de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**AMANDA ARANTES JUNQUEIRA**

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Ciências Ambientais e Florestais**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de Concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

TESE APROVADA EM 23/08/2022

---

Alexandre Monteiro de Carvalho. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

---

Anna Carolina de Almeida Andrade. Dra. UFS

---

Carolina Nogueira Xavier. Dra. UFPI

---

Gilmara Pires de Moura Palermo. Dra. UFRRJ

---

Natália Dias de Souza. Dra. UFRRJ



Emitido em 23/08/2022

**DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 18338/2022 - DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 29/08/2022 16:24 )*  
ALEXANDRE MONTEIRO DE CARVALHO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)  
Matrícula: 1486653

*(Assinado digitalmente em 29/08/2022 16:39 )*  
GILMARA PIRES DE MOURA PALERMO  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)  
Matrícula: 2433466

*(Assinado digitalmente em 29/08/2022 16:57 )*  
NATALIA DIAS DE SOUZA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)  
Matrícula: 2572892

*(Assinado digitalmente em 29/08/2022 17:05 )*  
ANNA CAROLINA DE ALMEIDA ANDRADE  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 079.965.186-96

*(Assinado digitalmente em 29/08/2022 16:29 )*  
CAROLINA NOGUEIRA XAVIER  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: 133.377.787-63

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número:  
**18338**, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **29/08/2022** e o código de  
verificação: **6eee9f71c7**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela oportunidade de estudar em uma instituição de ensino pública, gratuita e de qualidade. Agradeço por todas as experiências que vivi durante os doze anos que tornaram a Rural minha segunda casa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais (PPGCAF), pela oportunidade de aprendizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos a mim concedida.

Ao meu orientador, Alexandre Monteiro de Carvalho, pelos conhecimentos partilhados, pela oportunidade, pela paciência e por toda a contribuição ao meu trabalho. Agradeço por todo o apoio e incentivo durante estes seis anos de parceria.

Ao meu coorientador, professor Djeison Cesar Batista, por todo o incentivo, aprendizado e contribuição a este trabalho.

Aos membros da banca, Anna Carolina de Almeida Andrade, Carolina Nogueira Xavier, Gilmar Pires de Moura Palermo e Natália Dias de Souza, pelas preciosas contribuições a este trabalho.

A todos os professores que tive durante a graduação, mestrado e doutorado. Em especial, ao professor Acácio Geraldo de Carvalho (*in memoriam*), por despertar em mim o desejo pela área acadêmica, e ao professor Alexandre Miguel do Nascimento, por todos os conselhos e ensinamentos.

A todos os servidores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em especial ao José Mário, servidor do Laboratório de Processamento da Madeira/Instituto de Florestas.

Ao Laboratório de Processamento da Madeira (LPM) e a todos os colegas e funcionários do laboratório, por todo o aprendizado e companheirismo. Agradeço, em especial, ao Carlos Eduardo Silva, Celi Ramos, Flávia Vinhas, Osmar Freitas, Paulo Cesar Leal e Tharles Pereira, pela parceria e contribuição ao meu trabalho.

À minha família e, especialmente, aos meus irmãos (Gabriel Junqueira e Eduardo Lopes), à minha mãe, Monica Arantes, e ao meu namorado, Vitor Marton, por torcerem por mim e me apoiarem durante toda essa trajetória.

A todos os amigos que fiz durante meu percurso na UFRRJ, os quais, mesmo não sendo citados aqui, contribuíram para que minha trajetória na Rural tenha sido incrível. Em especial, aos irmãos que a Rural me deu: Ari Machado, Caio Rodrigues de Moraes, Danilo Ataíde, Elyakim Alves, Gabriela Bastos, Gerhard Valkinir, Hudson Motta, João Paulo Ramos, Luiza Lapenne e Karen Pecinato.

À população brasileira, por financiar meus estudos, desde a educação básica até a pós-graduação.

A todos que, embora não sendo citados aqui, contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO GERAL

JUNQUEIRA, Amanda Arantes. **Potencial madeireiro de espécies nativas do Brasil em plantio comercial**. 2022. 100 p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2022.

Atualmente, esforços estão sendo realizadas visando conter a exploração irracional de madeira em áreas naturais. Todavia, a maior parte das ações realizadas tem se concentrado na criação de legislações visando conter a exploração ilegal de madeira e pouco esforço tem se concentrado na criação de alternativas sustentáveis para suprir a demanda por madeira proveniente de espécies nativas. A silvicultura de espécies nativas surge como alternativa sustentável de produção de madeira nativa e tem como principal desafio a falta de informações referentes as espécies e ao comportamento dessas espécies em plantio. Visando fornecer informações sobre espécies nativas o objetivo geral do trabalho foi compreender o comportamento de árvores jovens, em condições de plantio. Para tal, foram avaliadas características dendrométricas, qualidade das toras, rendimento em madeira serrada, propriedades físicas, comportamento das espécies em operações de usinagem e lixamento e características anatômicas macroscópicas. As espécies foram avaliadas em dois grupos distintos, o primeiro grupo foi composto por espécies com 50 meses e plantadas em espaçamento 2 m x 4 m (*Zeyheria tuberculosa* – “ipê-felpudo”, *Cariniana legalis* – “jequitibá-rosa” e *Cordia trichotoma* – “louro-pardo”), enquanto o segundo grupo com espécies de 80 meses e plantadas em espaçamento 2 m x 2 m (*Astronium graveolens* – “aroeira”, *Anadenanthera peregrina* – “angico-curtidor”, *Parapiptadenia pterosperma* – “angico-vermelho”, *Handroanthus serratifolius* – “ipê-ovo-de-macuco” e *Dalbergia nigra* – “jacarandá-caviúna”). Todas as espécies dos dois grupos apresentaram boa qualidade das toras e rendimento em madeira serrada satisfatórios. Para o primeiro grupo o jequitibá-rosa apresentou a maior densidade aparente e o ipê-felpudo apresentou os melhores resultados nos testes de usinagem e lixamento. Para o segundo grupo, a espécie que apresentou maior densidade foi o ipê-ovo-de-macuco e as maiores estabilidades foram reportadas para aroeira, angico-curtidor e jacarandá-caviúna, enquanto para o lixamento e a usinagem a espécie com melhores resultados foi o angico-curtidor. Com base nas avaliações realizadas, dentre as espécies do primeiro grupo o louro-pardo é a espécie mais indicada para plantios comerciais e o angico-curtidor a espécie mais indicada do segundo grupo.

**Palavras-chave:** Silvicultura de Espécies Nativas, Propriedades de Espécies Nativas, Madeira de Espécies Nativas.

## GENERAL ABSTRACT

JUNQUEIRA, Amanda Arantes. **Lumber potential of Brazilian native species in a commercial plantation**. 2022. 100 p. Thesis (Doctor in Environmental and Forest Sciences). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2022.

Efforts are currently underway to curb indiscriminate logging in natural forest areas. However, most of the actions carried out have focused on enactment of laws and regulation aimed at deterring illegal logging, while little effort has been focused on creating alternatives to meet the demand for wood from native species. Silviculture involving native species can be a sustainable alternative to satisfy this demand. Its main challenge is the lack of information regarding the species and the behavior of these species after planting. To provide information about native species, the general objective of this work was to understand the behavior of young trees under different planting conditions. For this purpose, dendrometric characteristics, log quality, sawn wood yield, physical properties, species behavior during machining and sanding, and macroscopic anatomical characteristics were evaluated. Eight species were evaluated in two distinct groups, the first composed of trees with age of 50 months old planted with spacing of 2 m x 4 m (*Zeyheria tuberculosa* – “ipê-felpudo”, *Cariniana legalis* – “jequitibá-rosa” and *Cordia trichotoma* – “louro-pardo”), while the second group consisted of trees with age of 80 months old planted with at 2 m x 2 m spacing (*Astronium graveolens* – “aroeira”, *Anadenanthera peregrina* – “angico-curtidor”, *Parapiptadenia pterosperma* – “angico-vermelho”, *Handroanthus serratifolius* – “ipê-ovo-de-macuco” and *Dalbergia nigra* – “jacarandá-caviúna”). All species in both groups produced good log quality and lumber yield. For the first group, jequitibá-rosa presented the highest apparent density and ipê-felpudo presented the best results in the machining and sanding tests. For the second group, the species that presented the highest density was the ipê-ovo-de-macuco, and the highest stability was reported for aroeira, angico-curtidor, and jacarandá-caviúna, while for sanding and machining the species with the best results was the angico-curtidor. Based on the data, among the species of the first group, louro-pardo is the most suitable species for commercial plantations, and angico-curtidor is the most suitable species in the second group.

**Keywords:** Forestry of Native Species, Properties of Native Species, Wood from Native Species.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do município de Porto Seguro, BA.....	8
Figura 2 – Esquema de amostragem para a caracterização anatômica macroscópica. ....	60
Figura 3 – Seções transversais de <i>Zeyheria tuberculosa</i> : a) tora e b) madeira (escala=1mm). 63	63
Figura 4 – Seções transversais de <i>Cariniana legalis</i> : a) tora e b) madeira (escala=1mm). ....	64
Figura 5 – Seções transversais de <i>Cordia trichotoma</i> : a) tora e b) madeira (escala=1mm). ...	65
Figura 6 – Seções transversais de <i>Astronium graveolens</i> : a) tora e b) madeira (escala=1mm). .....	65
Figura 7 – Seções transversais de <i>Anadenanthera peregrina</i> : a) tora e b) madeira (escala=1mm). .....	66
Figura 8 – Seções transversais de <i>Parapiptadenia pterosperma</i> : a) tora e b) madeira (escala=1mm). ....	67
Figura 9 – Seções transversais de <i>Handroanthus serratifolius</i> : a) tora e b) madeira (escala=1mm). ....	68
Figura 10 – Seções transversais de <i>Dalbergia nigra</i> : a) tora e b) madeira (escala=1mm). ....	68

## **LISTA DE QUADRO**

Quadro 1 – Propriedades organolépticas e características anatômicas avaliadas.....	60
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Nome científico, nome popular, idade e espaçamento das espécies avaliadas .....	8
Tabela 2 – Critérios de classificação das toras .....	20
Tabela 3 – Características dendrométricas das espécies tropicais aos 50 meses de idade.....	22
Tabela 4 – Parâmetros de qualidade das toras das espécies tropicais aos 50 meses de idade..	24
Tabela 5 – Rendimento em madeira serrada e contração volumétrica das espécies tropicais aos 50 meses .....	25
Tabela 6 – Critérios de classificação das toras .....	38
Tabela 7 – Médias das características dendrométricas das árvores por espécie.....	40
Tabela 8 – Médias das características das toras por espécie .....	44
Tabela 9 – Médias de rendimento e contração volumétrica por espécie .....	45
Tabela 10 – Propriedades físicas de espécies com 50 meses e espaçamento 2 m x 4 m .....	70
Tabela 11 – Propriedades físicas de espécies com 80 meses e espaçamento 2 m x 2 m .....	72
Tabela 12 – Classificação visual das superfícies aplainadas e lixadas das espécies com 50 meses e espaçamento 2 m x 4 m .....	75
Tabela 13 – Classificação visual das furações (cavilha, dobradiça e lateral) das espécies com 50 meses e espaçamento 2 m x 4 m .....	76
Tabela 14 – Classificação visual das superfícies aplainadas e lixadas das espécies com 80 meses e espaçamento 2 m x 2 m .....	77
Tabela 15 – Classificação visual das furações das espécies com 80 meses e espaçamento 2 m x 2 m.....	78

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
2.1 Geral.....	3
2.2 Específicos.....	3
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
3.1 Características dendrométricas .....	4
3.2 Caracterização macroscópica da madeira.....	5
3.3 Propriedades físicas da madeira.....	6
3.4 Usinagem da madeira.....	6
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS GERAL.....</b>	<b>8</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I: POTENCIAL MADEIREIRO DE TRÊS ESPÉCIES TROPICAIS EM PLANTIOS MISTOS: AVALIAÇÃO AOS 50 MESES DE IDADE .....</b>	<b>14</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>16</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
2.1 Área de coleta do material e amostragem .....	19
2.2 Características dendrométricas .....	19
2.3 Avaliação da qualidade das toras.....	19
2.4 Desdobro das toras.....	20
2.5 Análise estatística.....	21
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
3.1 Características dendrométricas .....	22
3.2 Qualidade das Toras.....	24
3.3 Rendimento em Madeira Serrada e Contração Volumétrica .....	25
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>27</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>28</b>

<b>CAPÍTULO II: POTENCIAL MADEIREIRO DE ESPÉCIES NATIVAS BRASILEIRAS UTILIZADAS EM REFLORESTAMENTO: ANÁLISE AOS 80 MESES DE IDADE.....</b>	<b>32</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>33</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>34</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
2.1 Área de coleta do material e amostragem .....	37
2.2 Características dendrométricas .....	37
2.3 Avaliação da qualidade das toras.....	37
2.4 Desdobro das toras e rendimento em madeira serrada.....	38
2.5 Análise estatística.....	39
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
3.1 Características dendrométricas .....	40
3.2 Qualidade das Toras.....	43
3.3 Rendimento em Madeira Serrada e Contração Volumétrica .....	45
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>47</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO III: CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA, PROPRIEDADES FÍSICAS E AVALIAÇÃO DA SUPERFÍCIE USINADA DE ESPÉCIES NATIVAS PLANTADAS NO BRASIL.....</b>	<b>54</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>55</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>56</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>57</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>59</b>
2.1 Área de coleta do material e madeiras estudadas .....	59
2.2 Preparo das amostras e caracterização macroscópica das madeiras .....	59
2.3 Propriedades físicas da madeira.....	61
2.4 Usinagem e lixamento da madeira.....	61
2.5 Análise dos dados .....	62
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>63</b>
3.1 Caracterização Macroscópica da Madeira.....	63
3.1.1 Ipê-felpudo .....	63
3.1.2 Jequitibá-rosa.....	63
3.1.3 Louro-pardo.....	64

3.1.4 Aroeira .....	65
3.1.5 Angico-curtidor .....	66
3.1.6 Angico-vermelho .....	66
3.1.7 Ipê-ovo-de-macuco .....	67
3.2.7 Jacarandá-caviuna.....	68
3.2 Propriedades físicas da madeira.....	69
3.2.1 Espécies com 50 meses e espaçamento 2 m x 4 m.....	69
3.2.2 Espécies com 80 meses e espaçamento 2 m x 2 m.....	71
3.3 Usinagem da madeira e lixamento.....	74
3.3.1 Espécies com 50 meses e espaçamento 2 m x 4 m.....	75
3.3.2 Espécies com 80 meses e espaçamento 2 m x 2 m.....	77
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>80</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>81</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A demanda por produtos florestais resultou em alta pressão sobre as florestas naturais, fazendo com que muitas espécies nativas se tornassem ameaçadas de extinção. Por isso, para conter o avanço da exploração irracional de madeira nativa foram criadas legislações ambientais mais rigorosas, o que tornou a exploração madeireira de espécies nativas burocrática e onerosa (HOFFMANN *et al.*, 2011).

Por outro lado, os procedimentos legais envolvidos na exploração de florestas plantadas são menos burocráticos, o que torna esses empreendimentos uma alternativa viável para produção de matéria-prima que atenda a demanda por madeira de qualidade. Além disso, as florestas plantadas contribuem para a diminuição da pressão e exploração de floresta nativas, bem como para o aproveitamento de áreas desmatadas (SOARES *et al.*, 2003).

No Brasil, o setor de florestas plantadas também contribui de forma significativa para a economia do país. A Indústria Brasileira De Árvores – IBÁ (2021) estima que o valor da produção do setor em 2020 foi de R\$ 116,6 bilhões, sendo responsável pela geração de 536 mil empregos diretos e 1,5 milhão de empregos indiretos.

O setor brasileiro de florestas plantadas possui um elevado nível de desenvolvimento tecnológico, porém focado basicamente no reflorestamento de espécies exóticas e de rápido crescimento, como eucalipto e pinus. No ano de 2020, a área plantada no Brasil chegou a 9,55 milhões de hectares, sendo 78% referente ao plantio de eucalipto, 18% de pinus e apenas 4% de outras espécies (IBÁ, 2021).

Embora as espécies de pinus e eucalipto sejam importantes para o abastecimento da indústria madeireira, elas não atendem a todas as demandas, principalmente por produtos de processamento mecânico secundário (PPMS), tais como portas, janelas e pisos, por exemplo. O que impulsionou o interesse do setor florestal em buscar espécies nativas que produzam madeira de qualidade e em grande quantidade para utilização em plantios comerciais (HOFFMANN *et al.*, 2011).

Apesar da relevância e do recente interesse despertado pelas espécies nativas, existem poucas informações em relação a essas espécies em condições de plantio. A maior parte dos estudos disponíveis são focados em produção de mudas, aspectos silviculturais e/ou características dendrométricas. Nesse cenário, estudos que fornecem informações sobre as propriedades da madeira são importantes, pois, permitem sua correta utilização, seleção de material e qualidade do produto final (MOTTA *et al.*, 2014).

No Brasil, a escassez de informações sobre o potencial tecnológico de espécies nativas madeiras faz com que a correta utilização e comercialização dessas madeiras seja um desafio (MOULIN *et al.*, 2016). Além disso, devido à tendência de exploração de árvores cada vez com idade mais jovem, conhecer as características de madeiras provenientes de plantas jovens se torna imprescindível para potencializar a exploração de espécies florestais (HSING *et al.*, 2016; LIMA; GARCIA, 2011).

O Plano Nacional de Silvicultura com Espécies Nativas e Sistemas Agroflorestais, chama a atenção para o fato de que a falta de informações sobre as espécies nativas em condições de plantio acarreta em potenciais riscos, o que afasta possíveis investidores (BRASIL, 2006). Sendo assim, para estimular o interesse em plantios de espécie nativas é imprescindível que estudos sejam realizados visando obter informações sobre o comportamento e a qualidade do material produzido por espécies nativas em plantios. Essas informações são importantes para direcionar possíveis investimentos, principalmente quanto a escolha de espécies.

O presente estudo avaliou oito espécies nativas em condições de plantio, a saber: *Astronium graveolens* Jacq. – “aroeira”, *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. – “angico-

curtidor”, *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze – “jequitibá-rosa”, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. – “louro-pardo”, *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. – “jacarandá-caviúna”, *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose – “ipê-ovo-de-macuco”, *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan – “angico-vermelho” e *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl. – “ipê-felpudo”. Das espécies avaliadas, três constam na lista de espécies ameaçadas de extinção, em que ipê-felpudo e jacarandá-caviúna são consideradas espécies vulneráveis e jequitibá-rosa espécie em perigo (BRASIL, 2014). Todavia, apesar da importância ainda existe lacunas referentes as informações dessas espécies em condições de plantio, principalmente em relação ao potencial madeireiro das mesmas.

Visando atender aos objetivos geral e específicos, de forma clara e concisa a tese foi dividida em 3 capítulos.

No Capítulo I<sup>1</sup>, intitulado “Potencial madeireiro de três espécies tropicais em plantios mistos: avaliação em 50 meses de idade” avaliou-se as características dendrométricas das árvores, a qualidade das toras, o rendimento em madeira serrada e a contração volumétrica parcial da madeira. As espécies avaliadas foram: *Cariniana legalis* – “jequitibá-rosa”, *Zeyheria tuberculosa* – “ipê-felpudo” e *Cordia trichotoma* – “louro-pardo”.

No Capítulo II, intitulado “Potencial silvicultural e madeireiro de espécies nativas brasileiras utilizadas em reflorestamento: avaliação aos 80 meses de idade”, avaliou-se as características dendrométricas das árvores, a qualidade das toras, o rendimento em madeira serrada e a contração volumétrica parcial da madeira. As espécies avaliadas foram: *Anadenanthera peregrina* – “angico-curtidor”, *Astronium graveolens* – “aroeira”, *Dalbergia nigra* – “jacarandá-caviúna”, *Handroanthus serratifolius* – “ipê-ovo-de-macuco”, *Parapiptadenia pterosperma* – “angico-vermelho”.

No Capítulo III, intitulado “Caracterização anatômica macroscópica, propriedades físicas e avaliação da superfície usinada de espécies nativas” avaliou-se as características macroscópicas, as propriedades físicas e o comportamento da superfície usinada de espécies nativas plantadas. As espécies avaliadas foram: *Astronium graveolens* – “aroeira”, *Anadenanthera peregrina* – “angico-curtidor”, *Cariniana legalis* – “jequitibá-rosa”, *Cordia trichotoma* – “louro-pardo”, *Dalbergia nigra* – “jacarandá-caviúna”, *Handroanthus serratifolius* – “ipê-ovo-de-macuco”, *Parapiptadenia pterosperma* – “angico-vermelho” e *Zeyheria tuberculosa* – “ipê-felpudo”.

---

<sup>1</sup> O Capítulo I foi publicado na revista Floresta e Ambiente, Seropédica, v. 28, n. 3, 2021. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2021-0012>



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

O objetivo geral do trabalho foi compreender o comportamento de árvores jovens das espécies: *Astronium graveolens* – “aroeira”, *Anadenanthera peregrina* – “angico-curtidor”, *Cariniana legalis* – “jequitibá-rosa”, *Cordia trichotoma* – “louro-pardo”, *Dalbergia nigra* – “jacarandá-caviúna”, *Handroanthus serratifolius* – “ipê-ovo-de-macuco”, *Parapiptadenia pterosperma* – “angico-vermelho” e *Zeyheria tuberculosa* – “ipê-felpudo”, em condições de plantio.

### 2.2 Específicos

Para as oito espécies foram determinados os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar as características dendrométricas;
- Avaliar a qualidade das toras;
- Avaliar o rendimento em madeira serrada;
- Realizar a caracterização macroscópica da madeira;
- Avaliar as propriedades físicas da madeira;
- Avaliar a qualidade das superfícies usinadas e lixadas; e
- Identificar as espécies mais promissoras dentre as espécies avaliadas.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Características Dendrométricas

Para facilitar o planejamento da produção e a comercialização de produtos florestais provenientes de plantios comerciais é preciso que se conheça as características dendrométricas das espécies que estão sendo utilizadas. Além disso, é preciso compreender a relação entre as características dendrométricas e as características tecnológicas das espécies (GONÇALVES *et al.*, 2010).

A medição de variáveis dendrométricas, como altura, diâmetro, área basal e densidade de plantio, gera informações sobre o potencial produtivo da área plantada (LAURO *et al.*, 2018), fornecendo estimativas de volume de madeira e de biomassa (MOREIRA *et al.*, 2012). Das variáveis dendrométricas, o diâmetro e a altura estão entre as variáveis de maior importância, visto que são as variáveis mais utilizadas para estimar o volume, a capacidade produtiva e o balanço de carbono (FERRAZ FILHO *et al.*, 2018).

O volume é uma variável de grande interesse em povoamentos florestais. Um dos métodos mais difundidos para estimar o volume é o de dupla entrada, o qual utiliza equações volumétricas que relacionam o diâmetro à altura do peito e a altura (comercial ou total) para obtenção do volume (MIRANDA *et al.*, 2014).

Além do diâmetro inicial, médio e superior da tora, o diâmetro pode ser medido no início da copa, na altura média, a um terço da altura, a um décimo da altura, a altura do peito e na base (IMANHA-ENCINAS *et al.*, 2009). Sendo o diâmetro medido a 1,30 m de altura, conhecido como diâmetro à altura do peito (DAP), o mais utilizado.

A altura também pode ser medida em vários pontos, em que a altura total e a altura comercial são as mais importantes considerando a avaliação de volume final de madeira. A altura total é definida como a “distância vertical considerada desde o chão até o ápice da copa”, e a altura comercial é definida como “parte do fuste economicamente aproveitável que corresponde a distância desde a altura do corte até a altura do diâmetro mínimo comercial” (IMANHA-ENCINAS *et al.*, 2009).

Apesar da importância do diâmetro e altura para estimar o volume final de madeira de um plantio, cabe destacar que outras variáveis também exercem influência sobre o volume, como por exemplo, a forma da árvore e a porcentagem de casca (CAMPOS; LEITE, 2013; FIGUEIREDO *et al.*, 2005). O volume final de madeira é afetado consideravelmente quando a árvore apresenta grandes variações em sua forma ou alta porcentagem de casca.

A forma da árvore pode apresentar variações, que ocorrem devido a presença de achatamento, encurvamento e conicidade. O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF (1984) define o achatamento como a presença de diâmetros diferentes na mesma seção da tora. Enquanto o encurvamento diz respeito ao desvio permanente do eixo do fuste (na maior parte dos casos ocorre sob a forma de curvas) e a conicidade ocorre devido a diminuição do diâmetro da base para o topo (NASSUR *et al.*, 2013). Cabendo destacar que o achatamento é considerado defeito apenas quando seus valores ficam abaixo de 90%, enquanto o encurvamento e a conicidade são considerados defeitos quando seus valores ultrapassam  $3 \text{ cm.m}^{-1}$  (IBDF, 1984).

Outra variável importante para a determinação do volume final de madeira é a porcentagem de casca, que é considerada um resíduo por grande parte dos empreendimentos florestais. No entanto, esforços estão sendo feitos para que resíduos madeireiros gerados durante o processamento sejam aproveitados, conseqüentemente, estudos sobre a porcentagem de casca e sua composição tendem a ganhar destaque no setor florestal. Sendo assim,

informações sobre a porcentagem de casca são importantes, tanto para estimar o volume de resíduo gerado (em caso de descarte), quanto para fins comerciais (SILVA; NETO, 1979).

Várias são as características dendrométricas que devem ser avaliadas, sendo importante que essas avaliações sejam feitas de forma conjunta. Dessa forma, é possível obter informações suficientes para subsidiar tomadas de decisões que visem o maior aproveitamento do plantio, bem como a maior qualidade da matéria prima a ser produzida.

Na literatura, existem poucos trabalhos disponíveis que abordam as características dendrométricas de espécies nativas em condições de plantio. Podemos citar como exemplos as contribuições de Hoffmann *et al.* (2011), Mendonça *et al.* (2017), Soares *et al.* (2011) e Tonini *et al.* (2005).

### **3.2 Caracterização Macroscópica da Madeira**

A anatomia da madeira “é o estudo dos diversos tipos de células que constituem o lenho (xilema secundário), suas funções, organização e peculiaridades estruturais” (BURGER; RITCHER, 1991). A anatomia da madeira tem como objetivos: fornecer informações sobre a madeira visando potencializar seu uso, diferenciar madeiras que possuem características parecidas e identificar espécies (BURGER; RITCHER, 1991).

A identificação correta de espécies madeireiras é uma das formas de se combater a extração ilegal (JÁCOME *et al.*, 2021). Essa identificação comumente é feita utilizando as características morfológicas das árvores, todavia, após o processo de desdobro essas características são perdidas, o que inviabiliza a identificação por esse método (ZANATTA *et al.*, 2018; ZENID; CECCANTINI, 2007). Na impossibilidade de identificação por meio de características morfológicas a anatomia da madeira surge como alternativa para correta classificação e identificação de espécies madeireiras (FARIAS; MELO, 2020).

A anatomia da madeira diz respeito ao estudo das características microscópicas e macroscópicas da madeira. A anatomia da madeira a nível microscópico é o método mais confiável de classificação e identificação de espécies após o desdobro das árvores (ZANATTA *et al.*, 2018). Entretanto, os autores destacam que a caracterização a nível microscópico é um processo oneroso e que depende de recursos financeiros e logísticos. Dessa forma, a identificação macroscópica surge como uma alternativa mais viável quando se trata da identificação, principalmente em campo.

Nos estudos a nível macroscópico a identificação de madeiras é feita por meio de características que possam ser observadas a vista desarmada (olho nu) ou com pouco aumento para sua avaliação (ZENID; CECCANTINI, 2007). Esse método possui vantagem em relação a identificação a nível microscópico, visto que os instrumentos utilizados são mais simples e existe uma maior praticidade e rapidez (BOTOSSO, 2011).

Na identificação macroscópica, dois grupos distintos de características são avaliadas, as organolépticas (cor, brilho, odor, gosto, grã, textura, densidade, dureza e desenhos) e as anatômicas (aspectos dos anéis de crescimento, forma, tamanho ou distribuição de elementos celulares) (ZENID; CECCANTINI, 2007). Na prática, é recomendado que os dois grupos sejam avaliados de forma conjunta, para que as informações sejam complementares, principalmente pelo fato de que as características organolépticas podem ser subjetivas e dependem de treinamento especializado para sua realização.

Na literatura é possível encontrar trabalhos de identificação macroscópica envolvendo espécies nativas, dentre os quais podemos citar as contribuições de Alves *et al.* (2012), Farias e Melo (2020) e Silva *et al.* (2020). Esses trabalhos possuem como principal objetivo a caracterização macroscópica visando fornecer informações que facilitem a identificação das espécies.

### 3.3 Propriedades Físicas da Madeira

A madeira possui estrutura variável e para que sua utilização seja potencializada é necessário conhecer suas propriedades (FREITAS *et al.*, 2015). A qualidade dos produtos que serão gerados por esse material depende das propriedades anatômicas, químicas, físicas e mecânicas da madeira (MOTTA *et al.*, 2014). Portanto, estudos que abordem a caracterização da madeira permitem que seu uso seja potencializado (MIRANDA *et al.*, 2012; MOULIN *et al.*, 2016).

Em relação as propriedades avaliadas que determinam a qualidade da madeira, as propriedades físicas possuem grande importância, sendo a densidade e a retratibilidade as propriedades de maior destaque. Essas propriedades se relacionam diretamente com outras propriedades da madeira, evidenciando a sua importância na caracterização desse material.

A densidade básica é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT 7190 (1997) como “massa específica convencional obtida pelo quociente da massa seca pelo volume saturado”. A avaliação da densidade básica possui vantagens, visto que essa propriedade possui alta correlação com diversas outras propriedades madeira, além de ser de fácil medição (COUTO *et al.*, 2012). A densidade básica é comumente utilizada como indicador de qualidade, servindo como base para indicações de uso da madeira (RODRIGUES *et al.*, 2008).

A retratibilidade também é utilizada como indicativo de qualidade madeira, sendo esse parâmetro associado a presença de empenamentos e rachaduras em peças serradas (RODRIGUES *et al.*, 2008). Esse fenômeno ocorre devido à perda (contração) ou ganho (inchamento) de umidade, abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF), o que ocasiona variações nas dimensões da madeira (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Sendo assim, a retratibilidade pode ser avaliada por meio da contração e/ou do inchamento, os quais são utilizados para determinação da estabilidade dimensional da madeira (ABNT, 1997).

Como dito anteriormente, a densidade se relaciona diretamente com outras propriedades da madeira, inclusive com a retratibilidade. Maiores valores de contração e inchamento são observados em madeiras mais densas, em que as paredes celulares são mais espessas e o volume de lume menor (POUBEL *et al.*, 2012).

A massa específica sofre influência de fatores externos (clima, manejo, sítio) e fatores internos (posição na árvore, relação cerne/alburno, proporção de lenho juvenil e adulto) (MIRANDA *et al.*, 2012). Enquanto a contração varia conforme a espécie e o método de secagem (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Portanto, é importante que estudos sejam realizados avaliando as propriedades físicas de diferentes espécies e em diferentes condições.

Na literatura, é possível constatar escassez de informações referentes as propriedades físicas da madeira de espécies nativas em condições de plantio. Cabendo destacar que, conhecer as propriedades físicas da madeira, principalmente de espécies nativas, é um passo importante para que a demanda por madeira de qualidade seja atendida por um número de espécies cada vez maior, diminuindo a pressão sobre espécies provenientes de áreas naturais.

### 3.4 Usinagem da Madeira

Para determinar o valor de um produto madeireiro é preciso avaliar a qualidade da matéria-prima utilizada por meio das diversas características da madeira. Dentro desse contexto, a qualidade da superfície usinada merece destaque, visto que essa é uma das etapas da industrialização madeireira que mais agrega valor ao produto final.

A usinagem da madeira é “todo processo pelo qual a forma de uma peça é modificada pela remoção progressiva de cavacos de tamanhos e formas variadas” (PALERMO *et al.*, 2015). O processo de usinagem da madeira diz respeito as operações de aplainamento (desengrosso e

desempeno), molduramento, torneamento, destopamento, recorte, furação etc (TAQUES; ARRUDA, 2016).

Durante as operações de usinagem é desejável que a madeira apresente boa trabalhabilidade (grau de facilidade do processamento), principalmente na fabricação de produtos como móveis e esquadrias (SOUZA *et al.*, 2009). E para compreender a trabalhabilidade da madeira é preciso conhecer suas propriedades, seus parâmetros e suas interações (SILVA *et al.*, 2005).

O principal desafio em relação as operações de usinagem é a ocorrência de defeitos nas peças da madeira usinada. Esses defeitos são ocasionados por três principais fatores: propriedades da madeira, maquinário e mão de obra (MARCHESAN *et al.*, 2013). Por isso, é importante que se conheça a madeira a ser usinada para minimizar as ocorrências de defeitos devido as propriedades de cada espécie.

Para definir o grau e o tipo de defeito apresentado é preciso avaliar a qualidade da superfície da madeira usinada. O principal método de avaliação da qualidade da superfície da madeira consiste em realizar uma avaliação visual da superfície usinada. O procedimento mais difundido para realizar essa avaliação visual é o proposto pela *American Standard for Testing and Materials* (ASTM) por meio da norma ASTM D-1666 (2022). Cabendo destacar que realizar a avaliação da usinagem da madeira potencializa seu uso, pois contribui para o uso adequado e menor geração de resíduos (TAQUES; ARRUDA, 2016).

Contudo, a madeira é um material heterogêneo que apresenta propriedades físicas, anatômicas e mecânicas diferentes para cada espécie, o que impede que os processos de usinagem sejam generalizados (SOUZA *et al.*, 2009). Por isso, é importante compreender o comportamento de cada espécie durante a usinagem para que sejam criadas metodologias específicas para cada espécie visando o melhor rendimento e resultado final.

O recente interesse na silvicultura de espécies nativas faz com que seja necessário conhecer também o comportamento durante o processo de usinagem de espécies nativas provenientes de plantio. Entretanto, na literatura poucos trabalhos abordam a usinagem de espécies nativas em condições de plantio, sendo o principal trabalho o desenvolvido por Rolim *et al.* (2018), o qual avaliou propriedades de usinagem de diferentes espécies nativas provenientes de plantios comerciais.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS GERAL

O material avaliado foi coletado em um plantio misto localizado no município de Porto Seguro, Bahia, Brasil (Figura 1). De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é classificado como Af e o solo é classificado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999) como Latossolo amarelo, com textura franco-arenosa. Foram avaliadas oito espécies provenientes de desbaste (Tabela 1).

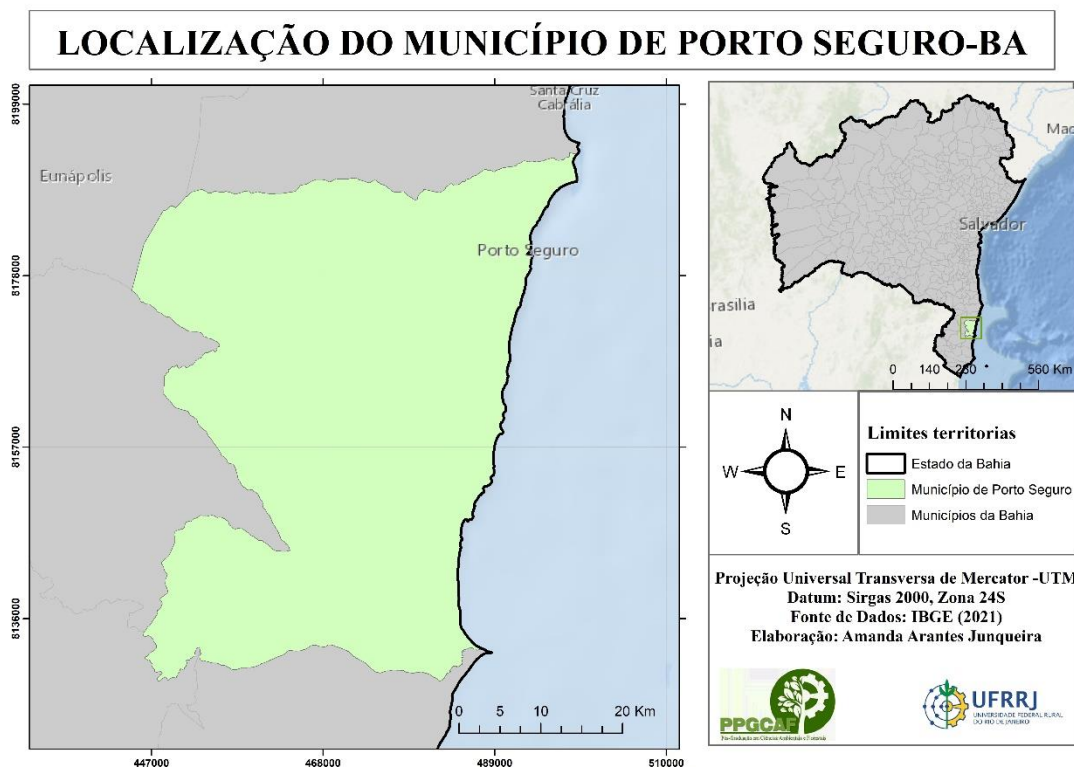


Figura 1 – Localização do município de Porto Seguro, BA.

Tabela 1 – Nome científico, nome popular, idade e espaçamento das espécies avaliadas

Nome científico	Nome popular	Idade (meses)	Espaçamento ( m x m)
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Jequitibá-rosa	50	2 x 4
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Louro-pardo	50	2 x 4
<i>Zeyheria tuberculosa</i> (Vell.) Bureau ex Verl.	Ipê-felpudo	50	2 x 4
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Aroeira	80	2 x 2
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	Angico-curtidor	80	2 x 2
<i>Dalbergia nigra</i> (Vell.) Allemão ex Benth.	Jacarandá-caviúna	80	2 x 2
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	Ipê-ovo-de-macuco	80	2 x 2
<i>Parapiptadenia pterosperma</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	80	2 x 2

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ALVES, R. C.; OLIVEIRA, J. T. S.; MOTTA, J. P.; PAES, J. B. Caracterização anatômica macroscópica de madeiras folhosas comercializadas no Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 3, p. 352-361, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2012.042>.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM D 1666-22**: Standard method for conducting machining tests of wood and wood base materials. West Conshohocken: ASTM, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190**: Projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

BOTOSSO, P. C. **Identificação macroscópica de madeiras**: guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

BRASIL. [Ministério Do Meio Ambiente (MMA)]. **Portaria nº 443 de 17 de dezembro de 2014**. Brasília: Diário Oficial da União, 2014. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/12/2014&jornal=1&pagina=110&totalArquivos=144>. Acesso em: 11 dez. 2021.

BRASIL. Plano nacional de silvicultura com espécies nativas e sistemas agroflorestais – PENSAF. Brasília: MMA, 2006.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1991.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal**: perguntas e respostas. 4. ed. Viçosa: UFV, 2013.

COUTO, A. M.; PROTÁSIO, T. D. P.; REIS, A. A.; TRUGILHO, P. F. Amostragens Longitudinais Alternativas para a Determinação da Densidade Básica em Clones de *Eucalyptus* sp. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 2, p. 184-193, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2012.022>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 1999.

FARIAS, D. T.; MELO, R. R. Caracterização macroscópica da madeira de cinco espécies da Caatinga. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 8, p. 1-14, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5614>.

FERRAZ FILHO, A. C.; MOLA-YUDEGO, B.; RIBEIRO, A.; SCOLFORO, J. R. S.; LOOS, R. A.; SCOLFORO, H. R. Height-diameter models for *Eucalyptus* sp. plantations in Brazil. **Cerne**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 9-17, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/01047760201824012466>.

FIGUEIREDO, E. O.; SOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. Estimativa do percentual de casca e do fator de forma em povoamentos jovens de teca (*Tectona grandis* L.f.) – **Comunicado Técnico 165**. EMBRAPA: Rio Branco, 2005.

FREITAS, T. P.; FEUCHARD, L. D.; OIVEIRA, J. T. S.; PAES, J. B.; ARANTES, M. D. C. Caracterização anatômica e físico-mecânica da madeira de *Liquidambar* sp. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 723-734, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v45i4.36878>.

GONÇALVES, F. G.; OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, G. F.; NAPPO, M. E.; TOMAZELO FILHO, M. Parâmetros dendrométricos e correlações com propriedades tecnológicas em um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 947-959, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000500020>.

HOFFMANN, R. G.; DA SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F.; FERREIRA, R. L.; VESCOVI, L. B.; ZANETI, L. Z. Caracterização dendrométrica de plantios de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) na região de Paragominas, PA. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 4, p. 675-684, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1039>.

HSING, T. Y.; DE PAULA, N. F.; DE PAULA, R. C. Características dendrométricas, químicas e densidade básica da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 273-283, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509821119>.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório Anual - 2021**. São Paulo: Indústria Brasileira de Árvores, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). **Norma para medição e classificação de toras de madeira de folhosas**. Brasília: IBDF, 1984.

IMAÑA-ENCINAS, J.; REZENDE, A. V.; IMAÑA, C. R.; SANTANA, O. A. **Contribuição dendrométrica nos levantamentos fitossociológicos**. 1. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

JÁCOME, C. C.; DUARTE, P. J.; PIRES, M. R.; MORI, F. A.; LAFETÁ, B. O.; SARTORI, C. J. Anatomia macroscópica de madeiras comercializadas no município de São João Evangelista, estado de Minas Gerais, Brasil. In: EVANGELISTA, W. V. (Org.). **Madeiras nativas e plantadas do Brasil**. Guarujá: Científica Digital, 2021. p. 231-243.

LAURO, A. C.; CURTO, R. Q.; TONINI, H.; BIAZATTI, S. C.; KHLER, S. V. Operacionalidade de instrumentos na obtenção da altura total de árvores em sistema agrossilvipastoril. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 5, n. 4, p. 445-451, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v5i4.6166>.

LIMA, I. L.; GARCIA, J. N. Efeito do desbaste e da fertilização na porcentagem de casca e conicidade de toras de *Eucalyptus grandis*. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 2, p. 305-312, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v41i2.21878>.

MARCHESAN, R.; KASPRZAK, L. F. F.; SCHIRIGATTI, E. L.; KLITZKE, R. J.; ROCHA, M. P. D. Produção de lamelas em serra de fita horizontal múltipla para fabricação de piso



engenheirado de madeira. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, p. 124-134, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4322/floram.2012.067>.

MENDONÇA, G. C.; CHICHORRO, J. F.; MENDONÇA, A. R.; GUIMARÃES, L. A. O. P. Avaliação silvicultural de dez espécies nativas da Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 277-290, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509826466>.

MIRANDA, R. O. V.; DAVID, H. C.; EBLING, A. A.; MÔRA, R.; FIORENTIN, L. D.; SOARES, I. D. Estratificação hipsométrica em classes de sítio e de altura total em plantios clonais de eucaliptos. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 1, n. 4, p. 113-119, 2014. DOI: <https://doi.org/10.34062/afs.v1i4.1975>.

MOREIRA, F. T. A.; ARAÚJO, L. V. C.; SILVA, G. H.; ASSIS, M. M.; FERREIRA, A. E. S. Características dendrométricas de um povoamento de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) no semiárido paraibano. **Revista Verde**, Mossoró, v. 7, n. 3, p. 127-132, 2012.

MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; BRAZ, R. L.; DUARTE, A. P. C.; ALVES, R. C. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 23, p. 2186-2192, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130479>.

MOULIN, J. C.; RODRIGUES, B. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; ROSA, R. A.; OLIVEIRA, J. G. L. Propriedades tecnológicas do lenho de louro-preto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 88, p. 415-421, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.88.994>.

NASSUR, O. A. C.; ROSADO, L. R.; ROSADO, S. C. S.; CARVALHO, P. M. Variações na qualidade de toras de *Toona ciliata* M. Roem. com dezoito anos de idade. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 43-49, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000100006>.

OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 929-936, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000500018>.

PALERMO, G. P. D. M.; LATORRACA, J. V. D. F.; CARVALHO, A. M. D.; GARCIA, R. A. Avaliação da superfície da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden tratada termicamente. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, p. 145-152, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-509820152505145>.

POUBEL, D. D. S.; GARCIA, R. A.; LATORRACA, J. V. D. F.; CARVALHO, A. M. D. Estrutura anatômica e propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, n. 2, p. 117-126, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2011.029>.

RODRIGUES, É. D. A. C.; DA SILVA ROSADO, S. C.; TRUGILHO, P. F.; SANTOS, A. M. Seleção de clones de *Eucalyptus* para as propriedades físicas da madeira avaliadas em árvores no campo. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 147-152, 2008.

ROLIM, S. G.; PIOTTO, D.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F.; SOUZA, J.; SIQUEIRA, G. S.; REIS, C. A.; ORELLANA, E.; SILVA, C. E. S.; CARVALHO, P. C. L.; MACIEL, N. S. R.; PACE, J. H. C.; CASTRO, J. P.; SANTOS, G. C. V.; FERREIRA, M. E. S.; SAKAI, E. S.; JESUS, R. M. Crescimento e características de espécies arbóreas em

experimentos silviculturais no norte do Espírito Santo. In: Rolim SG, Piotto D. (Ed.) - **Silvicultura e tecnologia de espécies da Mata Atlântica**. Belo Horizonte: Rona; 2018.

SILVA, J. A. A.; PAULA NETO, F. **Princípios básicos de dendrometria**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1979.

SILVA, J. R. M.; MUÑIZ, G. I. B.; LIMA, J. T.; BONDUELLE, A. F. Influência da morfologia das fibras na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n.3, p.479-487, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000300016>.

SILVA, M. S.; CORRÊA, G. M.; SOARES, J. C.; NASCIMENTO, J. M. H.; SOUZA, K. L.; SOUZA, M. A. R. Anatomia Macroscópica da madeira de quatro espécies comercializadas no município de Paragominas – PA. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3. n. 3. p. 1536-1543, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-070>.

SOARES, C. P. B.; MARTINS, F. B.; LEITE JUNIOR, H. U.; SILVA, G. F. D.; FIGUEIREDO, L. T. M. D. Equações hipsométricas, volumétricas e de taper para onze espécies nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1039-1053, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000600010>.

SOARES, T. S.; SILVA, M. L.; GAMA, J. R. V.; CARVALHO, R. M. M. A.; VALE, R. S. Avaliação econômica de plantações de eucalipto submetidas a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 4. p. 481-486, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000400008>.

SOUZA, M. O. A. D.; SILVA, J. D. C.; LUCIA, R. M. D.; EVANGELISTA, W. V. Avaliação da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn e *Eucalyptus urophylla* ST Blake em ensaios de usinagem, visando à produção moveleira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 751-758, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000400018>.

TAQUES, A. C.; DE ARRUDA, T. P. M. Usinagem da madeira de angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*). **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 14, n. 1, p. 97-102, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5327/rcaa.v14i1.1416>.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; DE SÁ, S. P. P. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no estado de Roraima: andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb) e jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 3, p. 353-362, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000300008>.

ZANATTA, P.; BALDIN, T.; DUARTE RIBES, D. E. B. O. R. A.; SOARES BILHALVA DOS SANTOS, P. A. T. R. Í. C. I. A.; GATTO, D. A. Macroscopia da madeira de *Eucalyptus* como ferramenta para identificação a campo. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 53, n. 4, p. 1-10, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/1851.2372.v53.n4.21981>.

ZENID, G. J.; CECCANTINI, G. C. T. **Identificação macroscópica de madeiras**. São Paulo: IPT, 2007.

## CAPÍTULO I

### **POTENCIAL MADEIREIRO DE TRÊS ESPÉCIES TROPICAIS EM PLANTIOS MISTOS: AVALIAÇÃO AOS 50 MESES DE IDADE<sup>2</sup>**

#### LUMBER POTENTIAL OF TROPICAL SPECIES IN A MIXED PLANTATION: ASSESSMENT AT 50 MONTHS

---

<sup>2</sup> O Capítulo I foi publicado na revista Floresta e Ambiente, Seropédica, v. 28, n. 3, 2021.  
<https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2021-0012>

## RESUMO

A utilização de espécies tropicais em plantações florestais surge como alternativa para suprir a demanda por madeira de boa qualidade. No entanto, informações referentes ao comportamento de espécies tropicais nessas condições são escassas. O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial madeireiro de *Cariniana legalis* – “jequitibá-rosa”, *Zeyheria tuberculosa* – “ipê-felpudo” e *Cordia trichotoma* – “louro-pardo” em um plantio florestal. Três árvores por espécie foram amostradas aos 50 meses de idade, plantadas em espaçamento de 2 m x 4 m em Porto Seguro, Bahia, Brasil. Avaliou-se as características dendrométricas das árvores, a qualidade das toras, o rendimento em madeira serrada e a contração volumétrica parcial da madeira. A retração volumétrica total do ipê-felpudo, jequitibá-rosa e louro-pardo é em torno de 12,89%, 13,40% e 11,58%, respectivamente. Dentre as três espécies analisadas, o louro-pardo teve o melhor desempenho, seguido do ipê-felpudo, enquanto o jequitibá-rosa teve o pior desempenho. Todas as espécies avaliadas tiveram boa qualidade de tora e estabilidade dimensional volumétrica.

**Palavras-chave:** Árvores Jovens, Características Dendrométricas, Qualidade da Tora, Rendimento em Madeira Serrada.

## ABSTRACT

The use of tropical species in forest plantations is an alternative to supply the demand of good quality wood. However, information regarding the performance of planted tropical species is scarce. The aim of this study was to provide an assessment of the lumber potential of *Cariniana legalis* – “jequitibá-rosa”, *Zeyheria tuberculosa* – “ipê-felpudo” and *Cordia trichotoma* – “louro-pardo” in a forest plantation. Three trees per species were sampled at age of 50 months, planted in a mixed stand with 2 x 4 m spacing in Porto Seguro, Bahia, Brazil. We assessed characteristics of the trees, the logs, lumber yield, and partial volumetric shrinkage of wood. Total volumetric shrinkage of ipê-felpudo, jequitibá-rosa and louro-pardo would be around 12.80%, 13.40% and 11.58%, respectively. Among the three species analyzed, louro-pardo had the best performance, followed by ipê-felpudo, while jequitibá-rosa had the worst performance. All species had good performance regarding log quality and dimensional stability of wood.

**Keywords:** Young Trees, Dendrometric Characteristics, Log Quality, Lumber Yield.

# 1 INTRODUÇÃO

A madeira tropical tem sido tradicionalmente utilizada em produtos sólidos, em função da elevada qualidade. Porém, a exploração seletiva e continuada para esses fins tem resultado em um cenário de ameaça de extinção de algumas espécies (COSTA *et al.*, 2019; LOBÃO *et al.*, 2010). De acordo com Garcia *et al.* (2012), a Amazônia brasileira possui cerca de seis mil espécies e a exploração madeireira se concentra em apenas cem. Isso implica na busca por alternativas viáveis para suprir a demanda por madeira de alta qualidade de forma sustentável.

A legislação brasileira prevê o uso sustentável da madeira oriunda de florestas nativas, conforme a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), mediante um instrumento chamado Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS). Contudo, a obtenção da aprovação de um PMFS pelos órgãos ambientais é um processo lento e burocrático, o que pode inviabilizar economicamente um empreendimento florestal.

A utilização de espécies tropicais em plantios tem crescido nas últimas duas décadas, e tem como objetivo o suprimento de madeira de qualidade de forma sustentável (FISCHER *et al.*, 2015; MENDONÇA *et al.*, 2018). Uma das grandes vantagens desses plantios é o processo simplificado de obtenção da autorização de colheita, que dispensa o PMFS, bem como a melhor utilização de áreas improdutivas, muitas vezes degradadas e abandonadas pela agricultura.

Por outro lado, são poucos os estudos sobre o desempenho silvicultural de espécies tropicais em plantios, bem como da qualidade da madeira produzida. Por exemplo, Dias *et al.* (2012) avaliaram a propagação vegetativa de progênies de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan); e Hernandez *et al.* (2013) avaliaram a propagação vegetativa de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze). Outros estudos avaliaram espécies tropicais em sistemas agroflorestais (NICODEMO *et al.*, 2016; RADOMSKI *et al.*, 2012) e em plantios homogêneos (MENDONÇA *et al.*, 2017).

No comércio florestal, a demanda por madeira proveniente de florestas tropicais tem apresentado tendência crescente (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO E INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA, 2011). Essas organizações estimam que a demanda média por madeira, em toras, das florestas tropicais é de 21 milhões de m<sup>3</sup>/ano, exigindo uma área de 36 milhões de hectares em um ciclo de 30 anos. Alguns autores também apontam que existe uma expectativa de redução da oferta de madeira tropical nos países asiáticos e na bacia do Congo, o que poderia alavancar o mercado brasileiro de madeira tropical (RODRIGUES *et al.*, 2020).

Almeida *et al.* (2010) reforçam a ideia do potencial de exportação de madeira tropical para o mercado de madeira serrada, visando substituir espécies comumente exportadas. Silva *et al.* (2012) afirmam que o setor de madeiras tropicais possui grande potencial econômico e já se apresenta como importante gerador de renda. No relatório anual 2019 (ano base 2018) da Agência Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI), em 2018 as exportações brasileiras de madeira serrada (incluindo eucalipto e outras espécies) totalizaram 222 milhões de dólares (556 mil metros cúbicos de madeira). De acordo com a International Tropical Timber Organization (2021), em dezembro de 2020 as exportações brasileiras de produtos derivados de madeira (exceto papel e celulose) aumentaram 47% em valor em relação a dezembro de 2019, com um valor de 327,4 milhões de dólares.

A madeira tropical tem uma ampla gama de utilizações. Por exemplo, a madeira *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze é indicada para estruturas leves, tetos, revestimentos,

molduras, móveis, objetos de decoração, embalagens e cabos de ferramentas (ROLIM *et al.*, 2018). Já a madeira *Cordia trichotoma* por apresentar boa trabalhabilidade e durabilidade, vem sendo indicada para móveis, laminados folheados e torneados (ZIMMERMANN *et al.*, 2017) e a madeira de *Zeyheria tuberculosa* para estruturas leves, molduras, móveis, objetos de decoração e cabos de ferramentas (ROLIM *et al.*, 2018).

O objetivo deste capítulo foi fornecer uma avaliação preliminar do potencial madeireiro de três espécies tropicais brasileiras em uma plantação florestal com 50 meses de idade.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Coleta do Material e Amostragem

O material foi coletado em um plantio comercial misto localizado no município de Porto Seguro, Bahia, Brasil, com clima classificado de acordo com a classificação de Köppen como Af, e solo classificado como Latossolo amarelo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999). Foram avaliadas as espécies *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze – “jequitibá-rosa”, *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl – “ipê-felpudo” e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud – “louro-pardo”. Foram coletadas três árvores por espécie, com 50 meses de idade que estavam plantadas em espaçamento de 2 m x 4 m.

### 2.2 Características dendrométricas

Para cada árvore, mediu-se o diâmetro à altura do peito (DAP) a 1,30 m do solo. A altura total e a altura comercial foram medidas após a derrubada das árvores, sendo esta última definida como a altura equivalente ao diâmetro de 5 cm. Os diâmetros também foram medidos a cada 1 m de comprimento da base até a altura comercial.

O volume de cada seção foi calculado com o método de Smalian, obtendo-se o volume comercial (com casca) por meio do somatório do volume de cada seção. O fator de forma das árvores foi calculado pela relação entre o volume comercial e o volume de um cilindro, calculado com base no DAP.

A porcentagem de casca foi calculada utilizando-se apenas a primeira tora (2 m). Para tanto, adotou-se o método de Imaña-Encinas *et al.* (2009) para o cálculo do diâmetro sem casca, que foi utilizado no cálculo da porcentagem de casca.

### 2.3 Avaliação da Qualidade das Toras

Para a avaliação da qualidade das toras utilizou-se apenas a primeira tora (2 m). Foram avaliados o achatamento, a conicidade e o encurvamento, com base na “Norma para medição e classificação de toras de madeira de folhosas”, do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – (IBDF, 1984). Para o achatamento e a conicidade, consideraram-se os diâmetros sem casca. O achatamento foi calculado pela razão entre o menor (cm) e o maior diâmetro (cm) da tora. O encurvamento foi calculado pela razão entre a flexa do encurvamento (cm) e o comprimento da tora (m). A conicidade foi calculada com base na equação 1. Os parâmetros avaliados foram classificados com base nos critérios descritos na Tabela 2.

$$C = \frac{\frac{d_1+d_2}{2} - \frac{d_3+d_4}{2}}{L.100} \quad (1)$$

Em que – C: conicidade (%);  $d_1$  e  $d_2$ : diâmetros (sem casca) perpendiculares entre si na extremidade maior (cm);  $d_3$  e  $d_4$ : diâmetros (sem casca) perpendiculares entre si na extremidade menor (cm) e L: comprimento total (m).

Tabela 2 – Critérios de classificação das toras

Item	Classes							
	Superior	I	II			III	IV	
Achatamento	$\geq 90\%$	$\geq 80\%$	$\geq 70\%$			$\geq 60\%$		
Conicidade	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	$\leq 4\%$			n.e		
	$N_E = 1$	$N_E = 1$	$N_E = 1$	$N_E = 1$	$N_E = 2$	$N_E = 1$	$N_E = 3$	n.e
Encurvamento	$L_E = L$	$L_E \leq \frac{L}{2}$	$L_E = L$	$L_E \leq \frac{L}{2}$	$L_E \leq \frac{L}{2}$	$L_E = L$	$L_E = L$	
	$E \leq 5\%$	$E \leq 5\%$	$E \leq 5\%$	$E \leq 8\%$	$E \leq 5\%$	$E \leq 8\%$	$E \leq 5\%$	

Fonte: IBDF (1984).  $L_E$ : comprimento do encurvamento; L: comprimento da tora;  $N_E$ : quantidade de encurvamentos; n.e: não especificado.

## 2.4 Desdobro das Toras

Após a avaliação da qualidade, as toras foram desdobradas utilizando-se uma serra de fita horizontal móvel (MCS Serrarias – Canoas/RS, Brasil, Modelo MCA-600), com motor de quatro tempos Honda GX 390 de 13 HP de potência, movido à gasolina. O equipamento apresenta volantes de 600 mm e lâmina denteada de aço, de 45 mm largura, com dentes travados por torção e espessura de corte igual a 1,3 mm.

Adotou-se o sistema tangencial para o desdobro na serra móvel, com cortes sucessivos, recuo morto e avanço manual a uma velocidade de aproximadamente 1 metro por minuto, prezando pela qualidade e segurança. Em seguida, as tábuas foram refiladas na maior largura possível, utilizando-se uma serra circular simples, com disco de 100 mm de diâmetro, com dentes pastilhados com carboneto de tungstênio e espessura de corte de 3 mm. A espessura nominal das peças foi de 30 mm e a largura variou de 48 mm a 116 mm, de acordo com o diâmetro das toras.

O volume das peças foi determinado pelo método estereométrico, em que a espessura foi medida utilizando-se paquímetro com precisão de 0,01 mm e a largura e o comprimento utilizando-se fita métrica com precisão de 1 mm. Para a espessura foram tomadas quatro medidas (duas em cada extremidade) e para a largura duas medidas (uma em cada extremidade). Para o comprimento foi tomada apenas uma medida, posicionando-se a trena na metade da largura dos topos das peças. O rendimento em madeira serrada (%) foi calculado pela relação entre o volume de madeira serrada e o volume sem casca das toras.

A contração volumétrica parcial da madeira foi calculada considerando-se as dimensões das peças após o desdobro (condição saturada) e a dimensão das peças após a secagem natural por 120 dias, com a umidade final média da madeira igual  $15 \pm 2\%$ .

## 2.5 Análise Estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), avaliando-se três tratamentos (espécies) e três repetições (árvores/toras). As análises foram realizadas no *software* R, considerando-se o nível de significância de 5% para todos os testes.

Para analisar o efeito das espécies nas propriedades analisadas foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA), verificando-se os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, respectivamente com os testes de Shapiro-Wilk e de Bartlett. Quando pelo menos um dos pressupostos não foi atendido, foi realizada a transformação dos dados, considerando o método de Box e Cox (1964). Nos casos em que a hipótese nula foi rejeitada, aplicou-se o teste de comparação de médias de Scott-Knott.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Características Dendrométricas

A única variável dendrométrica que não atendeu aos pressupostos para a realização da ANOVA foi a porcentagem de casca, a qual não teve variância homocedástica ( $M/C = 7,07$ ; valor- $P = 0,02$ ), implicando na transformação dos dados. Os resultados das características dendrométricas encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Características dendrométricas das espécies tropicais aos 50 meses de idade

Nome popular	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	DAP (cm)	Volume comercial (m <sup>3</sup> )	Fator de forma	Porcentagem de casca
Ipê-felpudo	9,45 <sup>a</sup> (2,51)	5,5 (6,30)	13,08 <sup>a</sup> (3,58)	0,0548 <sup>a</sup> (17,22)	0,74 (6,30)	14,91 <sup>a</sup> (0,52)
Jequitibá-rosa	7,49 <sup>b</sup> (4,11)	3,5 (24,74)	10,58 <sup>b</sup> (2,63)	0,0252 <sup>b</sup> (11,30)	0,84 (11,11)	11,18 <sup>b</sup> (10,00)
Louro-pardo	9,31 <sup>a</sup> (8,38)	4,35 (22,34)	12,14 <sup>a</sup> (6,43)	0,0427 <sup>a</sup> (14,77)	0,81 (6,53)	7,53 <sup>c</sup> (17,16)
Teste de Shapiro-Wilk (valor-P)	0,6801 <sup>ns</sup>	0,8418 <sup>ns</sup>	0,8737 <sup>ns</sup>	0,9508 <sup>ns</sup>	0,2585 <sup>ns</sup>	0,6888 <sup>ns</sup>
Teste de Bartlett (valor-P)	0,2685 <sup>ns</sup>	0,4565 <sup>ns</sup>	0,4484 <sup>ns</sup>	0,3745 <sup>ns</sup>	0,6220 <sup>ns</sup>	0,1167 <sup>ns</sup>
Teste F (valor-P)	0,0054*	0,0529 <sup>ns</sup>	0,00401*	0,00495*	0,2438 <sup>ns</sup>	2,0661e <sup>-05*</sup>

Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna, não diferem significativamente entre si (teste Scott-Knott,  $p > 0,05$ ); coeficiente de variação (%) entre parênteses; \*: significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup>: não significativo a 5% de probabilidade.

A decisão estatística do teste de Scott-Knott dividiu as médias de altura total, DAP e volume comercial em dois grupos de espécies, sempre com o mesmo padrão: ipê-felpudo e louro-pardo, com as maiores médias (não distintas entre si), e jequitibá-rosa com as menores médias. Esses resultados indicam previamente menor potencial produtivo da espécie jequitibá-rosa visando o suprimento da indústria madeireira.

Foi reportada altura total de 8,44 m para o ipê-felpudo em plantio homogêneo, com espaçamento 2 m x 2 m, aos 84 meses de idade (MENDONÇA *et al.*, 2018). Esse resultado é praticamente 1 m menor que o mostrado na Tabela 3 (9,45 m) e indica um potencial futuro de se obter ainda maior altura total que o reportado na literatura, uma vez que o plantio é mais jovem (50 meses). Por outro lado, médias de 3,29 m e 3,94 m foram reportadas para a mesma espécie, em idade semelhante (48 meses), implantada em sistema silviagrícola e silvipastoril, respectivamente (NICODEMO *et al.*, 2016). Isso reforça o bom potencial do material do ipê-felpudo do presente estudo, bem como a vantagem das florestas plantadas para a produção madeireira.

Para o louro-pardo, a altura total também foi maior que o indicado na literatura, mesmo em plantios mais velhos (60 meses), em que foram reportadas médias entre 2,94 m a 4,37 m em sistema agroflorestal (RADOMSKI *et al.*, 2012). Da mesma forma que a comparação anterior feita para o ipê-felpudo (NICODEMO *et al.*, 2016), esses resultados indicaram o efeito positivo dos plantios em espaçamentos homogêneos na altura total, quando comparados a outros sistemas de plantio que possuem maior espaçamento.

A altura comercial foi a única variável dendrométrica em que não houve diferença significativa entre as espécies ( $F_c = 4,989$ ; valor- $P = 0,0529$ ), provavelmente por causa dos altos coeficientes de variação das espécies jequitibá-rosa e louro-pardo. Contudo, como são medidas correlacionadas, as médias absolutas de altura comercial seguiram o mesmo padrão da altura total, em que o ipê-felpudo e o jequitibá-rosa tiveram a maior e a menor médias, respectivamente.

As médias de DAP do ipê-felpudo e jequitibá-rosa foram maiores que as reportadas por Mendonça *et al.* (2017) para um plantio aos 48 meses de idade, respectivamente 7,0 cm e 2,0 cm. Apenas para o ipê-felpudo, a média de DAP também foi superior à média reportada por Mendonça *et al.* (2018) para um plantio mais velho (84 meses) em espaçamento 2 m x 2 m (12,45 cm). A média de DAP do louro-pardo também foi superior ao intervalo de 5,34 cm a 7,83 cm reportado por Radomski *et al.* (2012) para árvores de 60 meses em sistema agroflorestal. Mais uma vez, isso indica o bom potencial do material estudado em comparação com resultados reportados na literatura, e também boa adaptação ao solo e clima do local de plantio.

Os troncos das árvores têm diferentes formatos, desde os mais cilíndricos aos mais cônicos. O fator de forma é utilizado para avaliar esses formatos, em que quanto mais próximo de 1,00 mais cilíndrico é o tronco avaliado (CAMPOS; LEITE, 2017). Conforme os resultados da Tabela 3, não houve diferença significativa entre as médias de fator de forma das espécies, e os resultados podem ser considerados satisfatórios, porque se aproximaram de um. Toras mais cilíndricas são desejáveis no desdobro em serrarias, pois produzem costaneiras menos espessas, implicando em maior rendimento em madeira serrada.

As médias de porcentagem de casca foram significativamente diferentes entre as espécies, em que a maior e menor médias foram do ipê-felpudo (14,91%) e do louro-pardo (7,53%), respectivamente. Apesar da sua função protetora do tronco, a casca não é desejável para a industrialização da madeira, demandando sua remoção previamente a maioria dos processos. Exemplificando-se o desdobro em serrarias, a casca transporta materiais estranhos que podem causar danos às serras, bem como adere aos equipamentos, prejudicando o processamento. A produção de casca também implica em maior consumo dos nutrientes do solo, impactando nos custos de adubação de plantios futuros. Pela lógica industrial, busca-se um material que produza maior volume de biomassa-madeira, expresso na Tabela 3 pelo volume comercial, e menos casca. Com base nesses critérios, o louro-pardo apresenta-se com o maior potencial dentre as três espécies analisadas.

As florestas de eucalipto têm a maior produtividade ( $m^3/ha/ano$ ) e a maior área plantada no Brasil. Isso é fruto de quase sete décadas de pesquisa e desenvolvimento nas áreas de silvicultura e melhoramento genético (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2020). Em função da importância do eucalipto para a silvicultura brasileira e da baixa disponibilidade de artigos sobre plantios de espécies tropicais, julgou-se válido comparar a altura total e o DAP (Tabela 3) com aqueles reportados para espécies de eucalipto.

Por exemplo, para árvores de eucalipto em sistema integrado lavoura-pecuária-floresta (ILPF) aos 51 meses, foi reportada uma altura total média de 18,4 m, ou seja, quase o dobro do ipê-felpudo, que teve o maior valor de média absoluta (9,45 m)

(CERQUEIRA *et al.*, 2019). Para árvores de material clonal, uma média ainda maior foi relatada (20,0 m) (VENDRUSCOLO *et al.*, 2015). O DAP das espécies tropicais foi comparável ao dos clones de híbridos de eucalipto (13,99 a 14,60 cm), aos 51 meses (CERQUEIRA *et al.*, 2019). Para um plantio em idade similar (48 meses), as médias de DAP foram de 13,7 cm e 14,3 cm, respectivamente para material clonal e seminal (VENDRUSCOLO *et al.*, 2015). Neste caso, não houve diferença tão grande entre as médias de DAP de eucalipto e ipê-felpudo ou louro-pardo.

O maior desafio para as espécies tropicais em termos de crescimento e produtividade é relacionado ao meristema apical em comparação ao meristema cambial. Essa observação é importante para a seleção de árvores matrizes para a coleta de sementes, bem como para o melhoramento genético dessas espécies. Ainda, acredita-se que seja possível obter ganhos em produtividade com a pesquisa de tratamentos culturais e silviculturais adequados às espécies tropicais.

### 3.2 Qualidade das Toras

Conforme os resultados da Tabela 4, não houve diferença significativa entre as espécies para todos os critérios analisados de qualidade de toras. Dessa forma, a discussão foi feita com base nos critérios de classificação da Tabela 2 (IBDF, 1984).

Tabela 4 – Parâmetros de qualidade das toras das espécies tropicais aos 50 meses de idade

Nome popular	Achatamento (%)		Conicidade (%)	Encurvamento (%)
	Base	Topo		
Ipê-felpudo	95,94 <sub>(3,66)</sub>	92,22 <sub>(6,05)</sub>	1,28 <sub>(28,97)</sub>	1,19 <sub>(67,38)</sub>
Jequitibá-rosa	84,94 <sub>(5,45)</sub>	87,26 <sub>(18,04)</sub>	1,38 <sub>(30,75)</sub>	2,93 <sub>(87,43)</sub>
Louro-pardo	88,65 <sub>(13,70)</sub>	85,90 <sub>(17,53)</sub>	1,36 <sub>(42,66)</sub>	2,91 <sub>(46,88)</sub>
Teste de Shapiro-Wilk (valor-P)	0,7655 <sup>ns</sup>	0,1326 <sup>ns</sup>	0,4132 <sup>ns</sup>	0,2341 <sup>ns</sup>
Teste de Bartlett (valor-P)	0,2573 <sup>ns</sup>	0,4382 <sup>ns</sup>	0,8368 <sup>ns</sup>	0,3586 <sup>ns</sup>
Teste F (valor-P)	0,5158 <sup>ns</sup>	0,8266 <sup>ns</sup>	0,9615 <sup>ns</sup>	0,4256 <sup>ns</sup>

Coeficiente de variação (%) entre parênteses; <sup>ns</sup>: não significativo a 5% de probabilidade.

O achatamento é uma medida da circularidade das seções transversais das toras, em que quanto mais próximo de 100%, mais circular é a seção. Seções circulares são desejáveis, tanto pela facilidade de manuseio das toras durante o processamento quanto pela indicação da qualidade da madeira. Toras achatadas estão associadas, no caso de folhosas, com excentricidade de medula e lenho de tração (DIAS *et al.*, 2017), que implicam em madeira de pior qualidade, principalmente para o processamento mecânico e secagem. O ipê-felpudo foi a única espécie com achatamento classificado como

positivamente superior ( $\geq 90\%$ ), tanto na base como no topo das toras. O louro-pardo e o jequitibá-rosa tiveram piores resultados; ainda assim, o achatamento de ambas as espécies foi classificado na classe I ( $\geq 80\%$ ).

A conicidade de todas as espécies recebeu a melhor classificação (classe superior,  $\leq 3\%$ ). Árvores em plantios equiâneos e com espaçamento homogêneo competem por luminosidade, induzindo o maior crescimento em altura e menor em diâmetro. Isso resultou em baixa conicidade das espécies e também nos bons resultados de fator de forma das árvores (Tabela 3) e baixo achatamento (Tabela 4).

As médias de conicidade das espécies encontram-se no intervalo reportado por Carvalho *et al.* (2019) para *Eucalyptus grandis* (0,75% a 1,5%), que é a espécie mais tradicional na eucaliptocultura brasileira. Isso indica o bom potencial do material estudado, mesmo em comparação com um material modificado geneticamente.

De acordo com o critério de classificação adotado (IBDF, 1984), encurvamentos abaixo de 2% não devem ser considerados, como o verificado para o ipê-felpudo. O jequitibá-rosa e o louro-pardo, mesmo com a presença do defeito, tiveram suas toras classificadas na melhor classe (superior). Da mesma forma que para o achatamento, toras mais retilíneas são mais fáceis de manusear. Pensando-se no desdobro, toras mais retilíneas são mais fáceis de ajustar no carro porta-toras, bem como em qualquer sistema de transporte por correntes ou esteiras, além de resultar em maior rendimento do que as toras mais encurvadas. Pelo exposto, as toras de ipê-felpudo tiveram maior qualidade em comparação às demais espécies.

### 3.3 Rendimento em Madeira Serrada e Contração Volumétrica

Conforme os resultados da Tabela 5, houve diferença significativa nas médias de rendimento em madeira serrada das espécies, em que o louro-pardo teve a maior média. As espécies ipê-felpudo e jequitibá-rosa tiveram menor rendimento e não diferiram significativamente entre si.

Tabela 5 – Rendimento em madeira serrada e contração volumétrica das espécies tropicais aos 50 meses

Nome popular	Rendimento (%)	Contração volumétrica (%)
Ipê-felpudo	35,64 <sup>b</sup> (16,22)	6,40 (15,52)
Jequitibá-rosa	37,33 <sup>b</sup> (9,71)	6,70 (39,42)
Louro-pardo	53,53 <sup>a</sup> (6,70)	5,79 (25,14)
Teste de Shapiro-Wilk (valor-P)	0,8256 <sup>ns</sup>	0,1339 <sup>ns</sup>
Teste de Bartlett (valor-P)	0,7698 <sup>ns</sup>	0,09731 <sup>ns</sup>
Teste F (valor-P)	0,00481*	0,6038 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna, não diferem significativamente entre si (teste Scott-knott,  $p > 0,05$ ); resultados entre parênteses indicam o coeficiente de variação (%).

De modo geral, o rendimento em madeira serrada de folhosas varia entre 45% e 55%, o que foi verificado apenas para o louro-pardo. O rendimento das espécies ipê-felpudo e jequitibá-rosa foi abaixo de 50% o que pode ter ocorrido devido ao pequeno diâmetro das toras (entre 10,3 e 13,6 cm), o que também já foi reportado na literatura para *Pinus* spp. (35,79%) entre 16 a 23 cm (SERPE *et al.*, 2018) e *Eucalyptus grandis* (48,6%) entre 20 a 27 cm (ANJOS; FONTE, 2017).

Maiores rendimentos em madeira serrada são verificados em toras de maior diâmetro (MELO *et al.*, 2016), em função da menor proporção de costaneiras e refilos em relação ao volume das toras, quando comparadas a toras de menores diâmetros. Apesar de o diâmetro médio das toras do louro-pardo (12,1 cm) não ter diferido significativamente do ipê-felpudo (13,1 cm), o maior rendimento pode ser explicado pela menor porcentagem de casca (Tabela 3).

Não houve diferença significativa entre as espécies para a contração volumétrica parcial. O louro-pardo teve a menor média absoluta (5,79%). Em termos de homogeneidade, a espécie ipê-felpudo apresentou destaque significativo, com o menor coeficiente de variação para essa característica.

A contração reportada (Tabela 5) é a contração parcial, da condição saturada até aproximadamente 15%, exemplificando a umidade média da madeira de muitos produtos maciços. Sabendo-se que a contração da madeira do ponto de saturação das fibras até 0% de umidade é praticamente linear (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985), infere-se que obteremos uma estimativa da contração total se dobrarmos os resultados parciais. Dessa forma, a contração volumétrica total do ipê-felpudo, jequitibá-rosa e louro-pardo se aproximam de 12,80%, 13,40% e 11,58%, respectivamente.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT (1989) reportou contração volumétrica total de 12,9% para o louro-pardo, ou seja, valor muito próximo da estimativa verificada. Essa comparação indica boa qualidade da madeira do louro-pardo nas condições do plantio avaliado neste estudo (madeira juvenil), porque o dado de referência do IPT (1989) refere-se a madeira adulta proveniente de árvores de florestas naturais.

Foram reportadas médias de contração volumétrica total da madeira oriunda de plantios de ipê-felpudo, (23 anos), jequitibá-rosa (31 anos) e louro-pardo (18 anos) iguais a 13,73%, 12,03% e 22,13%, respectivamente (ROLIM *et al.*, 2018). Para o ipê-felpudo e o jequitibá-rosa esses resultados estão próximos das estimativas reportada no presente estudo. Como madeira juvenil possui menor estabilidade dimensional (DIAS *et al.*, 2017), era esperado que as estimativas fossem comparativamente piores aos resultados da literatura de árvores mais velhas, o que não ocorreu, indicando a boa qualidade do material estudado.

Para madeira de *Tectona grandis* aos 7 anos de idade foi reportada contração volumétrica total de 8,1% (GIL *et al.*, 2018). Utilizando-se a lógica dos valores dobrados das contrações parciais do presente estudo, verificamos que as três espécies (Tabela 5) são mais instáveis que *Tectona grandis*, que é considerada uma espécie de alta estabilidade dimensional.

Apesar da grande produtividade, sabe-se que a madeira juvenil de eucalipto possui baixa estabilidade dimensional. Seguindo-se a lógica da comparação realizada anteriormente, Talgatti *et al.* (2018) obtiveram contração volumétrica de 21,28% para a madeira juvenil de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (72 meses). Ou seja, a madeira das espécies tropicais é mais estável dimensionalmente que a madeira de eucalipto, reforçando uma das premissas iniciais do estudo, de se buscar alternativas para a produção sustentável de madeira, com qualidade, para o suprimento da indústria madeireira.



## 4 CONCLUSÕES

Dentre as três espécies analisadas, louro-pardo apresentou a melhor desempenho aos 50 meses, seguido de ipê-felpudo, enquanto jequitibá-rosa teve o pior desempenho.

Considerando as características dendrométricas, louro-pardo teve o melhor desempenho, seguido de ipê-felpudo. O critério de desempate entre essas espécies foi o mais baixo percentual de casca de louro-pardo.

As toras das três espécies tiveram uma classificação de boa qualidade (Superior e Classe I) em termos de achatamento, conicidade e encurvamento. No entanto, com base no critério de encurvamento, ipê-felpudo teve a melhor qualidade.

A madeira de todas as espécies tinha boa estabilidade dimensional considerando a contração volumétrica parcial. Louro-pardo teve o maior rendimento de madeira, reforçando seu melhor desempenho para abastecer a indústria madeireira.

Sugere-se que essas avaliações sejam monitoradas conforme o talhão envelhece, incluindo outras avaliações, como densidade da madeira, relação cerne: alburno e transição de madeira juvenil a adulta.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (ABIMCI). **Estudo Setorial 2019 (Ano base 2018)**. Curitiba: Gráfica e Editora Kaygangue, 2019.

ALMEIDA, N. A.; ANGELO, H.; SILVA, J. C. G. L.; HOEFLICH, V. A. Mercado de madeiras tropicais: substituição na demanda de exportação. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 119-126, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000100015>.

ANJOS, R. A. M.; FONTE, A. P. N. Rendimento de madeira serrada de espécies de *Eucalyptus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 1, p. 26-32, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5965/223811711612017026>.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Society**, Edinburgh, v. 26, n. 1, p. 211-252, 1964. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~abe/lista/pdfQWaCMboK68>. Acesso em: 13 fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, [2012]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm). Acesso em: 26 jun. 2020.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: Perguntas e respostas**. 5. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017.

CARVALHO, D. E.; ROCHA, M. P.; KLITZKE, R. J.; CADEMARTORI, P. H. G. Eficiência operacional da serra de fita no desdobro de eucalipto. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 1, p. 36-41, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.17058/tecnolog.v23i1.12571>.

CERQUEIRA, C.L.; MÔRA, R.; TONINI, H.; VENDRUSCOLO, D. G. S.; LANSSANOVA, L. R.; ARCE, J. E.; DINIZ, C. C. C. Efeito do espaçamento e arranjo de plantio na relação hipsométrica de eucalipto em sistema consorciado de produção. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 6, p. 763-770, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i6.7643>.

COSTA, O. B.; MATRICARDI, E. A. T.; PEDLOWSKI, M. A.; MIGUEL, E. P.; GASPARI, R. O. Selective logging detection in the Brazilian Amazon. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 26, n. 2, p. 1-10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.063417>.

DIAS, A. C. C.; MARCHESAN, R.; PIERONI, G. B.; ALMEIDA, V. C.; VIEIRA, R. S.; MORAES, C. B. Qualidade da madeira para produção de lâminas de *Araucaria*

*angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Floresta**, Seropédica, v. 47, n. 3, p. 333-341, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v47i1.50732>.

DIAS, P. C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; PAIVA, H. N.; CORREIA, A. C. G. Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia. **Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 389-399, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000300001>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 1999.

FISCHER, A.; SURDI, A. P.; JUNIOR, S. S.; WINCK, C. A. A Silvicultura Madeireira na Secretaria de Desenvolvimento Regional de Joaçaba–SDR de Joaçaba. **Desenvolvimento em Questão**, Ijuí, v. 13, n. 29, p. 225-256, 2015. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2015.29.225-256>.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1985.

GARCIA, F. M.; MANFIO, D. R.; SANSÍGOLO, C. A.; MAGALHÃES, P. A. D. Rendimento no desdobro de toras de itaúba (*Mezilaurus itauba*) e tauari (*Couratari guianensis*) segundo a classificação da qualidade da tora. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 4, p. 468-474, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/foram.2012.059>.

GIL, J. L. R. A.; BARBOZA, F. S.; CONEGLIAN, A.; SETTE JR, C. R.; SILVA, M. F. D, MORAES, M. D. A. D. Características físicas e anatômicas da madeira de *Tectona grandis* Lf aos 7 anos de idade. **Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 2, p. 261-270, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17149>.

HERNANDEZ, W.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N. D.; WENDLING, I. Propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) por estaquia. **Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 955-967, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000500018>.

IMAÑA-ENCINAS, J.; REZENDE, A. V.; IMAÑA, C. R.; SANTANA, O. A. **Contribuição dendrométrica nos levantamentos fitossociológicos**. 1. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório 2020**. São Paulo: Indústria Brasileira de Árvores, 2020.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION (ITTO). **Tropical Timber Market Report**. ITTO TTM Report, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). **Norma para medição e classificação de toras de madeira de folhosas**. Brasília: IBDF, 1984.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989.

LOBÃO, M. S.; CHAGAS, M. P.; COSTA, D. D. S. P.; FERREIRA, A. T. B.; SETTE JUNIOR, C. R.; CARVALHO, I. L.; TOMAZELLO FILHO, M. T. Agrupamento de espécies florestais pela similaridade das características físico-anatômicas e usos da madeira. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 1, p. 97-105, 2010.

MELO, R. R.; ROCHA, M. J.; JUNIOR, F. R.; STANGERLIN, D. M. (2016) - Análise da influência do diâmetro no rendimento em madeira serrada de cambará (*Qualea* sp.). **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 88, p. 393-398, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.88.1151>.

MENDONÇA, A. R.; SILVA, J. C.; AOZAI, T. S.; SILVA, E. R.; SANTOS, J. S.; BINOTI, D. H. B.; SILVA, G. F. Estimação da altura total de árvores de ipê felpudo utilizando modelos de regressão e redes neurais. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 36, n. 1, p. 128-139, 2018. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v36i1.154>.

MENDONÇA, G. C. D.; CHICHORRO, J. F.; MENDONÇA, A. R. D.; GUIMARÃES, L. A. D. O. P. Avaliação silvicultural de dez espécies nativas da Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 277-290, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509826466>.

NICODEMO, M. L. F.; MULLER, M. D.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; CARPANEZZI, A. A.; PEZZOPANE, J. R. M.; BARIONI JÚNIOR, W. Desenvolvimento de espécies florestais nativas em dois sistemas agroflorestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 4, p. 639-648, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000400007>.

RADOMSKI, M. I.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; CARDOSO, D. J. **Louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud.) em sistemas agroflorestais**. 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2012.

RODRIGUES, M. I.; SOUZA, N. A.; JOAQUIM, M. S.; LUSTOSA JÚNIOR, I. M.; PEREIRA, R. S. Concessão florestal na Amazônia brasileira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 1299-1308, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509821658>.

ROLIM, S. G.; PIOTTO, D.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F.; SOUZA, J.; SIQUEIRA, G. S.; REIS, C. A.; ORELLANA, E.; SILVA, C. E. S.; CARVALHO, P. C. L.; MACIEL, N. S. R.; PACE, J. H. C.; CASTRO, J. P.; SANTOS, G. C. V.; FERREIRA, M. E. S.; SAKAI, E. S.; JESUS, R. M. Crescimento e características de espécies arbóreas em experimentos silviculturais no norte do Espírito Santo. In: Rolim SG, Piotto D. (Ed.) - **Silvicultura e tecnologia de espécies da Mata Atlântica**. Belo Horizonte: Rona; 2018

SERPE, E. L.; FIGUEIREDO FILHO, A.; ARCE, J. E. Rendimento do desdobro de madeira em serraria convencional e diferentes simulações utilizando otimizador computacional. **Biofix Scientific Journal**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 103-108, 2018. DOI: <https://doi.org/dx.doi.org/10.5380/biofix.v3i1.58058>.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO E INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (SFB e IPEA). **Florestas Nativas de Produção Brasileiras**. Brasília: SFB, 2011.

SILVA, L. F.; SILVA, M. L.; CORDEIRO, S. A. Análise do mercado mundial de madeiras tropicais. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 3, n. 7, p. 48-54, 2012.

TALGATTI, M.; SILVEIRA, A. G.; SANTINI, E. J.; GORSKI, L.; BALDIN, T.; VALCORTE, G. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de clones de eucalipto. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 4, p. 434-442, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18188/sap.v17i4.20294>.

VENDRUSCOLO, D. G. S.; DRESCHER, R.; SOUZA, H. S.; MOURA, J. P. V. M.; MAMORÉ, F. M. D.; SIQUEIRA, T. D. S. Estimativa da altura de eucalipto por meio de regressão não linear e redes neurais artificiais. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 5556-569, 2015. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1742.5684>.

ZIMMERMANN, A. P. L.; TABALDI, L. A.; FLEIG, F. D.; MICHELON, I. J.; MARANGON, G. P. Métodos de transplantio para utilização de mudas de regeneração natural de *Cordia trichotoma*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 12, n. 1, p. 74-78, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v12i1a5416>.

## **CAPÍTULO II**

### **POTENCIAL MADEIREIRO DE ESPÉCIES NATIVAS BRASILEIRAS UTILIZADAS EM REFLORESTAMENTO: ANÁLISE AOS 80 MESES DE IDADE**

LUMBER POTENTIAL OF NATIVE BRAZILIAN SPECIES USED IN  
REFORESTATION: ANALYSIS AT 80 MONTHS

## RESUMO

O plantio de espécies nativas surge como alternativa para suprir a demanda por madeira de qualidade de forma sustentável. Porém, pouco se sabe sobre espécies nativas em condições de plantio. O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de espécies nativas, com vistas a implementação de plantios comerciais. Foram analisadas cinco espécies: *Anadenanthera peregrina* – “angico-curtidor”, *Astronium graveolens* – “aroeira”, *Dalbergia nigra* – “jacarandá-caviúna”, *Handroanthus serratifolius* – “ipê-ovo-de-macuco” e *Parapiptadenia pterosperma* – “angico-vermelho”, das quais foram coletadas seis árvores/espécie. As toras tiveram as características dendrométricas medidas, bem como a qualidade avaliada e o rendimento em madeira serrada calculado. As espécies nativas avaliadas apresentaram bom incremento de altura e diâmetro durante os primeiros anos de crescimento. Todas as espécies apresentaram boa qualidade das toras e apenas o ipê-ovo-de-macuco não apresentou bons resultados para rendimento e estabilidade dimensional. Em termos gerais, a espécie mais indicada para plantio comercial é o angico-curtidor, por apresentar rendimento satisfatório em madeira serrada e menores valores absolutos de defeitos. Em suma, os bons resultados obtidos para a maioria das espécies avaliadas evidenciam o potencial de utilização dessas espécies para plantios comerciais visando a substituição da exploração de áreas naturais.

**Palavras-chave:** Árvores Jovens, Características Dendrométricas, Qualidade da Tora, Rendimento em Madeira Serrada.

## ABSTRACT

The planting of native species can be a sustainable alternative to supply the demand for high-quality wood. However, little is known about native species under different planting conditions. The objective of this work was to evaluate the potential of native species for commercial plantations. Five species were analyzed: *Anadenanthera peregrina* – “angico-curtidor”, *Astronium graveolens* – “Aroeira”, *Dalbergia nigra* – “jacarandá-caviúna”, *Handroanthus serratifolius* – “ipê-ovo-de-macuco” and *Parapiptadenia pterosperma* – “angico-vermelho”, from which six trees/species were collected. The logs’ dendrometric characteristics were measured, their quality was evaluated and their lumber yield was calculated. The species showed good increase in height and diameter during the first years of growth. All species produced logs with good quality, and only the ipê-ovo-de-macuco did not show good results for yield and dimensional stability. In general terms, the most suitable species for commercial planting is the angico-curtidor, since it presented satisfactory yield of sawn wood and lower absolute values of defects. In short, the good results obtained for most of the evaluated species shows the potential for using these species for commercial plantations aiming at replacing exploitation of natural areas.

**Keywords:** Young Trees, Dendrometric Characteristics, Log Quality, Lumber Yield.



## 1 INTRODUÇÃO

A gestão de florestas públicas brasileiras para a produção sustentável está prevista na Lei nº 11.284 (BRASIL, 2006) e pressupõe a adoção do plano de manejo para a exploração dos recursos florestais. A exploração de espécies nativas mediante plano de manejo sustentável está prevista na Lei nº 12.651, que permite a obtenção de retorno financeiro em projetos de restauração de Reserva Legal (BRASIL, 2012). A aprovação do plano de manejo pelos órgãos ambientais, no entanto, é um processo burocrático, representando um dos principais fatores que dificultam a exploração madeireira na Região Amazônica, principal fornecedora de madeira tropical do Brasil.

Os plantios florestais com espécies nativas são uma boa opção nesse contexto, por alguns motivos: i) minimizam o impacto ambiental sobre as florestas nativas (PAQUETTE; MESSIER, 2010); ii) possuem processo de aprovação mais simples pelos órgãos ambientais (BRASIL, 2012) e; iii) possibilitam a diversificação da produção florestal em outras regiões que não a Amazônica. Por outro lado, historicamente, há o favorecimento da implantação de espécies exóticas nos reflorestamentos brasileiros, em que as principais essências plantadas são *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2021). Mesmo em décadas mais recentes, têm-se estimulado os reflorestamentos com folhosas exóticas, tais como *Tectona grandis* L.f (teca), *Toona ciliata* M. Roem. (cedro-australiano) e espécies do gênero *Khaya* spp. (mogno-africano) (MELOTTO *et al.*, 2019; NASSUR *et al.*, 2013; REIS *et al.*, 2019; VIEIRA *et al.*, 2015).

O processo de avaliação do potencial de uma espécie nativa para a utilização em florestas plantadas é longo, iniciando-se com a produção de mudas (PEREIRA *et al.*, 2020; SCHORN *et al.*, 2020; SMIDERLE *et al.*, 2020) até os ensaios de campo (MENDONÇA *et al.*, 2017; SCHEER *et al.*, 2017). Por fim, é necessário avaliar o desempenho das espécies em termos de processamento industrial (desdobro, secagem, usinagem, acabamentos, por exemplo), bem como as propriedades da madeira (DIAS *et al.*, 2017; JUIZO *et al.*, 2014; MARQUES *et al.*, 2012; MÜLLER *et al.*, 2017; NEVES *et al.*, 2013), para que se decida a melhor utilização de cada material. Além disso, outro aspecto relevante e complexo é entender a interação entre a silvicultura e as propriedades da madeira (GONÇALVES *et al.*, 2010; HSING *et al.*, 2016; LIMA; GARCIA, 2011; LOPES *et al.*, 2004; TOLFO *et al.*, 2005; VIDAURRE *et al.*, 2015).

Apesar de espécies nativas de plantios serem consideradas alternativas à utilização de espécies tradicionais, ainda são escassos estudos que tratam de informações silviculturais dessas espécies (KLEIN *et al.*, 2016). Dentre as características dendrométricas relacionadas à silvicultura, a altura e o diâmetro são importantes por fornecer informações sobre o potencial volumétrico dos plantios (SOARES *et al.*, 2011). Além dessas características é importante avaliar a qualidade da matéria-prima que será direcionada ao processamento primário, o que pode ser avaliado por meio da qualidade das toras, como conicidade e encurvamentos (NASSUR *et al.*, 2013). Informações sobre a qualidade da matéria-prima gerada, bem como seu rendimento em madeira serrada são importantes para inferir sobre a viabilidade dos projetos de plantios.

Por ser um projeto de médio a longo prazo, de alto custo e resultado incerto, verificam-se poucos casos de sucesso da implantação de florestas plantadas com espécies nativas da flora brasileira, com vistas à produção madeireira. Da mesma forma, são escassas as pesquisas nesse tema. Destacam-se nesse cenário, por ordem de área plantada, os casos de sucesso das espécies *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.

(seringueira), *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (paricá) e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (pinheiro-do-paraná) (BRASIL, 2019).

O objetivo deste capítulo foi realizar uma análise preliminar do potencial madeireiro de cinco espécies de folhosas nativas da flora brasileira utilizadas em reflorestamento aos 80 meses de idade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Coleta do Material e Amostragem

O material do estudo foi oriundo de um plantio experimental misto proveniente de material seminal localizado no município de Porto Seguro, Bahia, Brasil (39°10'09.0"W; 16°33'37.0"S). O clima na região é classificado como Af, de acordo com a classificação de Köppen. A área do experimento possuía 566 hectares plantados com 55 espécies, entre nativas e exóticas. O solo do local é classificado como Latossolo Amarelo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999), com textura franco-arenosa segundo dados dos responsáveis pelo plantio. Foram escolhidas cinco espécies da flora brasileira consideradas mais promissoras em termos de incremento volumétrico: *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. – “angico-curtidor”, *Astronium graveolens* Jacq. – “aroeira”, *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. – “jacarandá-caviúna”, *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. O. Grose – “ipê-ovo-de-macuco” e *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan – “angico-vermelho”. Foram amostradas seis árvores por espécie, do primeiro desbaste, em plantio com espaçamento de 2 m x 2 m quando as árvores possuíam 80 meses de idade.

### 2.2 Características Dendrométricas

O diâmetro à altura do peito (DAP) a 1,30 m do solo foi medido com suta. As árvores foram derrubadas com motosserra, deixando-se um toco de 0,20 m, medindo-se em seguida as alturas total e comercial, tomando-se como referência o diâmetro mínimo de 5 cm.

As árvores tiveram os diâmetros mensurados a cada 1 m até a altura comercial e o volume de cada seção foi calculado com a equação de Smalian, para a obtenção do volume comercial. Em seguida, foi calculado o fator de forma de cada árvore, por meio da relação entre o volume comercial e o volume do cilindro, tomando-se o DAP como referência. Para as demais análises, amostrou-se a primeira tora de cada árvore, com 2 m de comprimento.

O diâmetro sem casca das toras foi calculado com base no método de Imaña-Encinas *et al.* (2009). Para tanto, a espessura média da casca foi calculada com base na medição de cinco pontos equidistantes da circunferência de ambos os topos das toras. O volume sem casca das toras foi calculado com a equação de Smalian e o volume de casca foi obtido por diferença (volume com casca – volume sem casca).

### 2.3 Avaliação da Qualidade das Toras

Utilizou-se a “norma para medição e classificação de toras de madeira de folhosas”, do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF (1984). Mediu-se o diâmetro das toras com suta (0,1 mm) e o comprimento com trena (0,1 mm) para o cálculo do achatamento de ambos os topos (Equação 2), da conicidade (Equação 3) e do encurvamento (Equação 4). A qualidade das toras foi classificada conforme os critérios da Tabela 6 (IBDF, 1984).

$$A = \frac{d}{D} \cdot 100 \quad (2)$$

Em que – A: achatamento (%); d: menor diâmetro do topo *i* da tora (cm) e D: maior diâmetro do topo *i* da tora (cm).

$$C = \frac{\frac{(d_1+d_2)}{2} \cdot \frac{(d_3+d_4)}{2}}{L_v \cdot 100} \quad (3)$$

Em que – C: conicidade (%); *d*<sub>1</sub> e *d*<sub>2</sub>: diâmetros perpendiculares entre si do maior diâmetro (cm) da tora; *d*<sub>3</sub> e *d*<sub>4</sub>: diâmetros perpendiculares entre si do menor diâmetro (cm) da tora e *L*<sub>v</sub>: comprimento total da tora (m).

$$E = \frac{F}{L_E \cdot 100} \cdot 100 \quad (4)$$

Em que – E: encurvamento (%); F: maior flexa (cm) e *L*<sub>E</sub>: comprimento do encurvamento (m).

Tabela 6 – Critérios de classificação das toras

Item	Classes							
	Superior	I	II		III	IV		
Achatamento	≥ 90%	≥ 80%	≥ 70%		≥ 60%			
Conicidade	≤ 3%	≤ 3%	≤ 4%		n.e			
	<i>N</i> <sub>E</sub> = 1	<i>N</i> <sub>E</sub> = 1	<i>N</i> <sub>E</sub> = 1	<i>N</i> <sub>E</sub> = 1	<i>N</i> <sub>E</sub> = 2	<i>N</i> <sub>E</sub> = 1	<i>N</i> <sub>E</sub> = 3	n.e
Encurvamento	<i>L</i> <sub>E</sub> = <i>L</i>	<i>L</i> <sub>E</sub> ≤ $\frac{L}{2}$	<i>L</i> <sub>E</sub> = <i>L</i>	<i>L</i> <sub>E</sub> ≤ $\frac{L}{2}$	<i>L</i> <sub>E</sub> ≤ $\frac{L}{2}$	<i>L</i> <sub>E</sub> = <i>L</i>	<i>L</i> <sub>E</sub> = <i>L</i>	
	<i>E</i> ≤ 5%	<i>E</i> ≤ 5%	<i>E</i> ≤ 5%	<i>E</i> ≤ 8%	<i>E</i> ≤ 5%	<i>E</i> ≤ 8%	<i>E</i> ≤ 5%	

Fonte: IBDF (1984). *L*<sub>E</sub>: comprimento do encurvamento; *L*: comprimento da tora; *N*<sub>E</sub>: quantidade de encurvamentos; n.e: não especificado.

## 2.4 Desdobro das Toras e Rendimento em Madeira Serrada

Para realização do desdobro foi utilizada uma serra de fita horizontal móvel, que possui motor de quatro tempos Honda GX 390, de 13 HP de potência, movido à gasolina, volantes de 600 mm de diâmetro, dotados de lâmina denteada de aço, de 45 mm largura, com dentes travados por torção e espessura de corte igual a 1,3 mm. Foi utilizado o sistema de desdobro tangencial, em que a quantidade e a largura das peças variou conforme o diâmetro das toras. Após o desdobro, foi utilizada serra circular simples para a refilagem, dotada de disco de 100 mm de diâmetro, com dentes pastilhados com carboneto de tungstênio e espessura de corte de 3 mm. Foram produzidas tábuas de

aproximadamente 30 mm de espessura nominal e com a maior largura possível (de acordo com o diâmetro das toras), que variou de 34 mm a 172 mm.

Logo após o desdobro, o volume das tábuas foi medido pelo método estereométrico, utilizando-se um paquímetro (0,01 mm) para medição da espessura e fita métrica (0,1 mm) para a medição do comprimento e da largura. O rendimento em madeira serrada (%) foi calculado pela relação entre o volume das tábuas e volume sem casca das toras, multiplicado por 100. A contração volumétrica parcial foi calculada com base nas dimensões das tábuas após o desdobro (condição saturada) e após a secagem natural por 140 dias (umidade média de  $15 \pm 2\%$ ).

## **2.5 Análise Estatística**

O experimento foi arranjado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos (espécies) e seis repetições (toras), adotando-se 5% de significância para todos os testes. A análise estatística foi realizada com o *software* estatístico R.

Previamente à Análise de Variância (ANOVA), os dados foram avaliados quanto aos pressupostos de normalidade dos resíduos (teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade da variância (teste de Bartlett). Para as variáveis que não atenderam algum dos pressupostos foi realizada a transformação dos dados conforme metodologia de Box e Cox (1964). Cumpridos os requisitos para a ANOVA e, nos casos em que a hipótese nula foi rejeitada, aplicou-se o teste de Scott-Knott para a comparação de médias.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Características Dendrométricas

O teste de médias separou as espécies em dois grupos por altura total, em que as maiores médias foram do jacarandá-caviúna e do angico-curtidor, que não diferiram significativamente entre si (Tabela 7). As demais espécies compuseram o outro grupo, com menor altura total, em que o ipê-ovo-de-macuco teve a menor média absoluta (8,88 m).

Tabela 7 – Médias das características dendrométricas das árvores por espécie

Nome popular	Altura Total (m)	Altura Comercial (m)	DAP (cm)	Volume comercial (m <sup>3</sup> )	Fator de forma	% de casca
Aroeira	9,33 <sup>b</sup> <sub>(10,45)</sub>	4,41 <sub>(16,58)</sub>	12,08 <sup>b</sup> <sub>(9,28)</sub>	0,0415 <sup>b</sup> <sub>(27,41)</sub>	0,82 <sub>(5,70)</sub>	11,06 <sup>b</sup> <sub>(16,26)</sub>
Angico-curtidor	12,47 <sup>a</sup> <sub>(11,48)</sub>	4,54 <sub>(11,24)</sub>	16,87 <sup>a</sup> <sub>(21,46)</sub>	0,0931 <sup>a</sup> <sub>(32,35)</sub>	0,92 <sub>(5,32)</sub>	7,03 <sup>c</sup> <sub>(21,96)</sub>
Angico-vermelho	10,06 <sup>b</sup> <sub>(18,28)</sub>	3,83 <sub>(15,74)</sub>	13,68 <sup>b</sup> <sub>(21,09)</sub>	0,0506 <sup>b</sup> <sub>(40,14)</sub>	0,87 <sub>(8,37)</sub>	7,89 <sup>c</sup> <sub>(22,58)</sub>
Ipê-ovo-de-macuco	8,88 <sup>b</sup> <sub>(5,89)</sub>	3,70 <sub>(21,82)</sub>	11,13 <sup>b</sup> <sub>(8,20)</sub>	0,0313 <sup>b</sup> <sub>(22,83)</sub>	0,87 <sub>(8,96)</sub>	20,80 <sup>a</sup> <sub>(16,82)</sub>
Jacarandá-caviúna	12,83 <sup>a</sup> <sub>(7,10)</sub>	4,48 <sub>(22,84)</sub>	12,14 <sup>b</sup> <sub>(9,77)</sub>	0,0455 <sup>b</sup> <sub>(32,71)</sub>	0,87 <sub>(9,10)</sub>	6,30 <sup>c</sup> <sub>(13,87)</sub>
Teste de Shapiro-Wilk (p-valor)	0,1132 <sup>ns</sup>	0,6526 <sup>ns</sup>	0,6033 <sup>ns</sup>	0,5675 <sup>ns</sup>	0,4576 <sup>ns</sup>	0,4188 <sup>ns</sup>
Teste de Bartlett (p-valor)	0,1130 <sup>ns</sup>	0,6224 <sup>ns</sup>	0,4058 <sup>ns</sup>	0,5504 <sup>ns</sup>	0,5949 <sup>ns</sup>	0,0632 <sup>ns</sup>
Fcalculado (p-valor)	6,16e <sup>-06</sup> *	0,1928 <sup>ns</sup>	0,0020 *	0,0002 *	0,20422 <sup>ns</sup>	1,74e <sup>-11</sup> *

Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna, não diferem significativamente entre si (teste de Scott-Knott,  $p > 0,05$ ); coeficiente de variação (%) entre parênteses; \*: significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup>: não significativo a 5% de probabilidade.

Da perspectiva industrial, a altura comercial é mais importante do que a altura total, porque representa o material útil para processamento. Ao contrário da altura total, não houve diferença significativa entre as médias de altura comercial das espécies. Complementarmente, o diâmetro das toras é outra variável relevante para o uso industrial; por exemplo, maiores diâmetros resultam em maiores rendimentos em madeira serrada e de laminação por torneamento. A maior média de DAP foi do angico-curtidor, que diferiu

significativamente das outras espécies, ao passo que a menor média absoluta foi do ipê-ovo-de-macuco, que não diferiu significativamente das outras três espécies (Tabela 7).

Por se tratar de um plantio experimental com espécies nativas, utilizando-se material seminal e sem melhoramento genético, esperava-se alta variabilidade entre as características dendrométricas das árvores por espécie (SARTORETTO *et al.*, 2008). Dentre as três variáveis dendrométricas discutidas anteriormente, isso foi verificado principalmente para a altura comercial, em que apenas o angico-curtidor teve coeficiente de variação menor que 15%. A homogeneidade das árvores é uma característica desejável para a cadeia produtiva florestal, porque favorece a maior produtividade de madeira (PONTES; FREITAS, 2015) e facilita todas as operações, incluindo os tratamentos silviculturais, a colheita, o transporte e o processamento.

Devido à escassez de estudos utilizando espécies nativas, buscou-se comparar os resultados com de outros plantios de eucalipto e pinus, que são as essências mais plantadas no Brasil e com maior disponibilidade de estudos. Destaca-se que o eucalipto possui a maior área cultivada e o maior crescimento e produtividade volumétricos (INDÚSTRIA BRASILEIRAS DE ÁRVORES, 2021).

Neves *et al.* (2013) reportaram médias de altura total de 18,87 m a 26,47 m para clones de eucalipto aos 67 meses de idade, ou seja, maiores que as alturas reportadas para as espécies nativas (Tabela 7), mesmo com menor idade. Para o DAP, Neves *et al.* (2013) reportaram médias entre 14,56 cm e 19,64 cm, e o angico-curtidor (16,87 cm), que teve a maior média entre as cinco espécies, foi o único que se enquadrou nesse intervalo, indicando bom potencial silvicultural. As maiores médias absolutas de altura total e DAP (Tabela 7) também foram inferiores às reportadas por Vidaurre *et al.* (2015) para *Eucalyptus benthamii* aos 60 meses de idade, respectivamente 22,71 m e 16,98 cm.

Apesar do alto incremento volumétrico do eucalipto, a essência tem tensões de crescimento elevadas, principalmente na madeira juvenil, resultando em dificuldades para o desdobra e a secagem (TORRES *et al.*, 2016). Também foram reportados problemas em relação a utilização da madeira de eucalipto na indústria madeireira e de móveis (LOPES *et al.*, 2004). Espera-se que as espécies nativas estudadas não tenham esses problemas com as tensões de crescimento, o que demandará estudos futuros. Assim, mesmo com menor produção volumétrica, uma matéria-prima pode ser mais apropriada para o processamento que outra, de crescimento mais rápido, uma vez que há que se considerar outros aspectos da qualidade da madeira.

Atanazio *et al.* (2018) reportaram médias de altura total e DAP de 10,07 m e 14,47 cm, respectivamente, para *Pinus taeda* aos dez anos de idade. Mesmo em idade mais jovem, as médias do angico-curtidor (Tabela 7) foram superiores para ambas as variáveis dendrométricas. Ainda para a altura total, o jacarandá-caviúna teve maior média e o angico-vermelho teve média semelhante ao *Pinus taeda*.

Comparando-se os resultados com os de *Pinus taeda* (DEBASTIANI *et al.*, 2019) aos sete anos (idade mais próxima), o DAP (17,35 cm) foi maior do que de todas as espécies (Tabela 7). Porém, o jacarandá-caviúna e o angico-curtidor tiveram maiores médias de altura total do que o *Pinus taeda* (11,53 m). Essas comparações são importantes porque o pinus é a segunda essência mais plantada no Brasil (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2021) e que já foi extensivamente estudada.

Além das comparações com eucalipto e pinus buscou-se também comparar os resultados com dados reportados para teca (*Tectona grandis* L.f.), visto que essa é uma espécie tropical, plantada no Brasil e com pouco melhoramento genético em comparação ao eucalipto e ao pinus. Para essa espécie foi reportado em plantio seminal com seis anos média de DAP de 13,25 cm e altura total de 15,74 m (LEMOS *et al.*, 2019). Apenas o angico-curtidor e o angico-vermelho tiveram DAP maior que o reportado para a teca; por

outro lado, todas as espécies tiveram altura menor do que a teca. Para árvores de teca com cinco anos submetidas a desbaste seletivo, Caldeira e Oliveira (2008) reportaram DAP de 12,3 cm e altura total de 10,4 m, em que angico-curtidor e angico-vermelho tiveram maior DAP e angico-curtidor e jacarandá-caviúna tiveram altura superior à reportada pelos autores.

A produção volumétrica depende de diversos fatores intrínsecos a própria espécie (características genéticas) e a fatores externos (tratos silviculturais e condições de plantio). Do ponto de vista matemático, o volume é dependente do diâmetro e da altura das árvores. O angico-curtidor foi a espécie com maior volume comercial, seguindo a tendência do DAP e da altura.

Ainda referente ao volume das árvores, foi reportado para eucalipto um volume total médio de 0,0294 m<sup>3</sup> (REGO *et al.*, 2019). Esse volume foi abaixo do reportado no presente estudo para todas as espécies (Tabela 7), indicando um bom potencial volumétrico das espécies nativas estudadas. Em relação a comparação com a teca, o angico-curtidor teve volume maior que o reportado por Lemos *et al.* (2019) em plantio com seis anos de idade, o que dá um maior destaque em termos volumétricos para essa espécie.

As toras cilíndricas possuem fator de forma igual a 1,00, o que é desejável do ponto de vista industrial. À medida que o fator de forma se distancia da unidade, as toras vão adquirindo geometria mais cônica. Em termos absolutos a espécie com melhor fator de forma foi o angico-curtidor (0,92), que não teve diferença significativa com as demais espécies que também tiveram bom fator de forma, todas com média acima de 0,80 (Tabela 7).

Foi reportado fator de forma médio de 0,49 para o *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em plantio com arranjo em renques de três linhas de árvores, em espaçamento de 3 m (entre linhas) x 2 m (entre plantas) e de 14 m entre renques (VENTUROLI; MORALES, 2014). As espécies do presente estudo tiveram formato mais cilíndrico do que o híbrido avaliado pelos autores, o que ocorreu devido ao espaçamento, visto que essa variável tem grande influência no fator de forma. Esse resultado destaca a importância da escolha correta do espaçamento para manter o formato mais cilíndrico das árvores, contribuindo para o maior rendimento em madeira serrada no processo de desdobro.

Avaliar a porcentagem de casca é importante, pois a mesma representa altos gastos para os empreendimentos florestais, devido ao aumento de custos de colheita e transporte, descascamento, acúmulo de resíduos, entre outros (MIRANDA *et al.*, 2002). No presente estudo, a espécie com menor porcentagem de casca em termos absolutos foi o jacarandá-caviúna, porém não diferiu significativamente do angico-curtidor e do angico-vermelho. A espécie com maior porcentagem de casca foi o ipê-ovo-de-macuco que diferiu significativamente de todas as outras espécies, enquanto a aroeira teve porcentagem de casca intermediária (Tabela 7).

Pereira *et al.* (2016) avaliaram clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* aos cinco anos de idade, que tiveram porcentagem de casca de 10%, valor abaixo do encontrado para o ipê-ovo-de-macuco e a aroeira. Comparando-se a porcentagem de casca das espécies do presente estudo com a reportada por Lemos *et al.* (2019) para teca aos seis anos de idade (13,08%), observou-se que apenas o ipê-ovo-de-macuco teve média maior. Dessa forma, dentre as espécies avaliadas, apenas o ipê-ovo-de-macuco teve porcentagem de casca acima das médias reportadas na literatura para eucalipto e teca.

As cascas das árvores encontram-se entre os resíduos mais abundantes gerados pelo setor florestal (SILVA *et al.*, 2020). Na indústria florestal brasileira, a maior parte



das cascas geradas no processo produtivo é utilizada para a geração de energia (INDÚSTRIA BRADILEIRA DE ÁRVORES, 2021). Por outro lado, a casca de algumas espécies tem propriedades desejáveis para comercialização com possibilidade de maior retorno financeiro.

A casca do angico-curtidor possui elevado teor de taninos, sendo utilizada para curtir peles na produção de couro (LORENZI, 2016). Em estudo que realizou a análise fitoquímica da casca dessa espécie, foi constatada a presença de uma variedade de compostos químicos de importância nas indústrias farmacêutica, alimentícia e agrícola (MARINHO *et al.*, 2022). Portanto, para essa espécie seria plausível considerar a comercialização das cascas associada à produção de madeira.

A casca do ipê-ovo-de-macuco possui importância para a indústria farmacêutica, porque possui substâncias com ação antifúngica, anti-inflamatória e antinociceptiva, além de potencial na inibição do crescimento de células cancerígenas causadoras do câncer de mama (MACÊDO *et al.*, 2022). Essas informações sugerem que, para essa espécie, também seria interessante a exploração da madeira aliada à comercialização da casca, visto que essa espécie foi a que teve maior porcentagem de casca (20,8%). E como essa espécie teve a menor produção volumétrica, aliar a produção de madeira com a comercialização da casca pode ser uma alternativa para viabilizar a utilização da espécie em plantios comerciais.

Considerando-se os tratos culturais, Lima e Garcia (2011) constataram que plantios de *Eucalyptus grandis* adubados resultaram em árvores com maior porcentagem de casca. Acredita-se que a adubação em plantios com espécies nativas também tenha efeito similar nessa variável. Porém, não foram encontrados na literatura dados que comprovem essa hipótese, o que indica a necessidade de mais estudos sobre esse assunto.

As variáveis dendrométricas são bons parâmetros para a análise do potencial silvicultural de uma espécie. Em relação a essas variáveis (resultados da Tabela 7), a espécie com maior potencial foi o angico-curtidor, o qual teve o maior incremento volumétrico entre as espécies avaliadas. Porém, para o potencial madeireiro, é importante associar essas informações com a qualidade das toras, que interferem diretamente no processamento da madeira.

### 3.2 Qualidade das Toras

Toras com maior diâmetro, mais cilíndricas e mais retas são as mais desejáveis para o processamento mecânico, resultando em maior rendimento em madeira serrada e de laminação por torneamento. A qualidade das toras pode ser intrínseca à espécie (genótipo), mas também resultante de fatores ambientais (DIAS *et al.*, 2017) ou dos tratos culturais e silviculturais, em que o diâmetro é uma das principais variáveis afetadas (GONÇALVES *et al.*, 2010; SCHEER *et al.*, 2017; VIDAURRE *et al.*, 2015).

Para as espécies avaliadas, a única variável referente a qualidade das toras que teve diferença significativa entre as espécies foi a conicidade (Tabela 8). Para essa variável, as espécies com maior e menor conicidade foram o angico-vermelho e o angico-curtidor, respectivamente. Todavia, a conicidade de todas as espécies foi classificada como “superior” (Tabela 6), porque não ultrapassaram o limite de 3% indicado na norma (IBDF, 1984).

Tabela 8 – Médias das características das toras por espécie

Nome popular	Achatamento		Conicidade (%)	Encurvamento (%)
	Base	Topo		
Aroeira	92,96 <sub>(6,69)</sub>	92,52 <sub>(13,23)</sub>	1,65 b <sub>(53,18)</sub>	2,31 <sub>(32,68)</sub>
Angico-curtidor	91,23 <sub>(8,28)</sub>	92,26 <sub>(5,68)</sub>	0,76 c <sub>(57,18)</sub>	2,00 <sub>(59,45)</sub>
Angico-vermelho	96,41 <sub>(4,10)</sub>	93,05 <sub>(5,39)</sub>	2,49 a <sub>(27,71)</sub>	3,87 <sub>(46,51)</sub>
Ipê-ovo-de-macuco	94,36 <sub>(5,01)</sub>	92,74 <sub>(5,94)</sub>	1,89 b <sub>(21,30)</sub>	2,66 <sub>(11,42)</sub>
Jacarandá-caviúna	93,83 <sub>(5,20)</sub>	96,26 <sub>(3,98)</sub>	1,58 b <sub>(27,21)</sub>	3,25 <sub>(30,42)</sub>
Shapiro-Wilk (valor-P)	0,1982 <sup>ns</sup>	0,8534 <sup>ns</sup>	0,1307 <sup>ns</sup>	0,7066 <sup>ns</sup>
Barlett (valor-P)	0,9999 <sup>ns</sup>	0,7340 <sup>ns</sup>	0,3169 <sup>ns</sup>	0,0834 <sup>ns</sup>
F calculado (valor-P)	0,5814 <sup>ns</sup>	0,6554 <sup>ns</sup>	0,0009*	0,0761 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna, não diferem significativamente entre si (teste de Scott-Knott,  $p > 0,05$ ); coeficiente de variação (%) entre parênteses; \*: significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup>: não significativo a 5% de probabilidade.

Toras mais cônicas geram maior quantidade de resíduos durante o processamento mecânico, seja no desdobro ou na laminação por torneamento. A conicidade é afetada por diversos fatores, como diâmetro, espécie, idade, condições climáticas, tratamentos culturais e silviculturais (DIAS *et al.*, 2017; MÜLLER *et al.*, 2017).

Neste estudo, o local de plantio, as técnicas de implantação e de manejo foram as mesmas para todas as espécies. Portanto, acredita-se que os resultados de conicidade representem o fator espécie. Apesar de todas as espécies terem recebido a melhor classificação da norma quanto a conicidade, Lima e Garcia (2011) sugerem o limite de 1% para não haver perdas consideráveis no processamento da madeira. Com base nesses critérios, apenas o angico-curtidor atenderia esse padrão de qualidade.

Apesar de ter havido uma variação de até 1,9 vezes nas médias (2% a 3,87%) de encurvamento, todas as espécies se enquadraram na melhor classificação (“superior”), com médias inferiores a 5%. O encurvamento das toras é uma variável que influencia negativamente no rendimento em madeira serrada, dessa forma, as espécies avaliadas tiveram bons resultados considerando essa variável. O achatamento é um desvio da circularidade da seção transversal das toras, em que maiores resultados (próximos a 100%) significam seções mais circulares e maior qualidade. O achatamento está associado à excentricidade de medula e à presença de lenho de reação (DIAS *et al.*, 2017), resultando em limitações de uso da madeira para algumas finalidades.

Com base nos resultados (Tabela 8) e nos três critérios de classificação das toras (Tabela 6, IBDF, 1984), considerando-se as médias absolutas, todas as espécies tiveram alto padrão de qualidade das toras.

### 3.3 Rendimento em Madeira Serrada e Contração Volumétrica

O rendimento em madeira serrada das espécies variou de 28,01% a 38,64% (Tabela 9) e, apesar dessa amplitude de mais de 10 pontos percentuais, não houve diferença significativa entre as médias. Em termos absolutos, a espécie que teve maior rendimento foi o angico-curtidor, enquanto o ipê-ovo-de-macuco teve o menor rendimento.

Tabela 9 – Médias de rendimento e contração volumétrica por espécie

Nome popular	Rendimento (%)	Contração Volumétrica Parcial(%)
Aroeira	35,10 (25,14)	7,87 b (18,90)
Angico-curtidor	38,64 (17,61)	5,72 c (23,12)
Angico-vermelho	35,79 (19,28)	6,77 c (29,76)
Ipê-ovo-de-macuco	28,01 (20,93)	9,48 a (25,21)
Jacarandá-caviúna	30,51 (23,36)	5,96 c (26,48)
Shapiro-Wilk (p-valor)	0,3755 <sup>ns</sup>	0,0903 <sup>ns</sup>
Barlett (p-valor)	0,9346 <sup>ns</sup>	0,0724 <sup>ns</sup>
F calculado (p-valor)	0,1062 <sup>ns</sup>	9,1967e <sup>-09*</sup>

Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna, não diferem significativamente entre si (teste de Scott-knott,  $p > 0,05$ ); resultados entre parênteses indicam o coeficiente de variação (%); \*: significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup>: não significativo a 5% de probabilidade.

Para o *Eucalyptus benthamii* aos seis anos de idade, com diâmetro variando de 20 cm a 24,9 cm, foram reportados rendimentos entre 29,55% e 33,73% (MÜLLER *et al.*, 2018). A única espécie que teve rendimento inferior a esse intervalo foi o ipê-ovo-de-macuco. Cabe ressaltar que as espécies do presente estudo tiveram diâmetros menores, entre 11,13 cm (ipê-ovo-de-macuco) e 16,87 cm (angico-curtidor), o que tende a impactar negativamente no rendimento. Isso sugere um bom potencial de rendimento em madeira serrada dessas espécies, bem como a adequação do modelo de corte.

O rendimento de *Pinus taeda* utilizando desdobro convencional para diâmetros próximos a 18 cm foi de 37,03% (MURARA JUNIOR *et al.*, 2013). Dessa forma, mesmo com menor diâmetro (16,87 cm), o angico-curtidor teve rendimento acima dos relatados para o *Pinus taeda*. Apesar do modelo de corte utilizado ser diferente, esse resultado é positivo, visto que de acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (2019) o *Pinus spp.* é a principal matéria-prima desdobrada no Brasil, o que indica o bom potencial do angico-curtidor, mesmo aos 80 meses de idade, como matéria-prima para o desdobro.

Em estudo que avaliou procedências de teca aos nove anos de idade, o rendimento variou de 30,30% a 43,61% (QUEIROZ, 2018). Considerando-se esses resultados, a única espécie que não se enquadrou no intervalo reportado foi o ipê-ovo-de-macuco, o que

indica um baixo potencial de produção de madeira serrada da espécie aos 80 meses, por causa do pequeno diâmetro das toras (11,13 cm).

Neste trabalho foi considerada a contração volumétrica parcial (Tabela 9) da madeira serrada, em vez de corpos de prova, da condição saturada (após o desdobro) até a umidade final de cerca de 15%, obtida após a secagem natural. A contração foi calculada dessa forma por representar melhor as condições de uso industrial da madeira serrada. Isso também explica porque não foram calculadas as contrações nas direções estruturais radial e tangencial.

Contudo, como a contração da madeira é praticamente linear do ponto de saturação das fibras até a umidade de 0% (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985), a contração total de cada espécie pode ser estimada dobrando-se as médias de contração parcial informadas na Tabela 9. Assim, as médias estimadas de contração volumétrica total da aroeira, angico-curtidor, angico-vermelho, ipê-ovo-de-macuco e jacarandá-caviúna foram, respectivamente, 15,74%, 11,44%, 13,54%, 18,96% e 11,92%.

A contração volumétrica foi maior no ipê-ovo-de-macuco, diferindo significativamente das outras espécies, ao passo que as espécies angico-curtidor, jacarandá-caviúna e angico-vermelho foram mais estáveis dimensionalmente, com as menores contrações. Reforça-se que a madeira juvenil é mais instável que a madeira adulta (BENIN *et al.*, 2017; MELO *et al.*, 2010), indicando um potencial de melhoria da qualidade da madeira à medida que as árvores envelheçam.

Comparando-se as médias estimadas de contração total das espécies com a classificação do Banco de Dados de Madeiras Brasileiras do Serviço Florestal Brasileiro (2022), a aroeira e o ipê-ovo-de-macuco foram classificadas como “contração alta” (acima de 14%), enquanto o angico-vermelho e o jacarandá-caviúna tiveram a contração classificada como “média” (de 11,5% a 14%).

Apesar de não haver diferença estatística entre as médias de contração do angico-curtidor, do angico-vermelho e do jacarandá caviúna, apenas o angico-curtidor teve sua contração classificada como “baixa” (abaixo de 11,5%). Esse resultado é um bom indicativo de qualidade dessa espécie, visto que menores contrações indicam maior qualidade e menor probabilidade de incidência de defeitos na madeira.

A madeira de *Eucalyptus benthamii* aos seis anos de idade teve contração volumétrica média de 18,52% (MÜLLER *et al.*, 2014). Apenas o ipê-ovo-de-macuco teve contração volumétrica média maior (18,96%), o que reforça a instabilidade dimensional dessa espécie comparada às demais, uma vez que a madeira de eucalipto é reconhecidamente de baixa estabilidade dimensional.

Foi reportada contração volumétrica de 9,83% para a madeira de teca entre seis e sete anos de idade (PAES *et al.*, 2015). Nenhuma espécie avaliada (Tabela 9) teve contração abaixo dessa. Essa comparação é importante porque a teca é uma espécie reconhecidamente de alta estabilidade dimensional (DIAS *et al.*, 2018).

## 4 CONCLUSÕES

Em termos gerais, o ipê-ovo-de-macuco foi a espécie que teve os piores resultados, ou seja, o menor rendimento e a maior contração volumétrica, o que sugere que essa espécie não é adequada para plantios comerciais que visem a exploração da sua madeira juvenil. O angico-curtidor, por sua vez, se mostrou uma espécie com alto potencial de produção madeireira, com boa estabilidade dimensional, o que permite a sua utilização para usos mais nobres.

Para se obter informações mais precisas acerca das espécies avaliadas recomenda-se que análises complementares sejam realizadas, tais como das propriedades mecânicas e da durabilidade natural da madeira. Também é importante a avaliação dos plantios sob diferentes tratamentos silviculturais, tais como diferentes níveis de desbaste, influência da desrama e do espaçamento. Por fim, sugere-se que sejam feitas avaliações à medida que as árvores crescerem, visto que o presente estudo realizou uma análise preliminar e, portanto, apresenta o potencial das espécies aos 80 meses de idade.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (ABIMCI). **Estudo Setorial 2019: ano base 2018**. Curitiba: STCP Engenharia de Projetos LTDA, 2019.

ATANAZIO, K. A.; VUADEN, E.; KREFTA, S. M.; KLEIN, D. R.; SCHORR, L. P. B.; CUCHI, T., SOUZA, I. A.; GORENSTEIN M. R.; PEREIRA, H. M. L. Fator de forma artificial para *Pinus taeda* L. em um povoamento localizado em Enéas Marques, PR. **Acta Biológica Catarinense**, Joinville, v. 19, n. 139, p. 65-71, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21726/abc.v5i1.289>.

BENIN, C. C.; WATZLAWICK, L. F.; HILLIG, É. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus benthamii* sob efeito do espaçamento de plantio. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1375-1384, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509830219>.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Society**, Edinburgh, v. 26, n. 1, p. 211-252, 1964. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~abe/lista/pdfQWaCMboK68>. Acesso em: 13 fev. 2020.

BRASIL. **Florestas do Brasil em resumo: 2019**. Brasília: MAPA/Serviço Florestal Brasileiro, 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, [2012]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm). Acesso em: 26 jun. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006**. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nºs 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, [2006]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm). Acesso em: 28 jun. 2020.

CALDEIRA, S. F.; OLIVEIRA, D. L. C. Desbaste seletivo em povoamentos de *Tectona grandis* com diferentes idades. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 2, p. 223-228, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000200005>.

DEBASTIANI, A. B.; MARTINS, L. P.; SANTOS, K. S. M.; CORTE, A. P. D.; PELLICO NETTO, S.; SANQUETTA, C. R. Distribuição do diâmetro de copa e

diâmetro quadrático de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 270-280, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509829219>.

DIAS, A. C. C.; MARCHESAN, R.; ALMEIDA, V. C.; MONTEIRO, T. C.; DE MORAES, C. B. Relação entre a densidade básica e as retrações em madeira de teca. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 37-44, 2018.

DIAS, A. C. C.; MARCHESAN, R.; PIERONI, G. B.; ALMEIDA, V. C.; VIEIRA, R. S. MORAES, C. B. Qualidade da madeira para produção de lâminas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Floresta**, Seropédica, v. 47, n. 3, p. 333-341, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v47i3.50732>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1 ed. Brasília: Embrapa, 1999.

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1985.

GONÇALVES, F. G.; OLIVEIRA, J. T. D. S.; SILVA, G. F. D.; NAPPO, M. E.; TOMAZELO FILHO, M. Parâmetros dendrométricos e correlações com propriedades tecnológicas em um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 947-959, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000500020>.

HSING, T. Y.; PAULA, N. F.; PAULA, R. C. Características dendrométricas, químicas e densidade básica da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 273-283, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509821119>.

IMAÑA ENCINAS, J.; REZENDE, A.V.; IMAÑA, C.R.; SANTANA, O. A. **Contribuição dendrométrica nos levantamentos fitossociológicos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório 2021**. São Paulo: Industria Brasileira de Árvores, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). **Norma para medição e classificação de toras de madeira de folhosas**. Brasília: IBDF, 1984.

JUIZO, C. G. F.; ROCHA, M. P.; BILAN, F. B. Avaliação do rendimento em madeira serrada de eucalipto para dois modelos de desdobro numa serraria portátil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 04, p. 543-550, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.062213>.

KLEIN, D. R.; ANDRADE, M. M.; DERENGOSKI, J. A.; DUARTE, E.; KREFTA, S. M.; DA SILVEIRA, A. C.; BRUN, E. J. Aspectos gerais e silviculturais de *Cordia americana*, *Aspidosperma polyneuron*, *Toona ciliata* e *Khaya* spp. **Revista de Ciências**

**Agroveterinárias**, Lages, v. 15, n. 2, p. 155-164, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711522016155>.

LEMOS, J. A. S.; MENDES, M. C. S.; MADI, J. P. S.; PEREIRA, B. L. C.; OLIVEIRA, A. C. Influência do método de propagação na produção e qualidade da madeira de *Tectona grandis*. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 6, n. 3, p. 761-765, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v6i3.8183>.

LIMA, I. L.; GARCIA, J. N. Efeito do desbaste e da fertilização na porcentagem de casca e conicidade de toras de *Eucalyptus grandis*. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 02, p. 305-312, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v41i2.21878>.

LOPES, M. D. C.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; LONGHI, S. J.; ROSSO, S., FERNANDES, D. L.; MENEZES, L. F. D. Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 133-144, 2004. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981813>.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. 7. ed. Plantarum: Nova Odessa, 2016.

MACÊDO, F. A. A.; COÊLHO, M. L.; RIBEIRO, M. C.; BARROS, E. D. S.; GOMES, J. P. S.; BATISTA, C. L.; LIMA, L. K. F.; SOUSA, R. P. Análise das atividades farmacológicas da *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 2, p. 1-9, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.22891>.

MARINHO, T. A.; OLIVEIRA, M. G.; MENEZES-FILHO, A. C. P.; CASTRO, C. F. S.; OLIVEIRA, I. M. M.; BORGES, L. L.; MELO-REIS, P. R.; SILVA-JR, N. J. Phytochemical characterization, and antioxidant and antibacterial activities of the hydroethanolic extract of *Anadenanthera peregrina* stem bark. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 82, p. 1-12, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.234476>.

MARQUES, S. D. S.; OLIVEIRA, J. T. D. S.; PAES, J. B.; ALVES, E. S.; SILVA, A. G. D.; FIEDLER, N. C. Estudo comparativo da massa específica aparente e retratibilidade da madeira de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) nativa e de reflorestamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 373-380, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000200019>.

MELO, R. R.; STANGERLIN, D. M.; DEL MENEZZI, C. H.; GATTO, D. A.; CALEGARI, L. Caracterização física e mecânica da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 67-73, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.5039/agraria.v5i1a515>.

MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A.; BUNGENSTAB, D. J.; FERREIRA, A. D. Espécies florestais em sistemas de produção em integração. In: Bungenstab, D. J.; Almeida, R. G. de; Laura, V. A.; Balbino, L. C.; Ferreira, A. D. (Ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília: Embrapa, p. 429-454, 2019.



MENDONÇA, G. C. D.; CHICHORRO, J. F.; MENDONÇA, A. R. D.; GUIMARÃES, L. A. D. O. P. Avaliação silvicultural de dez espécies nativas da mata atlântica. **Ciência Florestal**, Santa maria, v. 27, n. 1, p. 277-290, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509826466>.

MIRANDA, G.; SILVA, M. L.; MACHADO, C. C.; LEITE, H. G. Contribuição da casca na composição do custo de transporte da madeira de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p.145-148, 2002.

MÜLLER, B. V.; ROCHA, M. P.; CUNHA, A. B.; KLITZKE, R. J.; NICOLETTI, M. F. Avaliação das principais propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, p. 535-542, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.050413>.

MÜLLER, B. V.; ROCHA, M. P.; CUNHA, A. B.; RICARDO, J. K.; SILVA, J. R. M. Avaliação de viabilidade técnica da produção de madeira serrada de árvores de *Eucalyptus benthamii* de rotação reduzida. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, Pelotas, v. 9, n. 2, p. 95-103, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.12953/2177-6830/rcm.v9n2p95-103>.

MÜLLER, B. V.; DA ROCHA, M. P.; KLITZKE, R. J.; DA SILVA, J. R. M.; DA CUNHA, A. B. Produção de madeira serrada com cinco espécies de eucalipto resistentes à geadas. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 4, n. 4, p. 195-201, 2017. DOI: <https://doi.org/10.34062/afs.v4i4.5231>.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Estimativa do rendimento em madeira serrada de pinus para duas metodologias de desdobro. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 4, p. 556-563, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2013.037>.

NASSUR, O. A. C.; ROSADO, L. R.; ROSADO, S. C. D. S.; CARVALHO, P. M. D. Variações na qualidade de toras de *Toona ciliata* M. Roem. com dezoito anos de idade. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 43-49, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000100006>.

NEVES, T. A.; PROTÁSIO, T. DE P.; TRUGILHO, P. F.; VALLE, M. L. A.; SOUSA, L. C.; VIEIRA, C. M. M. Qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* em diferentes idades para a produção de bioenergia. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 56, n. 2, p. 139-148, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2013.022>.

PAES, J. B.; SANTOS, L. L.; SILVA, L. F.; MOTTA, J. P.; BRAZ, R. L.; LOMBARDI, L. R. Caracterização tecnológica da madeira juvenil de teca (*Tectona grandis*) visando à produção móveis. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n. 3, p. 437-442, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v10i3a3906>.

PAQUETTE, A.; MESSIER, C. The role of plantations in managing the world's forests in the Anthropocene. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 8, n. 1, p. 27-34, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1890/080116>.

PEREIRA, B. L. C.; CARNEIRO, A. C. O.; CARVALHO, A. M. M. L.; VITAL, B. R.; OLIVEIRA, A. C.; CANAL, W. D. Influência da adição de lignina kraft nas propriedades de pellets de eucalipto. **Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 235-242, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v46i2.44936>.

PEREIRA, G. F.; PORTO, B. S. M.; DA SILVA, W. J.; MENDONÇA, M. Z. M.; AQUINO, J. D.; SOUSA, N. S.; SILVA, M. E. F.; GIANNINI, M. A.; SILVA, L. M.; SOUZA, T. L.; VIEIRA, T. C.; VIEIRA, T. C. Superação de dormência de três espécies vegetais nativas do cerrado brasileiro. **Revista GeTeC**, Monte Carmelo, v. 8, n. 22, p. 1-22, 2020.

PONTES, G. R.; FREITAS, T. U. Monitoramento de plantios de eucalipto utilizando técnicas de sensoriamento remoto aplicadas em imagens obtidas por VANT. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR**, São José dos Campos, v. 17, n. 1, 4057-4064, 2015.

QUEIROZ, F. L. C. **Qualidade da madeira de *Tectona grandis* L. f de diferentes procedências para utilização na indústria de produtos florestais**. 2018. 171 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

REGO, A. M.; SILVA, M. D. M.; SOBRINHO, O. P. L.; FERREIRA, J. C. S. Modelos de equações volumétricas para um povoamento de eucalipto situado em Codó (MA). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v. 10, n. 04, p. 1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.004.0001>.

REIS, C. F.; OLIVEIRA, E. B.; SANTOS, A. M. **Mogno-africano (*Khaya spp.*): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil**. 1. ed. Brasília, Embrapa, 2019.

SARTORETTO, L. M.; SALDANHA, C. W.; CORDER, M. P. M. T. Transformação genética: estratégias e aplicações para o melhoramento genético de espécies florestais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 861-871, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000300046>.

SCHEER, M. B.; CARNEIRO, C.; BRESSAN, O. A.; DOS SANTOS, K. G. Crescimento inicial de quatro espécies florestais nativas em área degradada com diferentes níveis de calagem e de adubação. **Floresta**, Curitiba, vol. 47, n. 3, p. 279-287, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v47i3.41973>.

SCHORN, L. A.; GUCZAK, J. T.; SILVA, M. C.; ANDRADE, E. R.; FENILLI, T.A.B.; BITTENCOURT, R. Desempenho em viveiro de três espécies florestais nativas sob diferentes ambientes de luminosidade. **Disciplinarum Scientia: Ciências Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 15-29, 2020. DOI: <http://doi.org/10.37779/dscent.v21n1-002>.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Banco de dados de Madeiras Brasileiras**. Disponível em: <https://lpf.florestal.gov.br/pt-br/bd-madeiras-brasileiras>. Acesso em: 12 de mar. 2022.

SILVA, B.; MARTINS, M.; ROSCA, M.; ROCHA, V.; LAGO, A.; NEVES, I. C.; TAVARES, T. Waste-based biosorbents as cost-effective alternatives to commercial

adsorbents for the retention of fluoxetine from water. **Separation and Purification Technology**, Amsterdã, v. 235, p. 1-8, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.116139>.

SMIDERLE, O. J.; SCHWENGBER, D. R.; DE OLIVEIRA, J. M. F.; JORDÃO, S. M. S.; GOMES, H. H.; GRAÇAS SOUZA, A. Natural availability of seeds of wood species in cerrado and forest areas of Roraima. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 9625-9631, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-003>.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2011.

TOLFO, A. L. T.; PAULA, R. C.; BONINE, C. A. V.; BASSA, A.; VALLE, C. F. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento, de produção e tecnológicos na madeira de clones de *Eucalyptus* spp. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 15, n. 67, p. 101 - 110, 2005.

TORRES, P. M. D. A.; PAES, J. B.; NASCIMENTO, J. W. B. D.; BRITO, F. M. S. Physical and mechanical characterization of *Eucalyptus camaldulensis* young wood for rural architecture uses. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, n. 1, p. 109-117, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.016012>.

VENTUROLI, F.; MORALES, M. M. Volumetria de um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* no cerrado: similaridade de estimativas. **Agrotópica**, Itabuna, v. 26, n. 03, p. 167-174, 2014. DOI: <https://doi.org/10.21757/0103-3816.2014v26n3p167-174>.

VIDAURRE, G. B.; NUTTO, L.; FRANÇA, F. J. N.; BRAZ, R. L.; WATZLAWICK, L. F.; MOULIN, J. C. Tensão de crescimento no lenho de *Eucalyptus benthamii* e sua relação com características dendrométricas em diferentes espaçamentos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 3, p. 408-415, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.044413>.

VIEIRA, C. R.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F. Omissão de macronutrientes no desenvolvimento de mudas de mogno africano. **Ecologia e Nutrição Florestal**, Santa Maria, v. 2, p. 72-83, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2316980X16042>.

## **CAPÍTULO III**

### **CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA MACROSCÓPICA, PROPRIEDADES FÍSICAS E AVALIAÇÃO DA SUPERFÍCIE USINADA DE ESPÉCIES NATIVAS PLANTADAS NO BRASIL**

MACROSCOPIC ANATOMICAL CHARACTERIZATION, PHYSICAL  
PROPERTIES AND EVALUATION OF MACHINED SURFACES OF  
BRAZILIAN PLANTED NATIVE SPECIES

## RESUMO

A silvicultura de espécies nativas para a produção é uma alternativa sustentável visando a diminuição da exploração das áreas naturais. Um dos principais desafios em relação ao plantio dessas espécies é a falta de informações sobre o potencial madeireiro, já que as propriedades da madeira de uma espécie podem variar significativamente em diferentes condições de plantio, o que inclui a idade e o espaçamento. O objetivo deste estudo foi avaliar as características anatômicas macroscópicas, a densidade, a estabilidade dimensional e o comportamento da superfície usinada de espécies nativas plantadas. Foram estudadas oito espécies nativas do Brasil, obtidas em um plantio misto no município de Porto Seguro – BA, as quais foram avaliadas em dois grupos distintos. O primeiro foi composto por espécies com 50 meses e plantadas em espaçamento 2 m x 4 m (*Cariniana legalis* – “jequitibá-rosa”, *Zeyheria tuberculosa* – “ipê-felpudo” e *Cordia trichotoma* – “louro-pardo”), enquanto o segundo grupo foi composto por espécies de 80 meses e plantadas em espaçamento 2 m x 2 m (*Anadenanthera peregrina* – “angico-curtidor”, *Astronium graveolens* – “aroeira”, *Dalbergia nigra* (Vell.) – “jacarandá-caviúna”, *Handroanthus serratifolius* – “ipê-ovo-de-macuco” and *Parapiptadenia pterosperma* – “angico-vermelho”). Apenas espécies aos 80 meses (angico-curtidor e angico-vermelho) apresentaram cerne e alburno distintos. Para o primeiro grupo o jequitibá-rosa foi a espécie mais indicada para usos que demandem maior densidade e estabilidade dimensional, enquanto o ipê-felpudo foi a mais indicada para usos que demandam maior qualidade das superfícies. Para o segundo grupo, para usos que demandam maior densidade, as espécies mais indicadas foram o ipê-ovo-de-macuco e o angico-vermelho. O jacarandá-caviúna foi indicado para usos que exijam maior estabilidade dimensional e o angico-curtidor para usos que demandem maior qualidade das superfícies.

**Palavras-chave:** Árvores Jovens, Anatomia da Madeira, Espécies Nativas, Usinagem da Madeira.

## ABSTRACT

Silviculture of native species for wood production is a sustainable alternative to reduce the exploitation of natural areas. One of the main challenges in relation to planting these species is the lack of information about the timber potential, since the wood properties of a species can vary significantly under different planting conditions, including age and spacing. The objective of this study was to evaluate the macroscopic anatomical characteristics, density, dimensional stability, and behavior of the machined surface of planted native species. Eight species native to Brazil were studied, obtained from a mixed plantation in the municipality of Porto Seguro, Bahia state. The species were evaluated in two distinct groups. The first group consisted of trees that were 50 months old and planted with 2 m x 4 m spacing (*Zeyheria tuberculosa* – “ipê-felpudo”, *Cariniana legalis* – “jequitibá-rosa” and *Cordia trichotoma* – “louro-pardo”), while the second group was composed of trees that were 80 months old and planted with 2 m x 2 m spacing. (*Anadenanthera peregrina*. – “angico-curtidor”, *Astronium graveolens* – “aroeira”, *Dalbergia nigra* – “jacarandá-caviúna”, *Handroanthus serratifolius* – “ipê-ovo-de-macuco” and *Parapiptadenia pterosperma* – “angico-vermelho”). Only species at 80 months old (angico-curtidor and angico-vermelho) showed distinct heartwood and sapwood. For the first group, jequitibá-rosa was the most suitable species for uses that demand greater density and dimensional stability, while ipê-felpudo was the most suitable for uses that demand higher surface quality. For the second group, for uses that demand greater density, the most suitable species were ipê-ovo-de-macuco and angico-vermelho. The jacarandá-caviúna was indicated for uses that require greater dimensional stability and angico-curtidor for uses that demand higher surface quality.

**Keywords:** Young Trees, Wood Anatomy, Native Species, Machining of the Wood.

# 1 INTRODUÇÃO

A extensa área degradada ao redor do mundo é resultado de séculos de exploração irracional dos recursos naturais. Dados obtidos do Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) indicam que, no ano de 2021, 10.362 km<sup>2</sup> de mata nativa foram destruídos no Brasil (FONSECA *et al.*, 2021). Além das áreas degradadas, a exploração visando atender a alta demanda por madeiras provenientes de florestas nativas quase levou algumas espécies a extinção (FREITAS *et al.*, 2015).

Esse cenário chamou a atenção de órgãos ambientais nacionais e internacionais, o que resultou no interesse mundial em conter a exploração irracional de madeira e a degradação ambiental, contribuindo com o aumento nas restrições ambientais para a utilização de espécies nativas. Essas restrições impulsionaram as atividades de florestamento e reflorestamento como forma de atender a demanda de madeira de forma sustentável (SOUZA *et al.*, 2009). Atualmente, as florestas plantadas cobrem 131 milhões de hectares, o equivalente a 7% da área florestal mundial (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2020). No Brasil, a área de florestas plantadas é de 9,55 milhões de hectares, sendo o pinus e o eucalipto as espécies mais plantadas (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2021).

Nas últimas décadas, altos investimentos foram feitos para que as espécies de pinus e eucalipto substituíssem espécies nativas em usos na indústria de móveis, indústrias de painéis de madeira, indústrias de estruturas de madeira e na construção civil (VARANDA *et al.*, 2010). No entanto, apesar da importância, essas espécies não conseguem suprir todas as demandas existentes por madeira. Soma-se a isso o fato de existir uma expectativa em relação a obtenção de material com alto valor agregado destinado a usos mais nobres, o que resultou no investimento em reflorestamentos de espécies nativas.

O plantio de espécies nativas no Brasil ainda é recente e corresponde a uma porcentagem mínima quando comparado a área plantada com as espécies tradicionalmente utilizadas (pinus e eucalipto). De acordo, com a Indústria Brasileira de Árvores (2021), a área ocupada pelo plantio de pinus e eucalipto chega a 9,17 milhões de hectares, enquanto a área ocupada por outras espécies (nativas e exóticas) corresponde a apenas 382 mil hectares.

Apesar da importância e do recente interesse despertado pelas espécies nativas, existem poucas informações em relação a essas espécies em condições de plantios. Alguns estudos avaliaram aspectos silviculturais de espécies nativas (MENDONÇA *et al.*, 2017; TONINI *et al.*, 2005), porém poucos estudos avaliaram as características da madeira de espécies nativas em condições de plantio. Nesse contexto, destaca-se o trabalho de Rolim *et al.* (2018), em que os autores avaliaram diversas espécies nativas considerando não apenas os aspectos silviculturais, mas também as características da madeira.

Hoffmann *et al.* (2011) destacaram que esforços estavam sendo feitos visando encontrar espécies nativas de qualidade e alto incremento capazes de substituir o pinus e o eucalipto. Porém, uma década depois, ainda há o desafio de se encontrar informações sobre espécies nativas em condições de plantio, principalmente, informações referentes às características da madeira dessas espécies. Essa escassez se deve a diversos fatores, como o longo tempo necessário para o desenvolvimento de estudos nessa área de conhecimento, a falta de investimentos públicos ou privados em pesquisas relacionadas, e ao custo necessário para a implantação de empreendimentos florestais.

Entretanto, com o aumento de estudos referentes às propriedades da madeira de espécies nativas em condições de plantio, a tendência é que mais investimentos sejam feitos nos próximos anos. Diante desse cenário, estudos que avaliem as propriedades anatômicas, físicas, químicas e mecânicas da madeira de espécies nativas se tornam cada vez mais necessários, já que as características da madeira estão relacionadas com a qualidade dos produtos gerados e, conseqüentemente, com o retorno financeiro dos empreendimentos (MOTTA *et al.*, 2014).

As propriedades da madeira destinada a produtos maciços devem ser avaliadas em termos de propriedades físicas, da caracterização macroscópica e da qualidade da superfície após os processos de usinagem e acabamento. Em relação às propriedades físicas, a avaliação é feita principalmente por meio da densidade e da estabilidade dimensional, em que a densidade é a propriedade mais importante, visto que se relaciona diretamente com outras propriedades da madeira (BATISTA *et al.*, 2015; LATORRACA; ALBUQUERQUE, 2000).

A caracterização macroscópica da madeira avalia dois grupos de características: as organolépticas (cor, brilho, odor, gosto, grã, textura, dureza e desenhos) e as anatômicas (aspectos dos anéis de crescimento, forma, tamanho ou distribuição dos elementos celulares) (ZENID; CECCANTINI, 2007). Já a usinagem da madeira avalia as modificações feitas na forma das peças, visando melhorar a superfície e facilitar as operações de acabamento (PALERMO *et al.*, 2015).

O objetivo deste capítulo foi avaliar as características macroscópicas, as propriedades físicas e o comportamento da superfície usinada da madeira de árvores jovens de espécies nativas plantadas.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de Coleta do Material e Madeiras Estudadas

As madeiras utilizadas foram provenientes de um plantio comercial misto localizado no município de Porto Seguro, Bahia, Brasil (39°10'09.0"W; 16°33'37.0"S). A área do experimento possuía 566 hectares plantados com 55 espécies, entre nativas e exóticas. De acordo com a classificação de Köppen, o clima do local é o Af e o solo é classificado como Latossolo Amarelo de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999).

Foram escolhidas oito espécies da flora brasileira, sendo elas: *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. – “angico-curtidor”, *Astronium graveolens* Jacq. – “aroeira”, *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze – “jequitibá-rosa”, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. – “louro-pardo”, *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. – “jacarandá-caviúna”, *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose – “ipê-ovo-de-macuco”, *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan – “angico-vermelho” e *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl. – “ipê-felpudo”.

As espécies foram divididas em dois grupos conforme o espaçamento de plantio e a idade. O primeiro grupo foi constituído de três espécies (ipê-felpudo, jequitibá-rosa e louro-pardo) implantadas em espaçamento 2 m x 4 m e coletadas aos 50 meses de idade. O segundo grupo foi constituído de cinco espécies (aroeira, angico-curtidor, angico-vermelho, ipê-ovo-de-macuco e jacarandá-caviúna) implantadas em espaçamento 2 m x 2 m e coletadas aos 80 meses de idade.

### 2.2 Preparo das Amostras e Caracterização Macroscópica das Madeiras

Foram retirados discos da base (20 cm) de três árvores por espécie, com espessura de aproximadamente 10 cm, que foram lixados na seção transversal com uma sequência de lixas de granulometria crescente (40 – 600 grãos/mm<sup>2</sup>). Foi aplicado ar comprimido nos discos após a substituição de cada lixa, visando a desobstrução dos vasos.

As espécies com o cerne e o albúrnico visualmente distintos pela cor tiveram as suas porcentagens calculadas de acordo com o procedimento descrito por Valente *et al.* (2013). Em cada disco, foram traçadas duas linhas perpendiculares, tendo como referência o centro da medula. Posteriormente, foram medidos os diâmetros total e do cerne, obtendo-se a espessura do albúrnico por diferença. Foram calculadas as porcentagens de albúrnico e cerne (Equações 5 e 6, respectivamente) e a relação cerne-albúrnico (Equação 7).

$$\%ALB = \frac{ALB}{AS_m} \cdot 100 \quad (5)$$

Em que – %ALB: porcentagem de albúrnico do disco *i* (%); ALB: área ocupada por albúrnico no disco *i* (m<sup>2</sup>) e AS<sub>m</sub>: área seccional média do disco *i* (m<sup>2</sup>).

$$\%CRN = 100 - \%ALB \quad (6)$$

Em que – %CRN: porcentagem de cerne (%) e %ALB: porcentagem de albúrnico (%).

$$\frac{C}{A} = \frac{\%CRN}{\%ALB} \quad (7)$$

Em que – %CRN: porcentagem de cerne (%) e %ALB: porcentagem de alburno (%).

A excentricidade da medula foi calculada por meio da Equação 8, utilizando-se o método descrito por Ferreira *et al.* (2008).

$$EM = \frac{Lc}{Dm} \quad (8)$$

Em que – EM: Excentricidade da medula (%); Lc: Distância entre o centro geométrico e a posição real da medula (mm) e Dm: Diâmetro médio do disco (mm);

Posteriormente, foi selecionado um disco por árvore, do qual foi retirada uma amostra radial, livre de defeitos e bem orientada quanto aos planos de corte. A amostra foi segmentada em quatro partes iguais a partir da medula (Figura 2), selecionando-se o terceiro corpo de prova para a caracterização anatômica macroscópica, a qual foi realizada de acordo com o proposto por Ruffinatto *et al.* (2015).

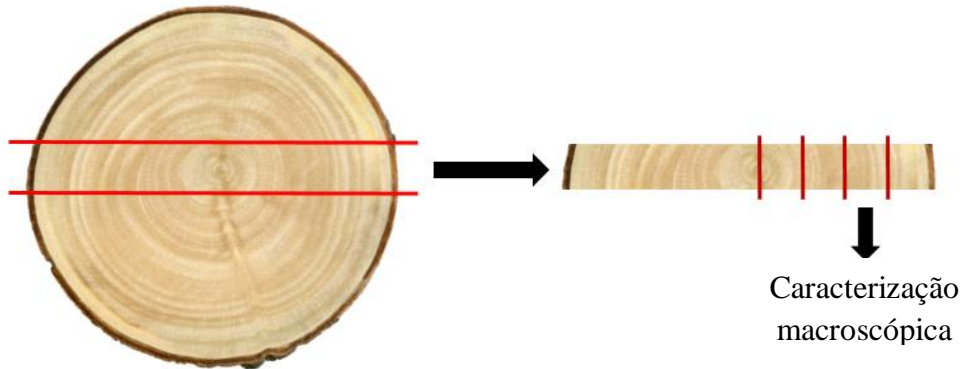


Figura 2 – Esquema de amostragem para a caracterização anatômica macroscópica.

A caracterização foi feita a olho nu e com o auxílio de uma lupa conta-fios com ampliação de 10x. Foram avaliadas as propriedades organolépticas e as características anatômicas conforme os procedimentos descritos por Coradin e Muniz (1992) (Quadro 1).

Quadro 1 – Propriedades organolépticas e características anatômicas avaliadas

Propriedades organolépticas	Cor, odor, gosto, grã, textura e brilho
Características anatômicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vasos (visibilidade, tamanho, frequência, agrupamento, porosidade, arranjo e conteúdo)</li> <li>- Parênquima axial (visibilidade e arranjo)</li> <li>- Parênquima radial (visibilidade, contraste, frequência, largura e estratificação)</li> <li>- Camadas de crescimento (distinção)</li> </ul>

## 2.3 Propriedades Físicas da Madeira

As propriedades físicas da madeira foram avaliadas de acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997). Foram avaliados seis corpos de prova por espécie, orientados, com dimensões de 30 x 20 x 50 mm (radial x tangencial x longitudinal). Para tal, foram desdobradas toras de 2 m de comprimento, produzindo-se uma peça central de aproximadamente 30 mm de espessura, das quais, após a secagem natural, os corpos de prova foram retirados. Os corpos de prova foram pesados em balança eletrônica digital (0,01 g), enquanto as dimensões foram medidas com o uso de paquímetro (0,01 mm).

As propriedades avaliadas foram: densidade básica, densidade aparente, contração volumétrica, contração tangencial e contração radial. Após o cálculo das contrações foi calculado o coeficiente de anisotropia por meio da razão entre a contração tangencial e a contração radial. A densidade aparente foi corrigida para 12% conforme descrito por Logsdon (1998).

A classificação das propriedades físicas foi realizada com base nos critérios propostos no Banco de Dados de Madeiras Brasileiras do Serviço Florestal Brasileiro – SFB (2022). A densidade básica foi classificada em “leve” (abaixo de 0,50 g.cm<sup>-3</sup>), “média” (0,50 g. cm<sup>-3</sup> até 0,72 g.cm<sup>-3</sup>) e “pesada” (acima de 0,72 g.cm<sup>-3</sup>). A contração volumétrica foi classificada em “baixa” (abaixo de 11,5%), “média” (11,5% até 14%) e “alta” (acima de 14%).

## 2.4 Usinagem e Lixamento da Madeira

Para a avaliação da usinagem da madeira foi utilizada a norma D1666 (ASTM, 2022). Em função do maquinário e do material disponíveis, foram realizadas algumas adaptações para que fosse possível a aplicação da referida norma. Para obtenção dos corpos de prova, foram desdobradas toras de 2 m de comprimento e após a secagem das tábuas foram confeccionados os corpos de prova. As avaliações foram feitas em 12 corpos de prova por espécie, com dimensões de 25 mm x 120 mm x 300 mm (radial x tangencial x longitudinal), seguindo uma adaptação proposta pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (1997).

Foram realizados testes de aplainamento, furação para cavilhas, furação para dobradiças, furação lateral e lixamento. Todas as operações foram realizadas pelo mesmo operário e os corpos de prova das espécies foram usinados e lixados de forma aleatória. Os corpos de prova foram avaliados por meio de análise visual de cinco avaliadores treinados previamente, os quais atribuíram notas de 1 a 5 para cada peça, em que 1) excelente; 2) bom; 3) regular; 4) ruim e; 5) muito ruim (ASTM, 2022).

O teste de aplainamento foi feito com uma plaina desempenadeira convencional, com motor de 2,0 HP e 4500 RPM; cabeçote de 99 mm de diâmetro, dotado de três facas retas; velocidade de alimentação de 3 m/min e a profundidade de usinagem foi de 3 mm. O aplainamento foi feito na face da largura, no sentido do comprimento, avaliando-se os seguintes defeitos: grã levantada (*raised grain*), grã arrepiada ou felpuda (*fuzzy grain*), grã arrancada ou despedaçada (*torn grain*) e marcas de cavaco (*chip marks*) (ASTM, 2022).

Os testes de furação foram realizados na mesma face do aplainamento com uma furadeira vertical convencional, com avanço manual, motor de 1 HP e 1275 RPM. As furações cavilhas foram feitas com três brocas helicoidais de aço rápido, de 135°, sendo feito dois furos passantes para cada broca em cada corpo de prova, sempre mantendo a distância mínima de 25 mm entre furos e entre as bordas. Foram utilizadas brocas das

seguintes dimensões: 10 mm x 0,87 mm x 133mm (diâmetro, comprimento da broca e comprimento útil); 8 mm x 75 mm x 117 mm (diâmetro, comprimento da broca e comprimento útil) e 6 mm x 57 mm x 93mm (diâmetro, comprimento da broca e comprimento útil). Foi utilizada uma broca chata com dimensão de 25,4 mm x 152 mm para o teste de furação para dobradiça, sendo realizados também dois furos (um passante e um não passante) em cada corpo de prova. Para a furação para dobradiça e cavilha os defeitos avaliados foram: esmagamento das fibras (*crushing*), presença de farpas no topo dos furos (*tearouts*), grã arrepiada ou felpuda (*fuzziness*) e a condição geral da superfície usinada (*general smoothness of cut*) (ASTM, 2022).

Foi realizado também o teste de furação lateral, na face da espessura, com uma furadeira horizontal convencional, motor de 1 HP e 1275 RPM, dotada de uma broca helicoidal de aço rápido, com dimensões de 8 mm x 75 mm x 117mm (diâmetro, comprimento da broca e comprimento útil). Para a furação lateral, os seguintes defeitos foram avaliados: esmagamento das fibras (*crushing*), farpas nos topos (*tearing*) e a condição geral da superfície usinada (*general smoothness of cut*) (ASTM, 2022).

O lixamento dos corpos de prova foi realizado na superfície oposta ao aplainamento. Utilizou-se uma lixadeira de cinta, motor de 3 HP e 3600 RPM, com velocidade de 1.400 m.min<sup>-1</sup>. O lixamento foi realizado por um período de 30 segundos e com uma lixa de granulometria de 120 grãos/mm<sup>2</sup>. Os defeitos avaliados para foram: ranhuras ou riscos na superfície (*scratching*) e grã arrepiada ou felpuda (*fuzzynng*) (ASTM, 2022).

## 2.5 Análise dos Dados

Foi realizada uma análise descritiva das avaliações qualitativas (notas) dos testes de usinagem e lixamento. Para os dados de densidade e contração total, foram verificados os pressupostos de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Bartlett), e em seguida foi avaliado o efeito das espécies utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA). No caso em que algum dos pressupostos não foram atendidos, foi realizada a transformação dos dados método de Box e Cox (1964). Constatadas diferenças significativas entre as espécies (test  $F < 0,05$ ), foi aplicado o teste de comparação de médias de Scott-Knott. As avaliações foram feitas utilizando o *software* R e o nível de significância utilizado foi de 5% para todos os testes.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização Macroscópica da Madeira

As descrições gerais e das características macroscópicas das espécies encontram-se a seguir.

##### 3.1.1 Ipê-felpudo

**Nomes vulgares:** Ipê-felpudo, ipê-branco, culhões-de-bode, buxo-de-boi.

**Nome científico:** *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl.

**Família:** Bignoniaceae.

**Características gerais da madeira:** Cerne e alburno indistintos, cor bege claro com aspecto fibroso (manchas castanho amareladas), odor não característico, gosto levemente amargo, textura média, grã reversa, brilho não contrastado.

**Excentricidade da medula:** 3,15% (coeficiente de variação: 43,15%).

**Descrição macroscópica:** Parênquima axial: visível sem auxílio de lente de 10x, paratraqueal confluyente, em faixas marginais e ocasionalmente vasicêntrico. Raios: visíveis somente sob lente de 10x nos planos transversal e longitudinal tangencial, pouco contrastado no plano longitudinal radial, finos, numerosos, estratificados. Vasos: pouco visíveis mesmo sob lente de 10x, muito pequenos, numerosos, porosidade difusa, solitários e múltiplos radiais (2-4 vasos). Camadas de crescimento: demarcadas por zonas fibrosas e parênquima axial marginal (Figura 3).



Figura 3 – Seções transversais de *Zeyheria tuberculosa*: a) tora e b) madeira (escala=1mm).

##### 3.1.2 Jequitibá-rosa

**Nomes vulgares:** jequitibá-rosa, jequitibá.

**Nome científico:** *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze.

**Família:** Lecythidaceae.

**Características gerais da madeira:** cerne e alburno indistintos, cor bege rosado, odor não característico, gosto indistinto, textura fina a média, grã direita, brilho pouco contrastado.

**Excentricidade da medula:** 5,15% (coeficiente de variação: 31,70%).

**Descrição macroscópica:** Parênquima a axial: visível somente sob lente de 10x, reticulado. Raios: visíveis somente sob lente de 10x nos planos transversal e longitudinal tangencial, pouco contrastados no plano longitudinal radial, finos, numerosos, não estratificados. Vasos: pouco visíveis mesmo sob lente de 10x, muito pequenos, numerosos, porosidade difusa, solitários e múltiplos radiais (2-3 vasos). Camadas de crescimento: demarcadas por zonas fibrosas (Figura 4).



Figura 4 – Seções transversais de *Cariniana legalis*: a) tora e b) madeira (escala=1mm).

### 3.1.3 Louro-pardo

**Nome científico:** *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud.

**Família:** Boraginaceae.

**Características gerais da madeira:** cerne e alburno indistintos, cor bege acastanhado, odor e gosto característicos, textura média a grossa, grã direita, brilho bem contrastado.

**Excentricidade da medula:** 7,88% (coeficiente de variação: 42,24%).

**Descrição macroscópica:** Parênquima axial: pouco visível mesmo com auxílio de lente de 10x, paratraqueal escasso, ocasionalmente apotraqueal difuso e em faixas tangenciais finas envolvendo os vasos. Raios: visíveis sem auxílio de lente de 10x nos planos transversal e longitudinal tangencial, bem contrastado no plano longitudinal radial, médios e largos, muito poucos a poucos, não estratificados. Vasos: pouco visíveis sem auxílio de lente de 10x, médios, poucos a numerosos, porosidade difusa, predominantemente múltiplos geminados em arranjo radial e tangencial. Camadas de crescimento: demarcadas pelo arranjo dos vasos (Figura 5).





Figura 5 – Seções transversais de *Cordia trichotoma*: a) tora e b) madeira (escala=1mm).

### 3.1.4 Aroeira

**Nomes vulgares:** aderne, aroeira, gibatan, guarita, ubatan.

**Nome científico:** *Astronium graveolens* Jacq.

**Família:** Anacardiaceae.

**Características gerais da madeira:** cerne e alburno indistintos, cor amarelo claro, odor não característico, gosto indistinto, textura fina, grã revessa, brilho não contrastado.

**Excentricidade da medula:** 3,27% (coeficiente de variação: 29,55%).

**Descrição macroscópica:** Parênquima axial: pouco visível mesmo com auxílio de lente de 10x, paratraqueal escasso e unilateral. Raios: visíveis somente com auxílio de lente de 10x nos planos transversal e longitudinal tangencial, sem contraste no plano longitudinal radial, muito finos a finos, numerosos, não estratificados. Vasos: visíveis somente com auxílio de lente de 10x, porosidade difusa, muito pequenos a pequenos, predominantemente solitários e geminados em arranjo radial. Camadas de crescimento: demarcadas por zonas fibrosas e por um aumento na concentração de vasos (Figura 6).



Figura 6 – Seções transversais de *Astronium graveolens*: a) tora e b) madeira (escala=1mm).

### 3.1.5 Angico-curtidor

**Nomes vulgares:** angico-curtidor.

**Nome científico:** *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.

**Família:** Fabaceae.

**Características gerais da madeira:** cerne e alburno distintos, cerne castanho avermelhado a rosado, alburno amarelado, odor não característico, gosto amargo, textura fina a média, grã direita, brilho pouco contrastado.

**Excentricidade da medula:** 7,36% (coeficiente de variação: 33,68%).

**Cernificação observada:** Alburno: 15,27% (coeficiente de variação: 20,65%); Cerne: 84,73% (coeficiente de variação: 3,72%); C/A: 5,72 (coeficiente de variação: 21,85%).

**Descrição macroscópica:** Parênquima axial: visível sem auxílio de lente de 10x, paratraqueal vasicêntrico e aliforme losangular ocasionalmente formando confluências em trechos curtos e oblíquos; em finas faixas marginais nos limites das camadas de crescimento. Raios: visíveis somente com auxílio de lente de 10x nos planos transversal e longitudinal tangencial, pouco contrastados no plano longitudinal radial, muito finos a finos, muito numerosos a numerosos, não estratificados. Vasos: visíveis sem auxílio de lente de 10x, pequenos a médios, numerosos, porosidade difusa, predominantemente solitários e múltiplos radiais/diagonais (2-5 vasos). Camadas de crescimento: demarcadas por finas faixas de parênquima axial marginal (Figura 7).



Figura 7 – Seções transversais de *Anadenanthera peregrina*: a) tora e b) madeira (escala=1mm).

### 3.1.6 Angico-vermelho

**Nomes vulgares:** angico-vermelho.

**Nome científico:** *Parapiptadenia pterosperma* (Benth.) Brenan.

**Família:** Fabaceae.

**Características gerais da madeira:** cerne e alburno distintos, cerne castanho a rosado, alburno bege amarelado, odor não característico, gosto levemente amargo, textura fina a média, grã inclinada, brilho pouco contrastado.

**Excentricidade da medula:** 5,10% (coeficiente de variação: 31,81%).

**Cernificação observada:** Alburno: 43,46% (coeficiente de variação: 20,31%); Cerne: 56,54% (coeficiente de variação: 15,61%); C/A: 1,36 (coeficiente de variação: 31,56%).



**Descrição macroscópica:** Parênquima axial: visível sem auxílio de lente de 10x, paratraqueal vasicêntrico formando confluências em trechos curtos, ocasionalmente aliforme losangular. Raios: visíveis apenas com auxílio de lente de 10x nos planos transversal e longitudinal tangencial, pouco contrastado no plano longitudinal radial, muito finos, muito numerosos, não estratificados. Vasos: visíveis sem auxílio de lente de 10x, pequenos a médios, numerosos, porosidade difusa, em arranjo diagonal, predominantemente solitários e múltiplos geminados radiais. Camadas de crescimento: demarcadas por zonas fibrosas (Figura 8).



Figura 8 – Seções transversais de *Parapiptadenia pterosperma*: a) tora e b) madeira (escala=1mm).

### 3.1.7 Ipê-ovo-de-macuco

**Nomes vulgares:** Ipê-ovo-de-macuco.

**Nome científico:** *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose.

**Família:** Bignoniaceae.

**Características gerais da madeira:** cerne e alborno indistinto, cor amarelada, odor não característico, gosto indistinto, textura fina a média, grã reversa, brilho pouco contrastado.

**Excentricidade da medula:** 6,08% (coeficiente de variação: 54,37%).

**Descrição macroscópica:** Parênquima axial: visível sem auxílio de lente de 10x, paratraqueal vasicêntrico, aliforme losangular, formando confluências de trechos curtos oblíquos a alongados, ocasionalmente em finas faixas marginais. Raios: visíveis somente sob lente de 10x no plano transversal e sem auxílio de lente de 10x no plano longitudinal tangencial, pouco contrastado no plano longitudinal radial, finos, numerosos, estratificados. Vasos: pouco visíveis mesmo sob lente de 10x, muito pequenos, numerosos, porosidade difusa, predominantemente solitários e múltiplos radiais (2-4 vasos). Camadas de crescimento: demarcadas por zonas fibrosas e ocasionalmente por finas faixas de parênquima axial marginal (Figura 9).



Figura 9 – Seções transversais de *Handroanthus serratifolius*: a) tora e b) madeira (escala=1mm).

### 3.1.8 Jacarandá-caviúna

**Nomes vulgares:** jacarandá-caviúna, jacarandá-da-bahia.

**Nome científico:** *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth.

**Família:** Fabaceae.

**Características gerais da madeira:** cerne e alburno indistintos, cor amarelo esbranquiçado, odor não característico, gosto indistinto, textura fina, grã revesa, brilho pouco contrastado.

**Excentricidade da medula:** 2,75% (coeficiente de variação: 14,56%).

**Descrição macroscópica:** Parênquima axial: visível somente com auxílio de lente de 10x, paratraqueal predominantemente escasso e ocasionalmente unilateral, vasicêntrico e aliforme; em finas faixas descontínuas. Raios: visíveis somente com auxílio de lente de 10x nos planos transversal e longitudinal tangencial, pouco contrastado no plano longitudinal radial, muito finos, numerosos, estratificados. Vasos: visíveis sem auxílio de lente de 10x, médios a grandes, pouco numerosos, porosidade difusa, predominantemente solitários e múltiplos radiais (2-3 vasos). Camadas de crescimento: demarcadas por zonas fibrosas (Figura 10).



Figura 10 – Seções transversais de *Dalbergia nigra*: a) tora e b) madeira (escala=1mm).

Dentre as espécies avaliadas apenas o angico-curtidor e angico-vermelho (Figuras 7 e 8) apresentaram cerne e alburno distintos, em que a maior proporção foi observada para o angico-curtidor. Nenhuma das espécies avaliadas aos 50 meses apresentaram presença de cerne. Sabe-se que o cerne apresenta coloração mais escura e maior durabilidade natural, o que é desejável para determinados usos, como na produção de móveis e utilização na construção civil.

Taques e Arruda (2016), constataram que a presença de grã reversa pode influenciar no surgimento de defeitos em operações de usinagem. No presente estudo, esse tipo de grã foi observada na aroeira, ipê-felpudo, ipê-ovo-de-macuco e jacarandá-caviúna.

A excentricidade da medula tem relação com a presença de lenho de reação e a madeira com alta proporção desse lenho apresenta dificuldade na trabalhabilidade, instabilidade dimensional e maior propensão a defeitos, o que pode inviabilizar sua utilização para determinados usos (BURGER; RICHTER, 1991). Com base na classificação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF (1984), a excentricidade da medula do ipê-felpudo, aroeira e jacarandá-caviúna foi classificada como superior, e as demais espécies foram classificadas como de Primeira Classe (I).

Quanto maior o diâmetro dos vasos e a largura dos raios, maior será a penetração do adesivo na célula, ocasionando em maior resistência ao cisalhamento (ALBINO *et al.*, 2012). Nesse sentido, as espécies que apresentaram vasos de maior tamanho foram o jacarandá-caviúna (vasos médios a grande) e o louro-pardo (médio), enquanto essa última também apresentou maior largura de raio (médios a largo) (Figuras 10 e 5).

## **3.2 Propriedades Físicas da Madeira**

As propriedades físicas da madeira são influenciadas por diversos fatores. Moulin *et al.* (2020) e Brito *et al.* (2020) destacam que o espaçamento e a idade, respectivamente, são variáveis que podem influenciar na densidade da madeira. Dessa forma, optou-se por realizar a comparação das espécies em dois grupos distintos, em que o primeiro grupo foi composto pelas espécies com 50 meses e espaçamento 2 m x 4 m, enquanto o segundo grupo com espécies de 80 meses e espaçamento 2 m x 2 m. Os resultados e discussões de cada grupo estão descritos nos tópicos a seguir.

### **3.2.1 Espécies com 50 meses e espaçamento 2 m x 4 m**

Ipê-felpudo, jequitibá-rosa e louro-pardo não tiveram diferenças significativas de densidade básica, contrações e coeficiente de anisotropia (Tabela 10). Com base na densidade básica, a madeira de jequitibá-rosa e louro-pardo foram classificadas como “leves”, enquanto a do ipê-felpudo foi classificada como “média”.

Tabela 10 – Propriedades físicas de espécies com 50 meses e espaçamento 2 m x 4 m

Variável	Espécie		
	Ipê-felpudo	Jequitibá-rosa	Louro-pardo
Densidade básica (g.cm <sup>-3</sup> )	0,535 (12,96)	0,493 (12,82)	0,436 (15,71)
Densidade aparente (g.cm <sup>-3</sup> )	0,576 <sup>b</sup> (2,57)	0,719 <sup>a</sup> (0,96)	0,560 <sup>b</sup> (10,55)
Contração volumétrica (%)	11,20 (13,50)	10,90 (19,58)	12,50 (20,21)
Contração tangencial (%)	6,83 (19,03)	6,15 (35,30)	7,35 (30,83)
Contração radial (%)	4,25 (15,46)	3,91 (23,56)	4,40 (18,24)
Coefficiente de anisotropia	1,66 (28,79)	1,64 (39,00)	1,67 (26,83)

Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma linha, não diferem significativamente entre si (teste Scott-knott,  $p > 0,05$ ); resultados entre parênteses indicam o coeficiente de variação (%).

A densidade aparente foi a única variável em que foi constatada diferença significativa entre as espécies. Para essa variável, as espécies foram separadas em dois grupos, em que o jequitibá-rosa teve a maior densidade e diferiu significativamente do ipê-felpudo e do louro-pardo.

As médias de densidade básica e aparente do ipê-felpudo foram menores que as reportadas por Rolim *et al.* (2018) para a mesma espécie em plantios homogêneos no município de Linhares, Espírito Santo, aos 23 anos. Em estudos avaliando o efeito da idade na densidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Pinus taeda*, Sette Junior *et al.* (2012) e Souza *et al.* (2007), respectivamente, concluíram que a idade e a densidade básica tiveram alta correlação, em que a densidade da madeira aumenta com o envelhecimento das árvores. Dessa forma, espera-se que a densidade dessa espécie aumente à medida que o talhão envelheça.

Para o jequitibá-rosa, as médias de densidade básica e aparente foram maiores que as relatadas por Rolim *et al.* (2018). Em outro estudo, a mesma espécie, com 26 anos em espaçamento 3 m x 3 m, em plantio experimental utilizando sementes de três populações diferentes, teve densidade básica de 0,48 g.cm<sup>-3</sup> a 0,50 g.cm<sup>-3</sup> (LIMA *et al.*, 2011). Essas médias de densidade são semelhantes ao 0,49 g.cm<sup>-3</sup> do presente estudo para a espécie com 50 meses, indicando bom potencial do material avaliado.

Ainda sobre o jequitibá-rosa, foram reportadas densidades aparentes de 0,63 g.cm<sup>-3</sup> a 0,64 g.cm<sup>-3</sup> para árvores com 38 anos em três espaçamentos (BARBOSA *et al.*, 2021). Esses resultados são menores que os 0,72 g.cm<sup>-3</sup> do presente estudo, o que pode ter relação com o material genético utilizado.

O louro-pardo teve médias de densidade aparente e básica próximas às relatadas por Rolim *et al.* (2018) para árvores com 18 anos, que reportou médias de 0,48 g.cm<sup>-3</sup> para densidade básica e 0,59 g.cm<sup>-3</sup> para densidade aparente. Avaliando a variação ao longo do fuste de louro-pardo, Zanchetta *et al.* (2020) encontraram densidades básicas de 0,35 g.cm<sup>-3</sup> a 0,42 g.cm<sup>-3</sup>, médias abaixo da reportada neste estudo. Sendo assim, mesmo em idade jovem, a espécie teve densidade maior que as reportadas na literatura.

Para teca aos 48 meses, idade muito próxima a avaliada no presente estudo, foi reportada densidade aparente de  $0,52 \text{ g.cm}^{-3}$  (CHAGAS *et al.*, 2014). Esse valor é abaixo do apresentado para as espécies avaliadas, o que indica que para usos que exijam maior densidade essas espécies podem ser alternativas em relação ao uso da teca.

A densidade básica média da madeira de *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* aos 48 meses foi de  $0,46 \text{ g.cm}^{-3}$  (MEDEIROS *et al.*, 2016). Apenas o louro-pardo apresentou densidade abaixo desse valor.

A contração volumétrica do ipê-felpudo e do jequitibá-rosa foi classificada como “baixa”, enquanto o louro-pardo teve contração volumétrica “média”. A contração volumétrica das três espécies foi menor do que as reportadas por Rolim *et al.* (2018), que relataram médias de 13,73% para o ipê-felpudo, 12,03% para o jequitibá-rosa e 22,13% para o louro-pardo.

O jequitibá-rosa teve contração volumétrica dentro do intervalo de 10,26% a 11,95%, encontrado para a espécie por Barbosa *et al.* (2021) para árvores de 38 anos em diferentes espaçamentos. Já o louro-pardo teve contração volumétrica abaixo da relatada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1989), de 12,9% para a espécie obtida em área natural.

Avaliando árvores de teca aos 84 meses provenientes de desbaste, foi reportada contração volumétrica de 8,14% (GIL *et al.*, 2018). Portanto, para usos que exijam alta estabilidade dimensional, as espécies avaliadas não seriam indicadas como alternativa a teca, que é uma espécie reconhecidamente estável. Para *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* aos 48 meses foi reportada contração volumétrica de 15,05% (MEDEIROS *et al.*, 2016). Todas as espécies avaliadas apresentaram contração abaixo da reportada.

Portanto, em termos gerais, as espécies tiveram boa estabilidade dimensional quando comparadas com dados disponíveis na literatura. Considerando o exposto por Benin *et al.* (2017) e Melo *et al.* (2010) que árvores mais adultas tendem a apresentar maior estabilidade dimensional, espera-se que essas espécies apresentem matéria-prima com maior estabilidade em idades de corte mais avançada.

O coeficiente de anisotropia de todas as três espécies apresentou qualidade normal de acordo com a classificação de Durló e Marchiori (1992). Ainda de acordo com os autores, para essa classificação, a madeira é indicada para uso em estantes, mesas, armários e usos que permitam pequenos empenamentos.

### **3.2.2 Espécies com 80 meses e espaçamento 2 m x 2 m**

A madeira de angico-curtidor e jacarandá-caviúna foram classificadas como “leves”. A madeira de angico-vermelho e aroeira foram classificadas como “médias” e o ipê-ovo-de-macuco como “pesada” (Tabela 11).



Tabela 11 – Propriedades físicas de espécies com 80 meses e espaçamento 2 m x 2 m

Variável	Espécie				
	Aroeira	Angico-curtidor	Angico-vermelho	Ipê-ovo-de-macuco	Jacarandá-caviúna
Densidade básica (g.cm <sup>-3</sup> )	0,607 <sup>b</sup> (15,61)	0,482 <sup>c</sup> (14,69)	0,634 <sup>b</sup> (4,88)	0,766 <sup>a</sup> (5,92)	0,471 <sup>c</sup> (6,20)
Densidade aparente (g.cm <sup>-3</sup> )	0,681 <sup>c</sup> (3,05)	0,647 <sup>d</sup> (1,33)	0,805 <sup>b</sup> (1,37)	0,902 <sup>a</sup> (1,06)	0,642 <sup>d</sup> (6,61)
Contração volumétrica (%)	11,34 <sup>b</sup> (16,13)	9,20 <sup>b</sup> (16,39)	12,46 <sup>a</sup> (17,80)	14,50 <sup>a</sup> (17,71)	11,19 <sup>b</sup> (14,58)
Contração tangencial (%)	6,07 <sup>b</sup> (17,26)	5,69 <sup>b</sup> (21,51)	7,03 <sup>a</sup> (28,70)	7,95 <sup>a</sup> (21,50)	5,35 <sup>b</sup> (21,78)
Contração radial (%)	4,39 <sup>a</sup> (29,13)	2,68 <sup>b</sup> (22,55)	4,20 <sup>a</sup> (15,10)	5,22 <sup>a</sup> (26,44)	4,28 <sup>a</sup> (22,30)
Coefficiente de anisotropia	1,48 <sup>b</sup> (35,24)	2,17 <sup>a</sup> (22,81)	1,69 <sup>b</sup> (30,16)	1,58 <sup>b</sup> (23,62)	1,31 <sup>b</sup> (32,53)

Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma linha, não diferem significativamente entre si (teste Scott-knott,  $p > 0,05$ ); resultados entre parênteses indicam o coeficiente de variação (%).

Houve diferença significativa de densidade básica em que as espécies foram divididas em três grupos. O ipê-ovo-de-macuco teve a maior densidade, a aroeira e o angico-vermelho ficaram no grupo intermediário e o angico-curtidor e o jacarandá-caviúna ficaram no grupo de menor densidade. Dessa forma, a decisão estatística agrupou das espécies da mesma forma que a classificação qualitativa do SFB (2022).

A aroeira teve densidade básica média semelhante aos 0,64 g.cm<sup>-3</sup> reportados por Santos *et al.* (2011) para a espécie com 20 anos de idade em um plantio homogêneo. Por outro lado, a densidade básica foi menor que as médias reportadas por Rolim *et al.* (2018) e SFB (2022), com 0,72 g.cm<sup>-3</sup> (plantio de 31 anos) e 0,73 g.cm<sup>-3</sup>, respectivamente.

Para o angico-curtidor, a densidade básica média foi semelhante à média de 0,47 g.cm<sup>-3</sup> reportada por Silva *et al.* (2020), para um plantio em espaçamento de 3 m x 3 m e idade de 90 meses. Por outro lado, a densidade básica foi inferior aos 0,56 g.cm<sup>-3</sup> reportados por Valente *et al.* (2011) para árvores de área nativa e idade desconhecida.

Para o ipê-ovo-de-macuco, todos os valores encontrados na literatura para densidade básica foram superiores ao obtido no presente estudo. O SFB (2022) reportou densidade básica de 0,89 g.cm<sup>-3</sup>; e Lima *et al.* (2020) avaliaram a espécie por meio de material obtido em uma serraria em Paragominas, no estado do Pará, e reportaram densidade básica de 0,95 g.cm<sup>-3</sup>. Em trabalho que avaliou a espécie em plantio aos 28 anos, Rolim *et al.* (2018) reportaram densidade básica de 0,80 g.cm<sup>-3</sup>, ou seja, próxima à verificada neste estudo.

A densidade básica de jacarandá-caviúna foi abaixo da média de 0,63 g.cm<sup>-3</sup> reportada por Rolim *et al.* (2018). Portanto, as densidades básicas do presente estudo indicam que as espécies possuem potencial de produção de madeira para diversos usos, visto que as densidades compreenderam diferentes classes de densidade.

Houve diferença significativa de densidade aparente em que as espécies foram divididas em quatro grupos. O ipê-ovo-de-macuco teve a maior densidade e as menores densidades foram do grupo composto por angico-curtidor e jacarandá-caviúna. O grupo de densidade aparente intermediária foi composto por angico-vermelho e aroeira, os quais também tiveram diferença significativa entre si.

A densidade aparente da aroeira foi abaixo dos  $0,85 \text{ g.cm}^{-3}$  reportados por Rolim *et al.* (2018) para a espécie em um plantio homogêneo aos 31 anos. Para o angico-curtidor, o valor de densidade aparente foi parecido com os  $0,57 \text{ g.cm}^{-3}$  reportados por Gonçalves *et al.* (2013) e aos  $0,66 \text{ g.cm}^{-3}$  reportados por Valente *et al.* (2013).

A densidade aparente de ipê-ovo-de-macuco foi abaixo da reportada por Rolim *et al.* (2018) para a espécie em plantio homogêneo aos 28 anos ( $1,03 \text{ g.cm}^{-3}$ ). Conforme Falavinha *et al.* (2016), a densidade aparente se correlaciona fortemente com a resistência mecânica. Portanto, é possível inferir que o ipê-ovo-de-macuco, espécie com a maior densidade, é a espécie com maior resistência, consequentemente a mais indicada para usos que exijam maior resistência mecânica. Para o jacarandá-caviúna, foram reportadas médias de densidade aparente superiores à deste trabalho, de  $0,81 \text{ g.cm}^{-3}$  (GONÇALVES *et al.*, 2013) e  $0,78 \text{ g.cm}^{-3}$  (ROLIM *et al.*, 2018).

Para teca aos 60 meses foi reportada densidade básica variando de  $0,40 \text{ g.cm}^{-3}$  a  $0,47 \text{ g.cm}^{-3}$  (GONÇALVES *et al.*, 2007). O valor máximo de densidade reportado pelos autores é semelhante ao do presente estudo para o jacarandá-caviúna, enquanto a densidade básica de todas as outras espécies foi superior à reportada. Para teca aos 72 meses, foi reportada densidade aparente de  $0,51 \text{ g.cm}^{-3}$  (CHAGAS *et al.*, 2014). Esse valor de densidade aparente é abaixo do obtido para as espécies avaliadas, indicando que, em termos de densidade, essas espécies podem ser consideradas alternativas ao uso da teca.

Avaliando um clone de eucalipto (*Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla*) aos seis anos, foi verificada densidade aparente de  $0,65 \text{ g.cm}^{-3}$  (TALGATTI *et al.*, 2018). Esse valor é próximo ao do angico-curtidor e do jacarandá-caviúna, mas inferior ao das outras espécies.

Como verificado, a densidade aparente foi influenciada pela espécie, mas também pode ser influenciada pela adubação, posição de amostragem, espaçamento, idade, material genético e qualidade do sítio (BARBOSA *et al.*, 2019; BOSCHETTI *et al.*, 2020; LIMA *et al.*, 2009; LIMA; GARCIA, 2010; SETTE JUNIOR *et al.*, 2012). Portanto, é possível manejar o plantio com base no objetivo final do empreendimento, direcionando a produção para maior ou menor densidade.

A contração volumétrica da aroeira, do angico-curtidor e do jacarandá-caviúna foi classificada como “baixa”. O angico-vermelho teve a contração volumétrica classificada como “média” e o ipê-ovo-de-macuco como “alta”.

Para as variáveis contração volumétrica e contração tangencial, as médias das espécies foram divididas em dois grupos estatisticamente diferentes entre si. O primeiro grupo foi composto por aroeira, angico-curtidor e jacarandá-caviúna, com maior estabilidade dimensional. E o segundo grupo foi composto com angico-vermelho e ipê-ovo-de-macuco, com menor estabilidade dimensional.

A contração radial também dividiu as espécies em dois grupos, porém diferente do anterior. O melhor resultado foi do angico-curtidor, com a maior estabilidade dimensional. O outro grupo foi composto pelas demais espécies e teve menor estabilidade dimensional.

A contração volumétrica da aroeira foi parecida com os 11,90% reportados pelo SFB (2022), porém, acima dos 6,90% reportados por Rolim *et al.* (2018) para um material com idade mais avançada. A contração tangencial da aroeira foi 1,93 pontos percentuais

(p.p.) menor e a contração radial foi 0,91 p.p.; que as contrações reportadas para a espécie pelo SFB (2022). As contrações volumétrica, tangencial e radial do angico-curtidor foram, respectivamente, 0,44 p.p., 0,56 p.p., e 0,51 p.p. menores que as contrações reportadas por Valente *et al.* (2013).

A contração volumétrica do ipê-ovo-de-macuco foi menor que a reportada por Rolim *et al.* (2018) em plantio homogêneo, que encontrou contração 19,14% e coeficiente de anisotropia de 1,35. Foi encontrada contração volumétrica de 10,10% (SFB, 2022) e 14,6% (LIMA *et al.*, 2020), em que este último resultado foi o parecido com o reportado no presente estudo.

Ao avaliar árvores de teca obtidas em desbaste, Gil *et al.* (2018) reportaram média de contração volumétrica de 8,14%. Esse valor é abaixo das médias encontradas no presente estudo para as espécies avaliadas, indicando que essas espécies não podem ser consideradas alternativas ao uso da teca para usos que necessitem de maior estabilidade dimensional. Para um clone de (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) aos seis anos foi reportada contração volumétrica de 12,93% (TALGATTI *et al.*, 2018). Apenas o ipê-ovo-de-macuco teve contração acima desse valor, indicando instabilidade da espécie, o que limita sua utilização em produtos que exijam estabilidade da madeira. Como destacado no tópico anterior, árvores adultas possuem maior estabilidade dimensional quando comparadas com árvores jovens. Dessa forma, espera-se que a estabilidade da madeira das espécies avaliadas aumente em idade mais avançada.

Seguindo a classificação de Durlo e Marchiori (1992), o coeficiente de anisotropia foi classificado como “excelente” para a aroeira e o jacarandá-caviúna. Para o angico-vermelho e o ipê-ovo-de-macuco, foi classificado como “normal” e para o angico-curtidor como “ruim”. Apesar do ipê-ovo-de-macuco ter sido classificado como “normal” em termos de coeficiente de anisotropia, essa espécie apresentou a maior contração volumétrica, o que indica sua instabilidade dimensional. Dessa forma, reforça-se que é preciso avaliar as propriedades em conjunto visando o objetivo final de utilização.

O coeficiente de anisotropia da aroeira foi semelhante aos 1,51 reportados pelo SFB (2022) e aos 1,54 reportados por Rolim *et al.* (2018). O coeficiente de anisotropia do angico-curtidor foi próximo aos 2,09 reportados por Valente *et al.* (2013). O coeficiente de anisotropia do ipê-ovo-de-macuco (1,58) foi maior que os 1,34 relatados pelo SFB (2022).

Menores contrações e coeficientes de anisotropia indicam maior estabilidade da madeira. Dessa forma, as espécies angico-curtidor, aroeira, jacarandá-caviúna e angico-vermelho tiveram bons resultados, indicando que possuem potencial para usos que necessitem de estabilidade dimensional, mesmo em árvores jovens.

### **3.3 Usinagem da Madeira e Lixamento**

Para a avaliação da qualidade da superfície usinada as espécies também foram separadas em dois grupos, visando a melhor comparação entre espécies com mesma idade e espaçamento. Peças classificadas como excelente e bom são indicadas para indústria de móveis ou esquadrias como rodapés, molduras de armários e alizares, peças regulares são indicadas para corrimão, lambris, peças estruturais aparentes e pisos, enquanto peças com avaliação ruim e muito ruim são indicadas para usos em estruturas internas de divisórias, peças estruturais não aparentes de telhados e cercas divisórias e ou/portões externos (SILVA *et al.*, 2009).



### 3.3.1 Espécies com 50 meses e espaçamento 2 m x 4 m

A classificação visual das superfícies aplainadas e lixadas das espécies avaliadas estão descritas na Tabela 12.

Tabela 12 – Classificação visual das superfícies aplainadas e lixadas das espécies com 50 meses e espaçamento 2 m x 4 m

Espécie	Aplainamento	Lixamento
Ipê-felpudo	Regular	Bom
Jequitibá-rosa	Regular	Regular
Louro-pardo	Regular	Regular

As três espécies avaliadas tiveram desempenho “regular” na operação de aplainamento. De acordo com Silva *et al.* (2015), madeiras adultas tendem a ter melhor desempenho na operação de aplainamento. Portanto, apesar dos resultados encontrados não serem bons, é possível que o desempenho dessas espécies melhore com idades de corte mais avançadas e parâmetros de corte mais adequados.

Varanda *et al.* (2010) avaliaram a madeira de *Eucalyptus grandis* e Cárdenas *et al.* (2019) avaliaram a madeira de espécies amazônicas do Peru, e relataram que a rugosidade das peças diminuiu consideravelmente após a operação de lixamento. Todavia, no presente estudo foi constatada melhoria na superfície lixada apenas do ipê-felpudo, enquanto o jequitibá-rosa e o louro-pardo tiveram classificação igual ao aplainamento (regular).

O comportamento na operação de usinagem pode ser influenciado pela granulometria da lixa utilizada, da velocidade da operação e da pressão exercida durante o lixamento. Alves *et al.* (2015) avaliaram o efeito desses três fatores na operação de lixamento da madeira de *Pinus elliottii* e relataram que a granulometria da lixa utilizada foi o único fator que influenciou significativamente na rugosidade da superfície lixada. Porém, para o presente estudo, foi aplicado o mesmo método e equipamentos no lixamento, o que indica fatores inerentes as espécies podem ter contribuído para esse resultado.

No caso do lixamento, a espécie com melhor resultado foi o ipê-felpudo, que foi a espécie com maior densidade aparente. Além da maior densidade, foi verificada grã-reversa para essa espécie, enquanto as outras duas (desempenho “regular”) apresentaram grã direita, o que indica que a densidade pode ter tido maior influência que a grã na qualidade das superfícies lixadas.

De modo geral, nas operações de furação (cavilha, dobradiça e lateral), os melhores resultados foram observados para o ipê-felpudo (Tabela 13).

Tabela 13 – Classificação visual das furações (cavilha, dobradiça e lateral) das espécies com 50 meses e espaçamento 2 m x 4 m

Espécie	Dobradiça			Lateral	Cavilha	
	6 mm	8 mm	10 mm		Furo passante	Furo não passante
Ipê-felpudo	Regular	Regular	Bom	Bom	Bom	Bom
Jequitibá-rosa	Bom	Ruim	Regular	Regular	Regular	Regular
Louro-pardo	Ruim	Ruim	Ruim	Regular	Regular	Regular

Na furação para dobradiça, houve diferença no desempenho do ipê-felpudo e do jequitibá-rosa em relação aos diferentes tamanhos de brocas utilizadas. Enquanto o ipê-felpudo teve melhor desempenho na furação com broca de 10 mm, o jequitibá-rosa teve melhor resultado para a utilização de broca de 6 mm. Já o louro-pardo, teve desempenho “ruim”, independentemente do tamanho de broca utilizada, evidenciando que para usos que exijam esse tipo de furação essa madeira não é indicada.

Para Palermo *et al.* (2015), a baixa qualidade no teste de furação para dobradiça pode ocorrer devido à alta velocidade de avanço e retirada brusca da broca no término da furação. Dessa forma, para melhorar os resultados (Tabela 13), seria indicado que nos usos que exigem a furação para dobradiça a velocidade de avanço seja reduzida e o operador retire a broca com cuidado, diminuindo o surgimento de defeitos nessa operação.

Não houve diferença entre o desempenho das espécies nas operações de furação lateral e furação de cavilha (furo passante ou não passante). Para esses testes, as espécies foram divididas em dois grupos: o primeiro foi composto pelo ipê-felpudo, que teve “bom desempenho”, e o segundo grupo (jequitibá-rosa e louro-pardo) com desempenho “regular”. Em relação a furação para cavilha, o desempenho não foi alterado de acordo com o tipo de furo (passante e não passante).

Em termos gerais para os testes de furações, o ipê-felpudo apresentou os melhores resultados, enquanto o louro-pardo os piores. Esses resultados podem ter tido relação com a densidade, visto que os melhores comportamentos foram observados para as espécies de maior densidade.

O tipo de grã da madeira influencia diretamente no resultado obtido nas operações de usinagem e acabamento (SOUZA *et al.*, 2009). Em trabalho que avaliou a usinagem da madeira de angelim-pedra (*Hymenolobium peltraeum* Ducke), foi constatado que o defeito de arrancamento de grã nos testes de furação foi decorrente, principalmente, da grã revessa da espécie (TAQUES; ARRUDA, 2016). Todavia, no presente estudo, o ipê-felpudo foi a espécie com melhores resultados nos testes de furação e possui grã revessa (ver item 3.1). Portanto, esses resultados confirmam que é preciso avaliar as características das espécies de forma conjunta, visto que, apesar do tipo de grã influenciar no desempenho de usinagem, essa não é a única característica que influencia nos defeitos.

Em geral, madeiras jovens apresentam resultados ruins de trabalhabilidade, o que ocorre devido a maior proporção de lenho juvenil, menor uniformidade, menor estabilidade e resistência (SOUZA *et al.*, 2009). Todavia, mesmo com baixa idade, o ipê-felpudo teve bons resultados, indicando o potencial dessa madeira para usos que exigem melhores resultados em operações de usinagem.

### 3.3.2 Espécies com 80 meses e espaçamento 2 m x 2 m

A classificação visual das superfícies aplainadas e lixadas das espécies avaliadas estão descritas na Tabela 14.

Tabela 14 – Classificação visual das superfícies aplainadas e lixadas das espécies com 80 meses e espaçamento 2 m x 2 m

Espécie	Aplainamento	Lixamento
Aroeira	Regular	Bom
Angico-curtidor	Regular	Bom
Angico-vermelho	Ruim	Regular
Ipê-ovo-de-macuco	Bom	Bom
Jacarandá-caviúna	Regular	Regular

O ipê-ovo-de-macuco teve o melhor desempenho (“bom”) na operação de aplainamento e o angico-vermelho o pior (“ruim”). Para a aroeira, o angico-curtidor e o angico-vermelho a operação de lixamento melhorou a qualidade da superfície da madeira. Por outro lado, para o ipê-ovo-de-macuco e o jacarandá-caviúna a qualidade das superfícies lixadas recebeu a mesma classificação da qualidade das superfícies aplainadas. Esse comportamento também foi relatado por Martins *et al.* (2011), que não reportou diferença estatística ao estudar os parâmetros de rugosidade da madeira de *Eucalyptus benthamii*.

Cabe destacar que menores velocidades de avanço durante o aplainamento resultam em peças com menor incidência de defeitos, ou seja, melhor acabamento (CRUZ *et al.*, 2020). Dessa forma, para se melhorar a qualidade das superfícies aplainadas, principalmente do angico-vermelho, é recomendado reduzir a velocidade de avanço.

Além dos fatores inerentes ao processo, existem características inerentes às espécies que interferem na rugosidade da superfície usinada, como a textura e a densidade. Cárdenas *et al.* (2019) constataram para espécies da Amazônia peruana que aquelas com textura fina e maior densidade básica tiveram menor rugosidade na superfície aplainada. No presente estudo, a espécie de maior densidade (ipê-ovo-de-macuco, Tabela 11) também foi a espécie que teve o melhor resultado de aplainamento (“bom”). Espécies com maior densidade possuem maior proporção de parede celular, e, conseqüentemente, apresentam maior resistência mecânica. Sendo assim, apesar de proporcionar melhores resultados de usinagem, espécies com maior densidade causam maior desgaste nas ferramentas de corte, o que deve ser levado em consideração nos processos de usinagem (DELATORRE *et al.*, 2020).

A aroeira, o angico-curtidor e o ipê-ovo-de-macuco foram as espécies que tiveram a melhor qualidade da superfície (“bom”) após a operação de lixamento. Isso era esperado porque o lixamento reduz a rugosidade da madeira, implicando em melhor qualidade (LAINA *et al.*, 2017). Mesmo assim, o lixamento não foi capaz melhorar a qualidade das

superfícies aplainadas do ipê-ovo-de-macuco e do jacarandá-caviúna, indicando a necessidade de melhorias no processo para se obter ganhos qualitativos com o lixamento. De qualquer forma, nenhuma das espécies obteve a melhor avaliação após o lixamento (“ótimo”), indicando que, para situações em que o uso da madeira demande melhor acabamento, sejam realizados investimentos aprimoramentos nos processos de aplainamento e lixamento.

Pereira *et al.* (2018) constaram que a textura da madeira influencia na rugosidade superficial das peças aplainadas e lixadas, em que texturas mais finais geram superfícies com menor rugosidade superficial das peças. Essa tendência foi observada na aroeira, porém não no jacarandá-caviúna. Isso indica a necessidade de adequação nos parâmetros de usinagem e lixamento da madeira de jacarandá-caviúna, buscando-se aproveitar melhor a sua boa característica anatômica.

Independentemente do tipo de furação (cavilha, lateral e dobradiça), a qualidade da usinagem foi classificada da mesma forma para o angico-curtidor (“bom”), o angico-vermelho (“regular”) e o jacarandá-caviúna (“regular”) (Tabela 15). Reforça-se que o angico-curtidor teve os melhores resultados, enquanto o angico-vermelho e o jacarandá-caviúna tiveram os piores resultados nos testes de furação.

Tabela 15 – Classificação visual das furações das espécies com 80 meses e espaçamento 2 m x 2 m

Espécie	Dobradiça			Lateral	Cavilha	
	6 mm	8 mm	10 mm		Furo passante	Furo não passante
Aroeira	Bom	Regular	Regular	Bom	Regular	Bom
Angico-curtidor	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Angico-vermelho	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Ipê-ovo-de-macuco	Bom	Regular	Regular	Regular	Bom	Bom
Jacarandá-caviúna	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular

Na furação para dobradiça, a aroeira e o ipê-ovo-de-macuco tiveram o melhor desempenho utilizando a broca de 6 mm do que as brocas maiores (8 e 10 mm), o que ocorreu devido a superfície de contato, que é menor para as brocas menores, resultando em menor esforço de usinagem. Não houve diferença de desempenho em relação a utilização de brocas de 8 mm e 10 mm, em que o angico-curtidor foi a espécie com o melhor resultado.

Em relação à furação lateral, as espécies foram divididas em dois grupos, em que o primeiro teve a superfície classificada como “boa” (aroeira e angico-curtidor), enquanto o segundo grupo teve a classificação “regular” (angico-vermelho, ipê-ovo-de-macuco e jacarandá-caviúna).

Na furação para cavilha, a única espécie que teve diferença em relação ao furo passante e não passante foi a aroeira, em que o melhor desempenho ocorreu no furo não passante (“bom”). As outras espécies foram divididas em dois grupos, em que o primeiro grupo teve desempenho “bom” (angico-curtidor e ipê-ovo-de-macuco) e o segundo teve

desempenho “regular” (angico-vermelho e jacarandá-caviúna), considerando tanto o furo passante como o furo não passante.

Em termos gerais, para os testes de furação os melhores resultados foram do angico-curtidor (“bom”). Sendo assim, essa é a espécie melhor indicada para usos que utilizam de furações.

O tipo de grã da madeira pode interferir nos defeitos apresentados nos processos de furação. No presente estudo, a espécie que teve melhores resultados para os testes de furação foi o angico-curtidor, o qual possui grã direita. Taques e Arruda (2016) constataram que a grã revessa na espécie angelim-pedra (*Hymenolobium peltraeum* Ducke) foi responsável pelo defeito de arrancamento de grã nos testes de furação. Dessa forma, a grã revessa encontrada na aroeira, no ipê-ovo-de-macuco e no jacarandá-caviúna pode ter sido responsável pelos defeitos dessas espécies nos testes de furação, implicando em classificações piores que o angico-curtidor.

Cabe destacar que todos os processos realizados foram feitos utilizando os mesmos equipamentos, o mesmo operador e o mesmo método, o que indica que as diferenças de classificações encontradas dizem respeito às características intrínsecas das espécies avaliadas. Para Souza *et al.* (2009), essa variação entre as espécies dificulta generalizações dos processos de usinagem. Dessa forma, estudos que avaliem a diferença do comportamento entre as espécies nas operações de usinagem são primordiais para a indústria madeireira. Além disso, conhecer o comportamento e os métodos mais indicados para cada espécie é um fator de grande importância, visto que as operações de usinagem agregam valor ao produto final e, se feitas de forma adequada, evitam desperdícios (TAQUES; ARRUDA, 2016).

Em termos gerais, as espécies tiveram bons resultados de propriedades físicas quando comparadas com espécies em condições naturais ou em condições de plantio em idade mais avançadas, o que indica o potencial das espécies avaliadas.

Recomenda-se que sejam realizados estudos referentes a influência dos aspectos silviculturais, como diferentes espaçamentos, diferentes níveis de desbaste e influência da desrama, em relação às propriedades da madeira produzida pelas espécies e que sejam realizadas avaliações periódicas ao longo do tempo e do crescimento das árvores. Além disso, recomenda-se o investimento na seleção de material genético de maior qualidade, o que impacta diretamente na qualidade da madeira a ser produzida.

Por fim, os resultados encontrados para as espécies avaliadas evidenciam o potencial de espécies nativas jovens cultivadas em plantio comercial. Além disso, para tornar os plantios mais rentáveis, é possível aliar a exploração a longo prazo com a exploração de madeiras de desbaste, as quais possuem potencial para produção de matéria-prima como: pequenos objetos, cabos de ferramentas, painéis colados etc.

## 4 CONCLUSÕES

Considerando as características anatômicas, o angico-curtidor é a espécie mais indicada para produção, por exemplo, de móveis, pisos e utilização na construção civil. O processo de cernificação ainda não se iniciou para nenhuma espécie aos 50 meses, sendo sua presença constatada apenas no angico-curtidor e no angico-vermelho.

Para usos que demandem madeira com maior densidade, recomendam-se o jequitibá-rosa (dentre as espécies avaliadas aos 50 meses em espaçamento 2 m x 4 m) e o ipê-ovo-de-macuco e o angico-vermelho (dentre as espécies avaliadas aos 80 meses em espaçamento 2 m x 2 m).

Para usos que necessitem de maior estabilidade dimensional recomendam-se o jequitibá-rosa (dentre as espécies avaliadas aos 50 meses em espaçamento 2 m x 4 m) e o jacarandá-caviúna (dentre as espécies avaliadas aos 80 meses em espaçamento 2 m x 2 m). Para usos que demandem madeira com maior qualidade de superfícies usinadas e furações (para encaixes e cavilhas), recomendam-se o ipê-felpudo (dentre as espécies avaliadas aos 50 meses em espaçamento 2 m x 4 m) e o angico-curtidor (dentre as espécies avaliadas aos 80 meses em espaçamento 2 m x 2 m).

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, V. C. S.; MORI, F. A.; MENDES, L. M. Influência das características anatômicas e do teor de extrativos totais da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden na qualidade da colagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, p. 803-811, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050987561>.
- ALVES, M. C. D. S.; SANTIAGO, L. F. F.; GONÇALVES, M. T. T.; VALARELLI, I. D. D.; VARASQUIM, F. M. F. D. A. Effects of belt speed, pressure and grit size on the sanding of *Pinus elliottii* wood. **Cerne**, Lavras v. 21, p. 45-50, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/01047760201521011216>.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM D 1666-22**: Standard method for conducting machining tests of wood and wood base materials. West Conshohocken: ASTM, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190**: Projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- BARBOSA, J. A.; DA SILVA, B. M.; RANZINI, M.; LONGUI, E. L.; DE LIMA, I. L. Effect of thermal modification on wood properties of 38-year-old *Cariniana legalis* cultivated at different spacing. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v. 14, n. 10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.36560/141020211435>.
- BARBOSA, T. L.; OLIVEIRA, J. T. D. S.; ROCHA, S. M. G.; CÂMARA, A. P.; VIDAURRE, G. B.; ROSADO, A. M.; LEITE, F. P. Influence of site in the wood quality of *Eucalyptus* in plantations in Brazil. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v. 81, n. 3, p. 247-253, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2989/20702620.2019.1570453>.
- BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; ROCHA, M. P. Qualidade da secagem convencional conjunta da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus* sp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 711-719, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509819621>.
- BENIN, C. C.; WATZLAWICK, L. F.; HILLIG, É. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus benthamii* sob efeito do espaçamento de plantio. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1375-1384, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509830219>.
- BOSCHETTI, W. T.; VIDAURRE, G. B.; SILVA, J. G. M. Densidade e sua variação na madeira de eucalipto. In: VIDAURRE, G. B.; SILVA, J. G. M.; MOULIN, J. C.; CARNEIRO, A. C. O. **Qualidade da madeira de eucalipto proveniente de plantações no Brasil**. Vitória: EDUFES, 2020. p. 132-170.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Society**, Edinburgh, v. 26, n. 1, p. 211-252, 1964. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~abe/lista/pdfQWaCMboK68>. Acesso em: 13 fev. 2020.

BRITO, A. S.; SILVA, J. G. M.; VIDAURRE, G. B. TRUGILHO, P. F. Influência da idade nas propriedades da madeira de eucalipto. In: VIDAURRE, G. B.; SILVA, J. G. M.; MOULIN, J. C.; CARNEIRO, A. C. O. **Qualidade da madeira de eucalipto proveniente de plantações no Brasil**. Vitória: EDUFES, 2020. p. 171-195.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1991.

CÁRDENAS, M. M.; JUÍZO, C. G. F.; GUILLÉN, N. B.; MORA, H. E. G.; KLITZKE, R. J. Surface quality of Peruvian Amazon woods submitted for planing and sanding. **Floresta**, Curitiba, v. 49, n. 4, p. 671-680, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v49i4.57573>.

CHAGAS, S. F.; EVANGELIST, W. V.; SILVA, J. C.; CARVALHO, A. M. M. L. Propriedades da madeira de teca de diferentes idades e oriundas de desbaste. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, Pelotas, v. 5, n. 2, p. 138-150, 2014.

CORADIN, V.T.R.; MUNIZ, G.I. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira: Angiospermae II-Gimnospermae. Série Técnica 15**. IBAMA/DIRPED/LPF: Brasília. 17p. 1992.

CRUZ, T. M.; BORGES, C. C.; DUARTE, P. J.; SIMETTI, R.; DA SILVA ROSADO, S. C.; MOREIRA DA SILVA, J. R. Análise da superfície usinada da madeira de clones de *Toona ciliata* M. Roemer var. australis. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 809-818, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509837072>.

DELATORRE, F. M.; CUPERTINO, G. F. M.; DOS SANTOS JUNIOR, A. J.; DA SILVA, Á. M.; JÚNIOR, A. F. D.; DE CARVALHO, A. M. Comportamento da madeira de Ingá (*Inga edulis* Mart) frente a ensaios de usinagem. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 8, p. 1-17, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5119>.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: Retratibilidade**. 1 ed. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1 ed. Brasília: Embrapa, 1999.

FALAVINHA, A. F.; LOGSDON, N. B.; FINGER, Z.; JESUS, J. M. H. Estudo da estabilidade dimensional da madeira de Cedro-marinheiro, *Guarea trichilioides* L. **E&S Engineering and Science**, Cuiabá, v. 5, n. 1, p. 29-39, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18607/ES201653842>.

FERREIRA, S.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F. MONTEIRO, T. C. Excentricidade da medula em caules de clones de *Eucalyptus* cultivados em diferentes topografias. **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 335-340, 2008.



FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Global forest resources assessment 2020: key findings**. Roma: FAO, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/ca8753en>. Acesso em: 25 out. 2021.

FONSECA, A.; AMORIM, L.; RIBEIRO, J.; FERREIRA, R.; MONTEIRO, A.; SANTOS, B.; ANDRADE, S.; SOUZA JR.; C.; VERÍSSIMO, A. 2021. Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (dezembro 2021) SAD (p. 1). Belém: Imazon. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/boletim-do-desmatamento-da-amazonia-legal-dezembro-2021-sad/>. Acesso em: 30 jan. 2022.

FREITAS, T. P.; FEUCHARD, L. D.; OIVEIRA, J. T. S.; PAES, J. B.; ARANTES, M. D. C. Caracterização anatômica e físico-mecânica da madeira de *Liquidambar* sp. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 723-734, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v45i4.36878>.

GIL, J. L. R. A. BARBOZA, F. S.; CONEGLIAN, A.; SILVA, M. F.; MORAES, M. D. A. M.; SETTE JR, C. R. Características físicas e anatômicas da madeira de *Tectona grandis* Lf aos 7 anos de idade. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 2, p. 529-538, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17149>.

GONÇALVES, F. G.; PINHEIRO, D. T. C.; PAES, J. B.; CARVALHO, A. G. D.; OLIVEIRA, G. D. L. Durabilidade natural de espécies florestais madeireiras ao ataque de cupim de madeira seca. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 1, p. 110-116, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4322/floram.2012.063>.

GONÇALVES, M. P. M.; COFFLER, R.; CARVALHO, A. M. C.; GARCIA, R. A. Variação radial da densidade básica e comprimento das fibras da madeira de *Tectona grandis* L. **Floresta e ambiente**, Seropédica, v. 14, n. 1, p. 70-75, 2007.

HOFFMANN, R. G.; DA SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F.; FERREIRA, R. L.; VESCOVI, L. B.; ZANETI, L. Z. Caracterização dendrométrica de plantios de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) na região de Paragominas, PA. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 4, p. 675-684, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1039>.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório Anual - 2021**. São Paulo: Indústria Brasileira de Árvores, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Madeiras da Amazônia: características e utilização**. Brasília: IBAMA, 1997.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2.ed. São Paulo: IPT, 1989.

LAINA, R.; SANZ-LOBERA, A.; VILLASANTE, A.; LÓPEZ-ESPÍ, P.; MARTÍNEZ-ROJAS, J. A.; ALPUENTE, J.; SÁNCHEZ-MONTERO, R. VIGNOTE, S. Effect of the anatomical structure, wood properties and machining conditions on surface roughness of wood. *Maderas*. **Ciencia y tecnología**, v. 19, n. 2, p. 203-212, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-221X2017005000018>.

LATORRACA, J. V. F.; ALBUQUERQUE, C. E. C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 7, n. 1, p. 279-291, 2000.

LIMA, I. L.; FLORSHEIM, S. M. B.; LONGUI, E. L. Influência do espaçamento em algumas propriedades físicas da madeira de *Tectona grandis* Linn. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 2, p. 244-250, 2009.

LIMA, I. L.; GARCIA, J. N. Variação da densidade aparente e resistência à compressão paralela às fibras em função da intensidade de desbaste, adubação e posição radial em *Eucalyptus grandis* Hill ex- maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 551-559, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000300019>.

LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; GARCIA, M. F.; ZANATTO, A. C. S.; FREITAS, M. L. M.; FLORSHEIM, S. M. B. Variação radial da densidade básica e dimensões celulares da madeira de *Cariniana legalis* (Mart.) O. Kuntze em função da procedência. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 517-524, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602011000400010>.

LIMA, R. N.; NEVES, J. A. S.; DE SOUZA OLIVEIRA, F.; CARDOSO, J. F.; SANTOS, I. S.; NOBRE, J. R. C. Avaliação das propriedades físicas de três espécies florestais amazônicas. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 1673-1678, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-084>.

LOGSDON, N. B. Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira. 1998. 201 f. Tese (Doutorado em Engenharia de estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998

MARTINS, S. A.; FERRAZ, J. M.; SANTOS, C. M. T. D.; MENEZZI, C. H. S. D.; SOUZA, M. R. D. Efeito da usinagem na rugosidade da superfície da madeira de *Eucalyptus benthamii*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, n. 2, p. 135-143, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2011.031>.

MEDEIROS, B. L. M. A.; GUIMARÃES JUNIOR, J. B.; RIBEIRO, M. X.; LISBOA, F. J. N.; GUIMARÃES I. L.; PROTÁSIO, R. P. Avaliação das propriedades físicas e químicas da madeira de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* cultivadas no Piauí. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 6, p. 403-407, 2016. <https://doi.org/10.31413/nativa.v4i6.3730>

MENDONÇA, G. C.; CHICHORRO, J. F.; MENDONÇA, A. R.; GUIMARÃES, L. A. O. P. Avaliação silvicultural de dez espécies nativas da Mata Atlântica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 277-290, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509826466>.

MOTTA, J. P.; OLIVEIRA, J. T. S.; BRAZ, R. L.; DUARTE, A. P. C.; ALVES, R. C. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 23, p. 2186-2192, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130479>.

MOULIN, J. C.; SILVA, S. R.; LEIF N.; VIDAURRE, G. B. Influência do espaçamento de plantio nas propriedades da madeira de eucalipto. In: VIDAURRE, G. B.; SILVA, J. G. M.; MOULIN, J. C.; CARNEIRO, A. C. O. **Qualidade da madeira de eucalipto proveniente de plantações no Brasil**. Vitória: EDUFES, 2020. p. 171-195.

PALERMO, G. P. D. M.; LATORRACA, J. V. D. F.; CARVALHO, A. M. D.; GARCIA, R. A. Avaliação da superfície da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden tratada termicamente. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 145-152, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-509820152505145>.

PEREIRA, K. M.; GARCIA, R. A.; DO NASCIMENTO, A. M. Rugosidade da superfície de madeiras amazônicas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 46, n. 119, p. 347-356, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18671/scifor.v46n119.02>.

ROLIM, S. G.; PIOTTO, D.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F.; SOUZA, J.; SIQUEIRA, G. S.; REIS, C. A.; ORELLANA, E.; SILVA, C. E. S.; CARVALHO, P. C. L.; MACIEL, N. S. R.; PACE, J. H. C.; CASTRO, J. P.; SANTOS, G. C.; FERREIRA, M. E. S.; SAKAI, E. S.; JESUS, R. M. Crescimento e características de espécies arbóreas em experimentos silviculturais no norte do Espírito Santo. In: Rolim SG, Piotto D. (Ed.) - **Silvicultura e tecnologia de espécies da Mata Atlântica**. Belo Horizonte: Rona; 2018

RUFFINATTO, F.; CRIVELLARO, A.; WIEDENHOEFT, A. C. Review of macroscopic features for hardwood and softwood identification and a proposal for a new character list. **IAWA journal**, Pequim, v. 36, n. 2, p. 208-241, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1163/22941932-00000096>.

SANTOS, C. M.; LIMA, I. L.; LONGUI, E. L.; ROMEIRO, D.; ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E.; ZANATA, M.; FLORSHEIM, S. M. B. A densidade básica e características anatômicas variam radialmente na madeira de *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 191-2021, 2011.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Banco de dados de Madeiras Brasileiras**. Disponível em: <https://lpf.florestal.gov.br/pt-br/bd-madeiras-brasileiras>. Acesso em: 12 de mar. 2022.

SETTE JR, C. R.; OLIVEIRA, I. R. D.; TOMAZELLO FILHO, M.; YAMAJI, F. M.; LACLAU, J. P. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1183-1190, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000600019>.

SILVA, C. E. S. D.; PACE, J. H. C.; GOMES, F. J. B.; CARVALHO, P. C. L. D.; REIS, C. D. A.; LATORRACA, J. V. D. F.; ROLIM, S. G.; CARVALHO, A. M. D. Comparison between resistograph analysis with physical properties of the wood of Brazilian native tree species. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.005219>.

- SILVA, J. C.; CASTRO, V. R.; EVANGELISTA, W. V. Influência da idade na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, visando uso na indústria moveleira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 117-125, 2015.
- SILVA, J. R. M.; MARTINS, M.; OLIVEIRA, G. M. V.; DE CARVALHO BRAGA, P. P. Parâmetros de qualidade da usinagem para determinação dos diferentes usos da madeira de *Eucalyptus*. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 75-83, 2009.
- SOUSA, R. C.; GIOVANINI, É. P.; FLORSHEIM, S. M. B.; GARCIA, J. N. Effect of age and of the radial position in the basic density and dimensions of the tracheids of the wood of *Pinus taeda* L. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 119-127, 2007.
- SOUZA, M. O. A. D.; SILVA, J. D. C.; LUCIA, R. M. D.; EVANGELISTA, W. V. Avaliação da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e *Eucalyptus urophylla* ST Blake em ensaios de usinagem, visando à produção moveleira. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 751-758, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000400018>.
- TAQUES, A. C.; DE ARRUDA, T. P. M. Usinagem da madeira de angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*). **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 14, n. 1, p. 97-103, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5327/rcaa.v14i1.1416>.
- VALENTE, B. M. R. T.; EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. D. C.; DELLA LUCIA, R. M. Avaliação radial e longitudinal das propriedades mecânicas e da massa específica básica da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 463-468, 2011.
- VALENTE, B. M. R. T.; EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. C.; LUCIA, R. M. D. Variabilidade radial e longitudinal das propriedades físicas e anatômicas da madeira de angico vermelho. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 100, p. 485-496, 2013.
- TALGATTI, M.; SILVEIRA, A. G.; SANTINI, E. J.; GORSKI, L.; BALDIN, T.; VALCORTE, G. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de clones de eucalipto. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 4, p. 434-442, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18188/sap.v17i4.20294>.
- TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; DE SÁ, S. P. P. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no estado de Roraima: andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), ipê-roxo (*Tabebuia avellaneda* Lorentz ex Griseb) e jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 3, p. 353-362, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672005000300008>.
- VARANDA, L. D.; ALVES, M. C. D. S.; GONÇALVES, M. T. T.; FREZZATTI, L. F. A influência das variáveis do lixamento tubular na qualidade das peças de *Eucalyptus grandis*. **Cerne**, Lavras, v. 16, p. 23-32, 2010.
- ZANCHETTA, L.; BANDERA, E.; DE SOUZA MANGINI, T.; CANDATEN, L.; IORA, A. M.; TRAUTENMÜLLER, J. W.; TREVISAN, R. ELOY, E. Massa específica e teor de umidade ao longo do fuste para *Cordia trichotoma* e *Cordia americana* e suas

correlações. *Holos Environment*, Rio Claro, v. 20, n. 4, p. 496-506, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14295/holos.v20i4.12399>.

ZENID, G. J.; CECCANTINI, G. C. T. **Identificação macroscópica de madeiras**. São Paulo: IPT, 2007.

## CONCLUSÕES GERAIS

No geral, em relação as espécies aos 50 meses, o louro-pardo é a espécie mais recomendada para investimentos em plantios visando a produção para o abastecimento da indústria madeireira, enquanto para as espécies avaliadas aos 80 meses a mais recomendada é o angico-curtidor.

O plantio comercial de espécies nativas é uma alternativa sustentável e que promove a diminuição da exploração em áreas naturais. Os resultados desse trabalho evidenciam o potencial das espécies nativas em plantios comerciais visando o abastecimento da indústria madeira, trazendo como possibilidade, inclusive, a utilização da matéria-prima proveniente do desbaste dessas áreas.

O presente estudo visou realizar uma análise preliminar acerca das espécies escolhidas, dessa forma, o potencial aqui avaliado diz respeito as espécies aos 50 e 80 meses, portanto, sugere-se que todas as avaliações apresentadas nesse trabalho sejam realizadas à medida que o talhão envelhece. Destaca-se também que para se obter o melhor desempenho das espécies é importante a avaliação do comportamento das espécies sob diferentes tratamentos silviculturais. Além disso, recomenda-se que sejam realizadas outras avaliações como durabilidade natural e propriedades mecânicas da madeira.