

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Nillar Elvira Pereira Azevedo

**USINAGEM DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES PROVENIENTES
DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL**

Frederico Westphalen, RS
2024

Nillar Elvira Pereira Azevedo

**USINAGEM DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES PROVENIENTES
DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, *Campus* Frederico Westphalen RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Florestal**.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Trevisan

Frederico Westphalen, RS
2024

Nillar Elvira Pereira Azevedo

**USINAGEM DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES PROVENIENTES
DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, *Campus* Frederico Westphalen RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheira Florestal**.

Aprovada em 05 de junho de 2024:

Rômulo Trevisan, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Elder Eloy, Dr. (UFSM)
Coorientador

Tauana de Souza Mangini (UFPR)
Membra externa

Frederico Westphalen, RS

2024

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida e por me proporcionar força e coragem para alcançar mais essa etapa profissional.

Aos meus pais, Cleidi de Araújo Pereira Azevedo e Nilton Carlos Barros de Azevedo, pelos ensinamentos, confiança, amor, carinho e principalmente, por não medirem esforços em me apoiar nos meus sonhos.

Ao meu irmão, Nilton Carlos P. A. Junho, é meu amigo, irmão e companheiro fiel, sempre disposto a me acompanhar e proteger desde o início da minha jornada nesse mundo.

Aos meus grandes amigos antes e depois da graduação, em especial a minha companheira de caminhada Liandra da S. Denardi, que está comigo desde o primeiro dia até o presente momento, compartilhando a vida, os estudos, as conquistas, oportunidades e o mais importante, a amizade leal.

Ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais, o qual me proporcionou grandes amizades e ensinamentos através das minhas queridas companheiras, Tauana de Souza Mangini, Luana Candaten e Laura da S. Zanchetta.

Ao amigo e colaborador do Laboratório de Processamento da Madeira da UFSM/FW, Juarez, pela paciência, empenho e parceria em me acompanhar na execução desse trabalho.

Aos grupos que tive o imenso prazer em participar, Diretório Acadêmico e Programa de Educação Tutorial, que proporcionaram grandes aprendizados, trocas e amizades.

Ao meu orientador Prof^o. Dr. Rômulo Trevisan, por toda orientação, confiança e disposição em me acompanhar durante toda a graduação, bem como o coorientador Prof^o. Dr. Elder Eloy, servindo de apoio em cada oportunidade.

Aos meus professores do curso de Engenharia Florestal da UFSM/FW, pelos ensinamentos, orientações e por sempre estarem disponíveis para serem amigos nos bons e maus momentos e educadores em todos eles.

A todos os servidores da UFSM/FW pois de alguma forma estiveram me prestando apoio e suporte em momentos oportunos.

E por fim, a Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen, pela oportunidade de ter um ensino público, gratuito e de qualidade, por todo acolhimento, recursos e oportunidades oferecidos durante a minha jornada.

RESUMO

USINAGEM DA MADEIRA DE QUATRO ESPÉCIES PROVENIENTES DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL

AUTORA: Nillar Elvira Pereira Azevedo

ORIENTADOR: Rômulo Trevisan

A usinagem consiste em um conjunto de operações visando o beneficiamento do material e consequentemente, agregar valor ao produto final. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a usinagem da madeira de quatro espécies florestais (*Schizolobium parahyba*, *Eucalyptus urograndis*, *Paraptadenia rigida* e *Peltophorum dubium*) provenientes de um sistema agroflorestal com 16 anos de idade. Foram analisadas as propriedades físicas, massa específica básica e teor de umidade, e o comportamento das madeiras em testes de usinagem: aplainamento, lixamento, furação para cavilha e dobradiça, rasgo e fendilhamento de pregos. A massa específica básica variou entre as espécies, sendo menor para *S. parahyba* ($0,277 \text{ g/cm}^3$) e maior para *P. rigida* ($0,775 \text{ g/cm}^3$). O teor de umidade das madeiras variou entre 18,3% e 23%. As espécies com menor massa específica, *S. parahyba* e *P. dubium*) apresentaram melhor desempenho em operações de acabamento, como lixamento, enquanto as espécies com maior massa específica (*E. urograndis* e *P. rigida*) se mostraram mais indicadas para usos que exigem maior resistência, como móveis e estruturas. Os resultados demonstram que as madeiras provenientes de Sistemas Agroflorestais podem ser adequadas para diferentes aplicações, desde que se considerem as propriedades tecnológicas de cada espécie. A pesquisa contribui para o conhecimento sobre a usinabilidade dessas madeiras, incentivando o uso sustentável de recursos florestais e o desenvolvimento de sistemas agroflorestais.

Palavras-chave: Propriedades físicas. Beneficiamento da madeira. Espécies nativas.

ABSTRACT

MACHINING WOOD OF FOUR SPECIES FROM AN AGROFORESTRY SYSTEM

AUTHOR: Nillar Elvira Pereira Azevedo

ADVISOR: Rômulo Trevisan

Machining consists of a set of operations that aim to improve the material and consequently add value to the final product. Therefore, the present work aimed to evaluate the machining of wood from four forest species (*Schizolobium parahyba*, *Eucalyptus urograndis*, *Paraptadenia rigida* and *Peltophorum dubium*) from an Agroforestry System with 16 years of existence. The physical properties, basic specific mass and moisture content and the behavior of the wood in machining tests were analyzed: planing, sanding, drilling for dowels and hinges, tearing and cracking of nails. The basic specific mass varied between species, being lowest for *S. parahyba* (0.277 g/cm³) and highest for *P. rigida* (0.775 g/cm³). The moisture content of the wood varied between 18.3% and 23%. The species with the lowest specific mass, *S. parahyba* and *P. dubium*, showed better performance in finishing operations, such as sanding, while the species with the highest specific mass, *E. urograndis* and *P. rigida*, were more suitable for uses that require greater resistance, such as furniture and structures. The results demonstrate that wood from Agroforestry Systems can be suitable for various applications, as long as the technological properties of each species are considered. The research contributes to knowledge about the machinability of these woods, encouraging the sustainable use of forest resources and the development of agroforestry systems.

Keywords: Physical properties. Wood processing. Native species.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos defeitos de acordo com as notas	16
Tabela 2 – Massa específica básica e Teor de Umidade das quatro espécies florestais	16
Tabela 3 – Avaliação de aplainamento	17
Tabela 4 – Avaliação lixamento	18
Tabela 5 – Avaliação teste de furação cavilha e dobradiça.....	20
Tabela 6 – Avaliação teste de rasgo	21
Tabela 7 – Avaliação fendilhamento de pregos	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	OBJETIVOS	10
1.1.1	Objetivo geral.....	10
1.1.2	Objetivos específicos	10
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1	ESPÉCIES UTILIZADAS NO SISTEMA AGROFLORESTAL (SAF's)	10
2.2	USINAGEM	12
3	METODOLOGIA.....	13
3.1	DESCRIÇÃO DO LOCAL EXPERIMENTAL E AMOSTRAGEM.....	13
3.2	DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS.....	14
3.3	USINAGEM.....	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5	CONCLUSÃO.....	23
	REFERÊNCIAS.....	25
	APÊNDICES.....	30
	APÊNDICE A – TABELA DE PORCENTAGEM DE DEFEITOS PARA TESTES DE RASGO E APLAINAMENTO.....	30
	APÊNDICE C – TABELA DE PORCENTAGEM DE DEFEITOS PARA TESTES DE FURAÇÃO CAVILHA E DOBRADIÇA.....	31
	APÊNDICE D – TABELA DE PORCENTAGEM DE DEFEITOS PARA TESTES DE FENDILHAMENTO DE PREGOS.....	31

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a adoção de Sistemas Agroflorestais (SAF's) tem sido crescente devido a sua funcionalidade em consorciar espécies florestais com agrícolas e ainda, aplicar medidas sustentáveis. Em virtude das práticas adotadas para o manejo das espécies arbóreas em tal sistema, o mesmo acarreta vários benefícios, como aumentar o acúmulo de nutrientes no solo, estocar o carbono e, até mesmo, obter madeiras com qualidades superiores às de plantios convencionais. Porém, de acordo com Eloy et al. (2024) as madeiras provenientes desses cultivos podem apresentar certas limitações sobre suas utilizações, por não haverem conhecimentos científicos suficientes em relação as propriedades tecnológicas.

Para ampliar as possibilidades de aplicação da madeira oriunda dos SAFs, faz-se necessário identificar as características intrínsecas das diferentes espécies empregadas nos mesmos (MOTTA et al., 2014) pois, estão altamente relacionadas com o comportamento da madeira quando submetidas às operações.

Quando destina-se a madeira sólida para as indústria é fundamental o emprego de métodos que valorizem o produto final, como é o caso do beneficiamento, o qual consiste em realizar operações para melhorar a qualidade superficial do material favorecendo sua utilidade em diversos setores, como móveis, pisos e construção civil, por meio de testes de rasgo, furação, aplainamento e lixamento, de acordo com normas técnicas como, por exemplo, a ASTM D-1666 (CRUZ et al., 2020).

Dessa forma, faz-se necessário o correto emprego das operações de usinagem principalmente aplicados em diferentes espécies, visto que, as mesmas apresentam propriedades tecnológicas distintas as quais podem influenciar diretamente na qualidade do processo, entre elas podem citar, a massa específica, teor de umidade e disposição da grã.

Com isso, a hipótese do trabalho é que, madeiras das espécies *Paraptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake provenientes de um sistema agroflorestal apresentam elevada qualidade, quando submetidas a processos de usinagem.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a usinagem da madeira de quatro espécies provenientes do sistema agroflorestal.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar a massa específica e o teor de umidade das espécies *S. parahyba*, *E. urograndis*, *P. rigida* e *P. dubium*;
- Analisar o comportamento da madeira das espécies submetidas a diferentes operações de usinagem;
- Realizar testes de usinagem aplainamento, lixamento, furação para cavilha e dobradiça, rasgo e fendilhamento de pregos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESPÉCIES UTILIZADAS NO SISTEMA AGROFLORESTAL (SAF's)

A diversidade de espécies arbóreas permite a ampla utilização dos seus recursos, onde a madeira é o principal produto extraído, seja de florestas nativas ou plantadas, para aplicação nos setores moveleiro, construção civil, painéis, produtos serrados e energia (ANDRADE et al., 2023).

Dentre as espécies mais utilizadas nos diferentes setores citados, o gênero *Eucalyptus* spp. corresponde a 76% dos 9 milhões de hectares de área plantada no Brasil (IBÁ, 2023). Essa proporção deve-se principalmente em função da versatilidade das espécies, as quais podem atuar protegendo os recursos hídricos e solo, em função da sua copa, evitando o contato direto da água proveniente da precipitação até a superfície terrestre (CÂNDIDO et al., 2014) assim como, ao mercado de energia, móveis, papel e celulose, entre outras finalidades (SILVA et al., 2020).

As espécies provenientes desse gênero apresentam boa adaptação ao clima e ao solo brasileiro, sendo consideradas com alto valor potencial. Em virtude dessas características, o *E. urograndis* foi desenvolvido por meio da combinação do *E. grandis* x *E. urophylla*, sendo um híbrido com alta resistência à déficit hídrico (FURTADO et al., 2022). De acordo com Montanari (2007), *E. urograndis* apresenta boa adaptação aos diferentes sítios florestais e produção de madeiras de excelente qualidade, com massa específica básica variando entre 0,48

a 0,60 g/cm³ (SOUZA et al., 2008), classificando-a como moderadamente leve e com cerne bem diferenciado.

Outra espécie amplamente conhecida entre as folhosas é a *Paraptadenia rigida* (Benth.) Brenan, popularmente conhecida como Angico-vermelho, pertence à família botânica Fabaceae, apresenta ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrada do Tocantins ao Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2003). Na idade adulta pode atingir até 35 metros, com diâmetro à altura do peito de até 140 cm, possuindo uma cor pardo-avermelhada (EMBRAPA, 2003).

A *P. rigida* destaca-se por obter madeiras com elevado peso, com a massa específica básica variando de 0,54 a 0,69 g/cm³ (SILVA et al., 1982), elástica e com boa duração, podendo ser aplicada a construções rurais e ferroviárias (SANTOS et al., 2013). Também são indicadas para carpintaria em geral e produção energética (EMBRAPA, 2003) bem como, na recomposição de matas ciliares. Porém, para fins de celulose e papel, aplicação de produtos químicos, não há recomendações de uso, devido a sua baixa permeabilidade às soluções, e a sua secagem é considerada lenta e difícil, sujeita a empenamentos e rachaduras (EMBRAPA, 2003).

O *Peltophorum dubium*, também conhecido como Canafistula pertence à família Fabaceae, tem ocorrência comumente em floresta latifoliada semidecídua dos estados da Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná, podendo atingir cerca de até 25 metros, com diâmetros entre 50 a 70 centímetros (IBF, 2020). No Centro-Sul é considerada promissora na produção madeireira (XAVIER, 2016) com massa específica básica de aproximadamente 0,69 g/cm³, classificando-a como moderadamente densa (DUTRA et al., 2023).

Outro fator importante é a utilização comum dessa espécie no sistema de integração lavoura-pecuária ou até mesmo no sistema florestal único, sendo um substituto do *Eucalyptus* spp. (HEID et al., 2016). Além disso, a *P. dubium* pode ser indicada para arborização urbana, paisagismo e reflorestamento (IBF, 2020) e em virtude da sua versatilidade, possui um elevado valor econômico (POSSANI et al., 2024).

A espécie *Schizolubium parahyba* é popularmente denominada como Guapuruvu, a qual é nativa de florestas da região litorânea. Pertencente à família Fabaceae, o *S. parahyba* possui uma variação onde prospera mais na região amazônica, denominada por *Schizolubium parahyba* var *amazonicum* Huber x Ducke) Barneby (TURCHETT-ZOLET et al., 2012) cujo

nome popular é paricá, considerada uma árvore de grande porte, podendo atingir até 30 metros de altura e 100 cm de diâmetro à altura do peito (ATHANÁZIO-HELIODORO et al., 2018). Espécie essa com potencial para ser utilizada no SAF's pois, apresenta características diferenciadas, no inverno perde as folhas permitindo que a radiação solar atinja estratos inferiores contribuindo para o desenvolvimento das culturas.

Além disso, é bastante utilizada para plantios de regeneração natural para efeito ecológico, destacando-se por possuir desenvolvimento rápido e boa produtividade (ATHANÁZIO-HELIODORO et al., 2020) além de ser altamente recomendada em projetos paisagísticos. A madeira dessa espécie pode ser destinada a indústria de painéis, construção civil e até calçados (CARVALHO, 2003).

2.2 USINAGEM

Devido a madeira ser um material orgânico, heterogêneo, higroscópico, anisotrópico e poroso (ELOY et al., 2021) é fundamental o conhecimento das propriedades tecnológicas, pois por meio dessas, torna-se possível o emprego de metodologias para obtenção de um produto com maior qualidade e valor agregado (BRAGA et al., 2014) e dessa forma, avaliar ainda as possíveis aplicações da madeira (DIAS et al., 2013).

O conjunto de operações que avaliam a qualidade superficial da madeira é denominado de usinagem (AVELLAR, 2017) utilizando os equipamentos específicos de acordo com as normas ASTM D-1666-87, ABNT NBR6175/2015, ISO 19085-1:2017 e NR12. Segundo Silva (2002a), o processo de beneficiamento da madeira não é somente cortá-la, mas produzir formas desejadas considerando as características físicas, dimensões e qualidade da superfície. As operações mais usuais na fabricação de produtos madeireiros são aplainamento, torneamento, lixamento, furação e rasgo (MININI et al., 2021).

As espécies florestais se comportam de maneiras diferentes a realização dos testes, principalmente em virtude das suas características anatômicas e físicas, ou seja, distribuição de fibras e a massa específica, são alguns dos fatores que afetam diretamente na rugosidade superficial e, conseqüentemente, na qualidade da peça (MININI et al., 2021). A presença de grã arrancada, levantadas, queimaduras ou rachaduras são alguns pontos fundamentais para classificar quanto ao grau de aceitação da espécie (AVELLAR, 2017). Por outro lado, para minimizar esses defeitos, os procedimentos mais usuais são o aplainamento e lixamento (MININI et al., 2021).

De acordo com Fernandes et al. (2011) outro fator essencial, é o cuidado com as ferramentas utilizadas, pois devem ser diamantadas, devido à resistência da madeira. Para realização das operações manuais é indicado apenas um operador manusear os equipamentos, contanto que o mesmo possua conhecimento para que não interfira nos resultados finais, evitando danos e queimaduras (ZAMARIAN et al., 2012).

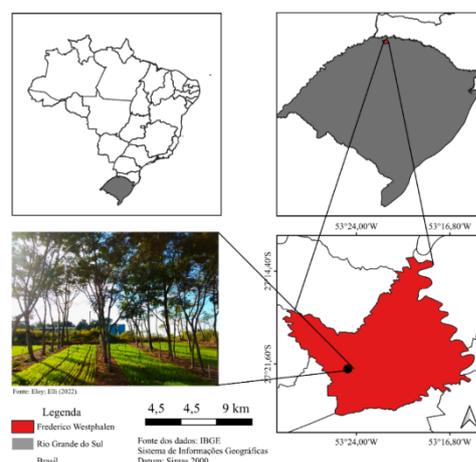
Além das propriedades tecnológicas e recomendações com equipamentos, de acordo com a norma ASTM D-1666-87, é essencial ter cuidados básicos, pois a operação é considerada de alto custo, gerando elevado gasto com energia, ferramentas específicas, bem como matéria-prima disponível. Outro fator relacionado com o consumo de energia e qualidade superficial das peças, são as propriedades físicas e anatômicas do material, visto que, alguns estudos apontam que as espécies com densidades mais elevadas necessitam de maiores esforços, e consequentemente, danificam os equipamentos reduzindo a sua funcionalidade (SILVA et al., 2005; CRUZ et al., 2020; GUEDES et al., 2020).

3 METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL EXPERIMENTAL E AMOSTRAGEM

Para o desenvolvimento do trabalho foram abatidas cinco árvores de quatro espécies florestais com, aproximadamente, dezesseis anos de idade, sendo: *Paraptadenia rigida*, *Peltophorum dubium*, *Eucalyptus urograndis* e *Schizolobium parahyba*, provenientes de um sistema agroflorestal com espaçamento de plantio de $6,0 \times 1,5$ m (6,0 m entre linhas e 1,5 m entre plantas na linha), localizado na Universidade Federal de Santa Maria campus Frederico Westphalen (UFSM/FW), Rio Grande do Sul (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização do Sistema Agroflorestal



Fonte: Autora (2024).

Em seguida, foram seccionadas toras próximas da base e encaminhadas até o Laboratório de Processamento e Secagem da Madeira (UFSM/FW) para o desdobro primário, o qual foi realizado com auxílio de uma serra fita vertical com carro transportador. Para confecção dos corpos de prova, foram produzidas tábuas, selecionando-se as que estivessem livres de defeitos, sendo: cinco de *P. rigida* (Angico), cinco de *P. dubium* (Canafistula), dez de *E. urophylla* x *E. grandis* (*E. urograndis*) e dez *S. parahyba* (Guapuruvu), totalizando 30 corpos de provas com as dimensões 30 x 12 x 2,5 cm (comprimento, largura e altura, respectivamente).

3.2 DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS

Foram retiradas amostras, para determinação da massa específica básica obtendo-se o peso das amostras pelo método gravimétrico e o volume pelo método estereométrico (Equação 1).

$$\rho_b = \frac{P_u}{V_v}$$

Equação 1.

Onde: ρ_b = massa específica básica (g/cm³); P_u = peso úmido (g); V_v = volume verde (cm³).

O teor de umidade das peças foi calculado com o auxílio da Equação 2:

$$TU = \frac{P_u - P_0}{P_0} * 100$$

Equação 2.

Onde: TU = teor de umidade saturado (%); P_u = Peso saturado (g); P_0 = peso seco em estufa à 103 °C (g).

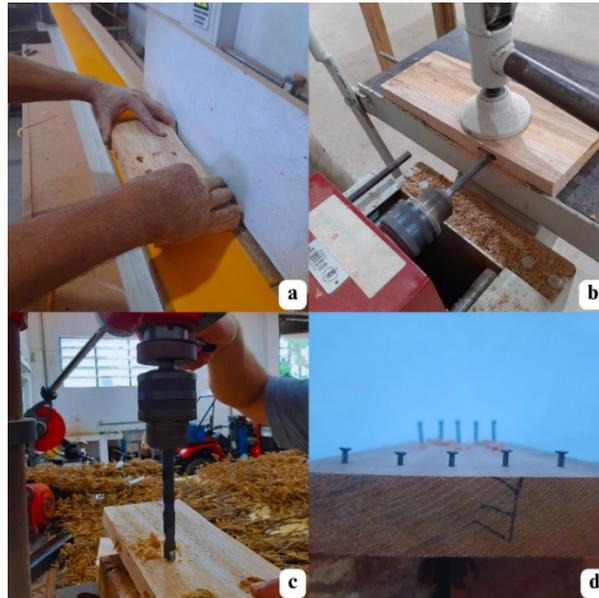
3.3 USINAGEM

A partir da confecção dos corpos de provas, deu-se início as operações de usinagem com o teste de aplainamento, utilizando o equipamento plaina desengrossadeira modelo com três facas, calibrada a uma altura de corte de 1,6 mm, aproximadamente. O teste foi realizado em apenas uma face da amostra no sentido em direção das fibras. O ensaio permite avaliar quanto a presença de grã arrancada, levantada ou felpuda.

Para teste de lixamento, foi realizado à face oposta do teste citado anteriormente, utilizando-se lixas de grão 80 e 100 durante cerca de 20 segundos em cada corpo de prova. O

equipamento utilizado apresenta aproximadamente, 7,20 m de comprimento, frequência de rotação do eixo 1730 min^{-1} , contendo duas cabeças, automatizada e velocidade constante de operação (Figura 2a). Nesse teste foi possível avaliar quanto a presença de queimaduras, riscamento e grã felpuda.

Figura 2 – Operações de usinagem (a – lixamento; b – rasgo; c – furação; d – fendilhamento de pregos)



Fonte: Autora (2024).

O teste de rasgo foi conduzido na parte lateral do corpo de prova, com o auxílio de uma furadeira horizontal, equipada com modelo de broca helicoidal de 10 mm (Figura 2b), realizando movimentos circulares, obtendo o rasgo com dimensões de 2 cm x 2 cm x 5 cm (profundidade, altura e comprimento), sendo possível avaliar quanto a presença de fibras levantadas.

No ensaio de furação para dobradiça e cavilha utilizou-se a furadeira vertical de coluna com velocidade constante e mecanismo de avanço manual (Figura 2c). Foram aplicados dois modelos de broca, cujos diâmetros foram de 8; 9 e 10 mm para helicoidal, e 25 mm para o modelo chato. Quanto a furação de cavilha, utilizou-se brocas do tipo helicoidal e, para cada diâmetro, foram realizados dois furos passantes. Já para a furação de dobradiça, foi empregado a broca de 25 mm, realizando dois furos, sendo um passante e outro, não passante. Essa operação permite avaliar quanto a grã levantada, arrancada ou felpuda.

O teste de fendilhamento de pregos, foi realizado com o auxílio de um martelo, utilizando dois modelos de prego 13x15 e 16x24, sendo aplicados 5 unidades de cada modelo,

em extremidades opostas no corpo de prova, respeitando uma distância de 2 cm entre um prego e outro (Figura 2d), avaliando-se assim a presença de rachaduras e/ou trincas.

Para coleta dos dados foram aplicadas fichas de avaliação seguindo o critério de pontuação (Tabela 1) baseado na norma ASTM D1666-87. A análise é caracterizada como qualitativa, realizada de forma visual, apresentando os resultados sob a forma de médias por defeitos para cada teste.

Tabela 1 – Classificação dos defeitos de acordo com as notas

Nota	Classificação	Frequência dos defeitos
1	Excelente	Isenta de defeitos
2	Bom	Defeitos leves e pouco significativo
3	Regular	Defeitos em 50% da peça
4	Ruim	Defeitos médios em maior parte
5	Muito ruim	Defeitos em sua totalidade

Fonte: Adaptado da norma ASTM D-1666-87 (1999).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável massa específica foi possível identificar valores de 0,277; 0,537; 0,775 e 0,409 g/cm³ para as espécies *S. parahyba*, *E. urograndis*, *P. rigida* e *P. dubium*, respectivamente.

Tabela 2 – Massa específica básica e Teor de Umidade das quatro espécies florestais

Espécie	Nº repetição	Massa específica básica (g/cm ³)	Teor de umidade (%)
<i>S. parahyba</i>	5	0,277	19,2
<i>E. urograndis</i>	5	0,537	23,1
<i>P. rigida</i>	10	0,775	18,3
<i>P. dubium</i>	10	0,409	19,4

Fonte: Autora (2024).

Observa-se que o menor resultado entre as espécies estudadas, foi encontrado para *S. parahyba*, o que de acordo com Eloy et al. (2021), isso pode ser explicado a partir das características anatômicas da espécie, por apresentar maiores tamanhos de poros, os quais influenciam diretamente na baixa massa específica da madeira.

Pesquisa realizada por Eloy et al. (2023), com as mesmas espécies aos nove anos de idade, obtiveram valores semelhantes de 0,277; 0,509; 0,652 e 0,488 g/cm³, respectivamente. Com base nisso, nota-se que, a *S. parahyba* manteve sua massa específica com o aumento da

idade, enquanto que, a *P. rigida* obteve valores maiores. Em contrapartida, o *P. dubium* apresentou uma redução nos seus resultados, que pode estar aliado a existência de organismos xilófagos, visto que, foi identificado a presença dos mesmos no momento do preparo das amostras. Esse comportamento corrobora com Gallio et al. (2020) onde afirmam que o ataque desses indivíduos acaba por comprometer as propriedades tecnológicas da madeira.

Os valores médios observados para variável teor de umidade para as espécies *S. parahyba*, *E. urograndis*, *P. rigida* e *P. dubium* no momento do processo de usinagem foram de 19,2; 23,1; 18,3 e 19,4 % respectivamente (Tabela 2). Essa diferença de umidade pode ser explicada devido as diferentes características anatômicas, como porosidade, diâmetro de vasos e disposição das fibras.

Os resultados obtidos para o teste de aplainamento nas variáveis grã arrancada e felpuda obtiveram média igual a 1, sendo classificadas como excelente para as quatro espécies (Tabela 3).

Tabela 3 – Avaliação de aplainamento

Espécies	Defeito avaliado	Média	Classificação
<i>S. parahyba</i>	Grã levantada	2,0	Bom
	Grã arrancada	1,0	Excelente
	Grã felpuda	1,5	Excelente
<i>E. urograndis</i>	Grã levantada	1,7	Excelente
	Grã arrancada	1,0	Excelente
	Grã felpuda	1,0	Excelente
<i>P. rigida</i>	Grã levantada	1,8	Excelente
	Grã arrancada	1,2	Excelente
	Grã felpuda	1,4	Excelente
<i>P. dubium</i>	Grã levantada	1,6	Excelente
	Grã arrancada	1,0	Excelente
	Grã felpuda	1,0	Excelente

Onde: Notas 1 (excelente – isenta de quaisquer defeitos); 2 (bom - presença de defeitos leves e pouco significativos); 3 (regular – defeitos em 50% da peça); 4 (ruim – defeitos médios em maior parte da peça) e 5 (muito ruim – na maior parte da peça ou em sua totalidade).

De modo geral, nota-se que o defeito grã levantada foi o mais evidente para todas as espécies, destacando-se a *S. parahyba*, a qual obteve nota 2, correspondendo a 100% das peças analisadas (Apêndice A). Esse comportamento pode ser explicado, principalmente devido as características tecnológicas da espécie em questão, apresentando madeira leve com massa

específica básica de $0,277 \text{ g/cm}^3$ o que pode justificar a facilidade em apresentar marcas quando submetidas aos testes de usinagem.

Já para grã felpuda a maior média foi observada na *S. parahyba*, correspondendo a 60% das peças (Apêndice A). Enquanto que, para grã arrancada a espécie que apresentou maior média foi a *P. rigida* com valor de 1,2, já as demais espécies apresentaram resultados iguais a 1, apesar da distinção de valores, todas foram classificadas como excelente. Em contrapartida, no estudo de Dias Junior et al. (2013), ao trabalharem com o *E. urograndis*, observaram resultados inferiores, quando comparado com os do presente estudo, classificando a madeira como regular (Nota 3).

Para o teste de lixamento (Tabela 4), na variável riscamento, as espécies *P. rigida* e *P. dubium* apresentaram resultados inferiores no ensaio com a lixa grão 80, o que respondeu a uma média de 1,6, enquanto que para *S. parahyba* e *E. urograndis* obtiveram comportamento excelente, com média igual a 1 para ambos os grãos avaliados.

Tabela 4 – Avaliação lixamento

Espécies	Defeito avaliado		Média	Classificação
<i>S. parahyba</i>	Riscamento		1,0	Excelente
	Grã felpuda	Grão 80	2,0	Bom
	Queimadura		1,0	Excelente
	Riscamento		1,0	Excelente
	Grã felpuda	Grão 100	1,3	Excelente
	Queimadura		1,0	Excelente
<i>E. urograndis</i>	Riscamento		1,0	Excelente
	Grã felpuda	Grão 80	2,2	Bom
	Queimadura		1,0	Excelente
	Riscamento		1,0	Excelente
	Grã felpuda	Grão 100	1,3	Excelente
	Queimadura		1,0	Excelente
<i>P. rigida</i>	Riscamento		1,6	Excelente
	Grã felpuda	Grão 80	2,4	Bom
	Queimadura		1,0	Excelente
	Riscamento		1,0	Excelente
	Grã felpuda	Grão 100	1,6	Excelente
	Queimadura		1,0	Excelente
<i>P. dubium</i>	Riscamento		1,6	Excelente
	Grã felpuda	Grão 80	2,0	Bom
	Queimadura		1,0	Excelente
	Riscamento	Grão 100	1,0	Excelente

Grã felpuda	1,2	Excelente
Queimadura	1,0	Excelente

Onde: Notas 1 (excelente – isenta de quaisquer defeitos); 2 (bom - presença de defeitos leves e pouco significativos); 3 (regular – defeitos em 50% da peça); 4 (ruim – defeitos médios em maior parte da peça) e 5 (muito ruim – na maior parte da peça ou em sua totalidade).

Os melhores resultados para o defeito grã felpuda, para o grão 80, ocorreram para *S. parahyba* e *P. dubium*, seguida do *E. urograndis* e a *P. rigida*, todos sendo classificados como “bom”. Um dos fatores que influenciam na qualidade da superfície, de acordo com Santos et al. (2023), são as características intrínsecas da espécie, uma vez que ao apresentar a massa específica básica menor, facilita o beneficiamento, isso justifica as menores médias encontradas para *S. parahyba* e *P. dubium*. As peças que apresentaram qualidade inferior foram perceptíveis apenas utilização da lixa de grão 80, comparando com a lixa grão 100, o que pode ser explicado pelo fato de a mesma possuir grãos maiores que, quando em contato com superfície, tendem a ter mais aderência com a peça.

A partir das avaliações realizadas quanto ao teste de lixamento, notou-se uma relação direta, visto que as mesmas peças que apresentaram o defeito riscamento, também obtiveram grã felpuda. Esse comportamento foi observado no estudo realizado por Taques e Arruda (2016) ao analisar a madeira de *Hymenolobium petraeum*, assim como na pesquisa de Avellar (2017), ao trabalhar com a espécie *Pterocarpus rohrii* Vahl. Uma das formas de minimizar tal defeito, de acordo com Avellar (2017), é submeter as tábuas na desgrossadeira, pois tem a finalidade de retirar a parte grossa, eliminar os defeitos brutos, permitindo o melhor acabamento. Já o teste de lixamento torna-se requisitado devido a facilidade da operação, bem como redução no consumo posterior de produtos preservantes, verniz entre outros (DELATORRE et al., 2020).

Para o teste de furação, as variáveis analisadas apresentaram classificações 3 (regular), 4 (ruim) e 5 (muito ruim) entre as espécies avaliadas. Já para a broca helicoidal os três modelos utilizados 8, 9 e 10 mm, por não apresentarem diferença visual, foram analisados de forma conjunta (Tabela 5). Ao avaliar o teste de furação utilizando-se a broca chata, as menores médias foram encontradas para a *P. rigida* seguida do *E. urograndis*, sendo classificados como regular. Já para a broca helicoidal, os resultados foram inversos aos obtidos na broca chata.

Tabela 5 – Avaliação teste de furação cavilha e dobradiça

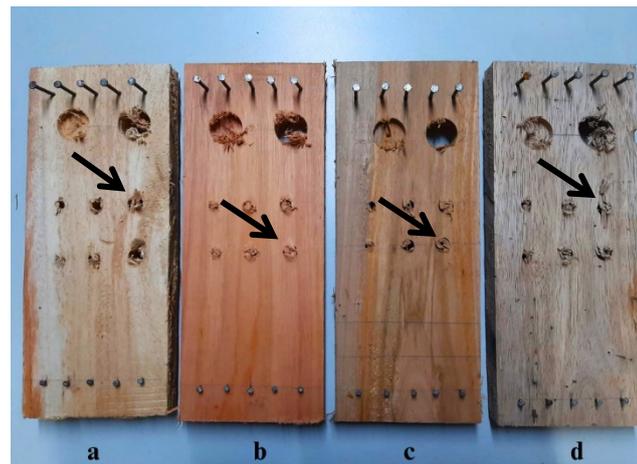
Espécies	Defeito avaliado	Média	Classificação	
<i>S. parahyba</i>	Grã levantada	4,7	Ruim	
	Grã arrancada	Broca chata	4,9	Ruim
	Grã felpuda		4,8	Ruim
	Grã levantada		5,0	Muito ruim
	Grã arrancada	Broca helicoidal	4,8	Ruim
	Grã felpuda		4,7	Ruim
<i>E. urograndis</i>	Grã levantada		3,7	Regular
	Grã arrancada	Broca chata	3,9	Regular
	Grã felpuda		3,3	Regular
	Grã levantada		4,8	Ruim
	Grã arrancada	Broca helicoidal	4,0	Ruim
	Grã felpuda		3,4	Regular
<i>P. rigida</i>	Grã levantada		3,8	Regular
	Grã arrancada	Broca chata	3,8	Regular
	Grã felpuda		3,0	Regular
	Grã levantada		5,0	Muito ruim
	Grã arrancada	Broca helicoidal	4,8	Ruim
	Grã felpuda		3,2	Regular
<i>P. dubium</i>	Grã levantada		4,2	Ruim
	Grã arrancada	Broca chata	4,2	Ruim
	Grã felpuda		4,4	Ruim
	Grã levantada		4,4	Ruim
	Grã arrancada	Broca helicoidal	4,4	Ruim
	Grã felpuda		4,4	Ruim

Onde: Notas 1 (excelente – isenta de quaisquer defeitos); 2 (bom - presença de defeitos leves e pouco significativos); 3 (regular – defeitos em 50% da peça); 4 (ruim – defeitos médios em maior parte da peça) e 5 (muito ruim – na maior parte da peça ou em sua totalidade).

Ainda de acordo com Dias Junior et al. (2013) a usinagem é influenciada em função da espécie. O que justifica um dos fatores que podem influenciar tal variável, é a massa específica, pois as espécies que apresentam essa variável elevada obtiveram notas regulares,

como é o caso do *E. urograndis* (Figura 3b) e *P. rigida* (Figura 3c) apresentando marcas levemente acentuadas para levantamento da grã. Em contrapartida, as que obtiveram valores inferiores para massa específica, se comportaram de maneira ruim ou muito ruim, como observado para *S. parahyba* (Figura 3a) e *P. dubium* (Figura 3d).

Figura 3 – Levantamento da grã (a - *S. parahyba*; b - *E. urograndis*; c - *P. rigida*; d - *P. dubium*)



Fonte: Autora (2024).

Para o teste de rasgo as espécies obtiveram excelente desempenho, para a variável fibras levantadas (Tabela 6) com exceção da *S. parahyba*, a qual obteve médias superiores, o que resultou em uma classificação inferior às demais espécies, sendo que 70% dos corpos de provas avaliados obtiveram nota 3 (Apêndice C), obtendo uma média final de 2,3. Tal resultado está em concordância com Dias Junior et al. (2013) onde afirmam que madeiras com menores massa específica possuem maior propensão a presença de grã felpuda, levantadas e arrancamento de cavacos.

Outro fator relevante para esse teste, é a perfuração no sentido perpendicular aos elementos anatômicos, visto que os mesmos podem influenciar diretamente para arrancamento da grã (TAQUES et al., 2016).

Tabela 6 – Avaliação teste de rasgo

Espécies	Defeito avaliado	Média	Classificação
<i>S. parahyba</i>	Fibras levantadas	2,3	Bom
<i>E. urograndis</i>	Fibras levantadas	1,7	Excelente
<i>P. rigida</i>	Fibras levantadas	1,0	Excelente
<i>P. dubium</i>	Fibras levantadas	1,6	Excelente

Onde: Notas 1 (excelente – isenta de quaisquer defeitos); 2 (bom - presença de defeitos leves e pouco significativos); 3 (regular – defeitos em 50% da peça); 4 (ruim – defeitos médios em maior parte da peça) e 5 (muito ruim – na maior parte da peça ou em sua totalidade).

O teste de fendilhamento de pregos avaliou quanto a presença de rachadura e trincas, apresentando a melhor classificação em relação a todas as operações (Tabela 7). De modo geral, dentre os modelos de pregos utilizados o que apresentou melhor desempenho foi o de 13x15, com exceção da *S. parahyba*, a qual não apresenta diferença entre o de 13x15 e 16x24. Tal comportamento pode estar relacionado com o tamanho do prego, pois os que possuem menores diâmetros resultam em menores áreas superficiais, teoricamente minimizando o estresse e impacto causado na madeira, pois necessitam de menor intensidade para serem inseridos na peça.

Tabela 7 – Avaliação fendilhamento de pregos

Espécies	Defeito avaliado		Média	Classificação
<i>S. parahyba</i>	Trinca	13x15	1,1	Excelente
	Rachadura		1,0	Excelente
	Trinca	16x24	1,1	Excelente
	Rachadura		1,0	Excelente
<i>E. urograndis</i>	Trinca	13x15	1,3	Excelente
	Rachadura		1,0	Excelente
	Trinca	16x24	1,5	Excelente
	Rachadura		1,4	Excelente
<i>P. rigida</i>	Trinca	13x15	1,0	Excelente
	Rachadura		1,0	Excelente
	Trinca	16x24	1,8	Excelente

	Rachadura		1,0	Excelente
<i>P. dubium</i>	Trinca	13x15	1,0	Excelente
	Rachadura		1,0	Excelente
	Trinca	16x24	1,4	Excelente
	Rachadura		1,0	Excelente

Onde: Notas 1 (excelente – isenta de quaisquer defeitos); 2 (bom - presença de defeitos leves e pouco significativos); 3 (regular – defeitos em 50% da peça); 4 (ruim – defeitos médios em maior parte da peça) e 5 (muito ruim – na maior parte da peça ou em sua totalidade).

A espécie que obteve rachaduras para o prego 16x24 em 50% das peças analisadas foi o *E. urograndis* (Apêndice D), podendo estar relacionado com as características anatômicas do mesmo, visto que, o *Eucalyptus* apresenta maior propensão a defeitos devido ao seu rápido crescimento e grã espiralada (BARAÚNA et al., 2022). De maneira geral, apesar das trincas e rachaduras observadas em algumas peças, o teste foi satisfatório, classificando todas as espécies como excelente.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos a partir da análise subjetiva realizada nas madeiras das quatro espécies, pode-se concluir que:

A espécie *Schizolobium parahyba* apresenta os melhores resultados para os testes de lixamento para ambos os grãos e fendilhamento de prego, em contrapartida, foi relatado o pior resultado no aplainamento;

O *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* apresenta médias semelhantes a *S. parahyba* no teste de lixamento, porém, considerando todas as operações realizadas, o mesmo não obteve destaque positivo;

A *Paraptadenia rigida*, obtém as melhores médias para furação e rasgo;

A *Peltophorum dubium* apresenta excelentes resultados para os ensaios de aplainamento e lixamento em ambos os grãos;

Vale ressaltar que para o teste de lixamento nenhuma das espécies apresenta queimadura. O defeito no teste de furação de cavilha, não apresenta diferença entre os diferentes tamanhos de broca helicoidal utilizados; no teste de furação alguns desafios foram identificados exigindo precauções quanto ao conhecimento das propriedades tecnológicas, secagem até a usinabilidade.

De modo geral, o estudo da massa específica básica, teor de umidade e do desempenho das espécies em testes de usinagem, proporcionam ampla visão sobre a utilização das mesmas.

O *S. parahyba* e *P. dubium* apresentam massa específica básica leve a média e podem, por exemplo, serem utilizadas em acabamentos, divisórias, forros, bem como, embalagens e fabricação de artesanatos. Já as espécies *E. urograndis* e *P. rigida* com massa específica caracterizada como moderadamente densa, são recomendados para indústria moveleira, pisos, estruturas em construção civil, instrumentos musicais.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 1666-87: Standard method for conducting machining tests of wood and wood base materials. Philadelphia, 1999. 19 p.
- ANDRADE, Jaily Kerller Batista; PAES, Juarez Benigno. Deck de madeira: considerações sobre a modificação térmica para a melhoria da qualidade do piso. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências Florestais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 27-45.
- ATHANAZIO-HELIODORO, Julia Carolina; PACHECO, Luana; GAIAD, Natália; LARA-PALMA, Hernando Alphonso; BALLARIN, Adriano Wagner. Properties of Young Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) Wood from a Forest Recovery Area. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 25, n.3. 2018.
- AVELLAR, Ana Cecilia Pancotti Brum de. **Comportamento da madeira de *Pterocarpus rohrii* Vehl após processos de usinagem, caracterização das propriedades físicas e análise de rugosidade**. 2017. 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2017.
- BARAÚNA, Edy Eime Pereira; NUNES, Sâmara Magdalene Vieira; NUNES, Rayane Ferreira; DIAS, Thalles Loiola; BALDIN, Talita; ARANTES, Marina Donária Chaves; MONTEIRO, Thiago Campos; GOULART, Selma Lopes. Umidade de equilíbrio da madeira de Eucalyptus Spp. para o município de Montes Claros, Minas Gerais. **Research, Society and Development**, v.11, n. 9, 2022.
- BRAGA, Pedro Paulo de Carvalho; SILVA, José Reinaldo Moreira da; NÉRI, Antônio Carlos; CALEGÁRIO, Natalino; LIMA, José Tarcisio. Qualidade da superfície de madeira de *Coffea arabica*. **Cerne**. v. 20, p. 21-28. 2014.
- CÂNDIDO, B. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BATISTA, P. V. G. Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na bacia do rio Paraná, no leste do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 5, p. 1565-1575, 2014.
- CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, v.1 p. 495).
- CRUZ, Thiago Moreira; BORGES, Cilene Cristina; DUARTE, Paulo Junio; SIMETTI, Rodrigo; ROSADO, Sebastião Carlos da Silva; SILVA, José Reinaldo Moreira da. 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.
- CUNHA, Sendy Castro Abreu da; ROCHA, Adriann Lucas Machado; SILVA, Mariane; ANDRADE, Anna Carolina de Almeida; JÚNIOR, Antônio Américo Cardoso. Qualidade superficial custo-benefício de madeiras utilizadas na fabricação de móveis em Aracaju/SE. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 13, 2023.

DELATORRE, Fabiola Martins; CUPERTINO, Gabriela Fontes Mayrinck; JUNIOR, Alfredo José dos Santos; SILVA, Álison Moreira da; JÚNIOR, Ananias Francisco Dias; CARVALHO, Alexandre Monteiro de. Comportamento da madeira de Ingá (*Inga edulis* Mart) frente a ensaios de usinagem. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020.

DIAS JUNIOR, Ananias Francisco; SANTOS, Pablo Vieira dos; PACE, José Henrique Carmargo; CARVALHO, Alexandre Monteiro; LATORRACA, João Vicente Figueiredo. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria. **Ciência da Madeira**, Pelotas. v.04, n. 1, pág. 93-107, 2013.

DIAS, Poliana Coqueiro; XAVIER, Aloisio; OLIVEIRA, Leandro Silva de; CORREIA, Anne Caroline Guieiro; BARBOSA, Giovani André. Tipo de miniestaca e de substrato na propagação vegetativa de angicovermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). **Ciência Florestal**, Santa Maria. v. 25, n. 4, p. 909919, 2015.

DUTRA, Tiago Reis; MASSAD, Marília Dutra; SARMENTO, Mateus Felipe Quintino. Diferentes dosagens de osmocote para o crescimento inicial em viveiro de *Peltrophorum dubium* (Spreng) Taub. **Brazilian Journal of Development**. v. 9, n. 1, p. 2470-2746. 2023.

ELOY, Elder; MANGINI, Tauana de Souza; NARDINI, Claiton; CARON, Braulio Otomar; TREVISAN, Rômulo; SANTOS, Alec Duwe dos. Correlation of anatomy with physical properties of wood species from na agroforestry system. **Revista Árvore**. v. 48. 2024. <https://doi.org/10.53661/1806-9088202448263657>.

ELOY, Elder; TREVISAN, Rômulo; PIECHA, Tainara dos Santos; FONTOURA, Magda Rosa; DALLA COSTA, Henrique Webber; CARON, Bráulio Otomar. Anatomy and drying of wood of four species from an agroforestry system. **Revista Floresta**, Curitiba. v. 4, pág. 910-917, 2021.

ELOY, Elder; ZANCHETTA, Laura da Silva; BANDERA, Eduarda; MANGINI, Tauana de Souza; TREVISAN, Rômulo. Influence of anatomy on the mechanical resistance od woods in na agroforestry system. **Revista Floresta**, Curitiba. v.53, n.1, pág 064-71, 2023.

FERNANDES, Jesum Alves; CASANOVA, Carlos Alberto Medeiros; TEIXEIRA, Cleiton Rodrigues; BALZARETII, Naira Maria. *Estudos Tecnológicos*, v. 7, n. 1, p. 55-70, 2011.

GALLIO, Ezequiel et al. Caracterização tecnológica de madeiras de *Eucalyptus* e *Pinus* submetidas ao ataque de térmitas. In: ENGENHARIA FLORESTAL: DESAFIOS, LIMITES E POTENCIALIDADE. **Editora Científica Digital**, 2020, p. 224-232.

GUEDES, Taiane Oliveira; SILVA, José Reinaldo Moreira da; HEIN, Paulo Ricardo Gherardi; FERREIRA, Silvia Costa. Cutting energy required during the mechanical processing of wood species at different drying stages. **Maderas. Ciencia y tecnología**, v. 22, n. 4, p. 477-482, 2020.

HEID, Débora Megani; SERRA, Ademar Pereira; DANIEL, Omar; MATOS, Flávia Araújo; SALTON, Júlio Cesar; NOGUEIRA, Igor Bumbieris; CREMON Thais., et al. Perfomance od *Peltophorum dubium* under intraspecific tree competition and cardinal directions as possibility for integrated livestock-forestry systems. **African Journal of Agricultural Research**, v. 38, pág. 3578-3586, set. 2016.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores: Anuário estatístico 2023. Brasília, 2023. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2023-r.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. **Canafístula**. 2020. Disponível em <https://www.ibflorestas.org.br/lista-de-especies-nativas/canafistula>. Acesso em: 30 mai. 2024.

MININI, Daniela; BRAGA, Bruna de Araujo; MARIA, Daiane de Moura Borges; GMACH, Franciele; ALBUÊS, Theonizi Angélica da Silva; JESUS, Wesley Santos; MONTEIRO, Thiago Campos. Qualidade e processamento da madeira serrada no Brasil: estado da arte. **Madeiras Nativas & Plantadas do Brasil: Qualidade, Pesquisas e Atualidades**. Guarujá: Científica Digital, 401-419. 2021.

MONTANARI, Rafael; MAQUES JÚNIOR, José.; CAMPOS, Milton César Costa; CAVALCANTE, Ítalo Herbert Lucena. Níveis de resíduos de metalurgia e substratos na formação de mudas de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, p. 59-66, 2007.

MOTTA, Javan Pereira; OLIVEIRA, José Tarcísio da Silva; BRAZ, Rafael Leite; DUARTE, Ana Paula Coelho; ALVES, Rejane Costa. Caracterização de quatro espécies florestais. **Ciência Rural**, v. 44, m. 12, p. 2186-2192, 2014.

POSSANI, Laura; PINTO, Livia Marques. Análise da tolerância e respostas fisiológicas da canafístula (*Peltophorum dubium*) a variações de doses de nitrogênio. **Contemporary Journal**, v.4, n.3, p.1-21. 2024

SANTOS, Fernando Elair Vieira.; CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler; KUNZ, Sustanis Horn. Qualidade de mudas de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan produzidas em diferentes substratos com lodo de esgoto e casca de arroz. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal - ENFLO**, v. 1, n. 2, p.55- 62, 2013.

SANTOS, Jorge Artur; REIS, Keliane de Jesus; SANTOS, Lara Soares Ribeiro dos; VIEIRA, Isadora Luz Silva Moreira; LIMA, Marcio Ricardo Nascimento; SILV, Mariane; ANDRADE, Anna Carolina de Almeida. Avaliação do efeito de acabamento na rugosidade superficial da madeira de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke). **Research, Society and Development**, v. 12, n 10, 2023.

SANTOS, Osmarino Pires. **Produtividade, qualidade da madeira e interação genótipo x ambiente do *Eucalyptus dunnii* Maiden no Sul do Brasil**. 2019. 97p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

SILVA, Girlânio Holanda da; JOSÉ, Anderson Cleiton; FARIA, José Marcio Rocha; PEREIRA, Wilson Vicente Souza. Aspects of *Peltophorum dubium* Sprengel (Taubert) seeds in an aerial seed bank. **Journal Of Seed Science**, v. 39, n. 1, p.32-40, mar. 2017.

SILVA, José de Castro. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden de diferentes idades, visando sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 160p. Tese (Doutorado em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002a.

SILVA, José Moreira da; MUÑIZ, Graciela Inês Bolzon de; LIMA, José Tarcísio; BONDUELLE, Arnaud Francis. Influência da morfologia das fibras na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden. **Revista Árvore**, v. 29, n.3, p. 479-487, 2005.

SILVA, José Reinaldo Moreira da. **Relações da usinabilidade e aderência do verniz com as propriedades fundamentais do *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden.** 2002. 179p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002b.

SILVA, Julia Cruz da. **Parâmetros construtivos para painéis verticais adaptados do sistema *wood frame* em madeira de eucalipto jovem.** 2018. 206 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2018.

SILVA, S. B.; VELOSO, H. P.; PINTO, G. C. P.; GÓES FILHO, L. Mapeamento da vegetação do oeste do Estado da Bahia através das imagens de radar. *Silvicultura*, São Paulo, n. 28, p. 122-125, 1983. Edição do 4º Congresso Florestal Brasileiro, Belo Horizonte, MG, maio 1982.

SILVA, Vanessa Alba; KULCZYNSKY, Stela Maris; BISOGNIN, Andressa Calderan; KIRSCH, Vanessa Graciela; GABRIEL, Márcia; MURARO, Dionei Schmidt. miniHospedabilidade de espécies de eucaliptos a nematoides-das-galhas. **Revista Agrotropica**, v. 32, n.1, p. 32-42, abril 2020.

SOARES, Larissa Soriani Zanini Ribeiro; SILVA, Diogo Aparecido Lopes; PANZERA, Túlio Hallak; DIAS, Alfredo Manuel Pereira Geraldês; LAHR, Francisco Antonio Rocco Lahr; CHRISTOFORO, Andre Luis. Estimativa de propriedades da madeira Mandioqueira pela frequência natural de vibração e pela densidade aparente. **Revista Matéria**. v. 22, n. 33, 2021.

SOUZA, Natália Dias de; ABREU, Heber dos Santos; MONTEIRO, Maria Beatriz de Oliveira; PEREIRA, Regina Paula Willemen; MAEDA, Jorge Mitiyo; RESCK, Inês Sabioni. Proposta de análise metabolômica com por RMN ¹³C da madeira do híbrido *Eucalyptus urograndis*. **Floresta e Ambiente**. v. 15, n. 1, p. 49-61, 2008.

TAQUES, Adjenane Corrêa; DE ARRUDA, Tatiana Paula Marques. Usinagem da madeira de angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*). **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 14, n. 1, 2016.

TURCHETTO-ZOLET, Andreia; CRUZ, Fernanda; VENDRAMIN, Giovanni; SIMON, Marcelo; SALGUEIRO, Fabiano; MARGIS-PINHEIRO, Marcia; MARGIS, Rogerio. Large-scale phylogeography of the disjunct Neotropical tree species *Schizolobium parahyba* (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Journal Elsevier**. v. 65. p. 174-182. 2012.

XAVIER, Carolina, Nogueira. **Avaliação não destrutiva da qualidade da madeira e do fuste de árvores de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub em áreas de restauração florestal.** 69 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2016.

ZAMARIAN, Esoline Helena Cavalli; ALBUQUERQUE, Carlos Eduardo Camargo de; MATOS, Jorge Luis Monteiro de. Usinagem da madeira de bracatinga para uso na indústria móvel. **Revista Floresta**, Curitiba v. 3, pág. 631–638, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TABELA DE PORCENTAGEM DE DEFEITOS PARA TESTES DE RASGO E APLAINAMENTO.

Espécies	Nota	Rasgo		Aplainamento	
		Fibras levantadas	Grã levantada	Grã arrancada	Grã felpuda
<i>S. parahyba</i>	Nota 1	-	-	100%	40%
	Nota 2	70%	100%	-	60%
	Nota 3	30%	-	-	-
<i>E. urograndis</i>	Nota 1	30%	40%	100%	100%
	Nota 2	70%	60%	-	-
	Nota 3	-	-	-	-
<i>P. rigida</i>	Nota 1	100%	10%	90%	20%
	Nota 2	-	90%	10%	80%
	Nota 3	-	-	-	-
<i>P. dubium</i>	Nota 1	20%	20%	100%	100%
	Nota 2	80%	80%	-	-
	Nota 3	-	-	-	-

Onde: Notas 1 (excelente – isenta de quaisquer defeitos); 2 (bom - presença de defeitos leves e pouco significativos); 3 (regular – defeitos em 50% da peça); 4 (ruim – defeitos médios em maior parte da peça) e 5 (muito ruim – na maior parte da peça ou em sua totalidade).

APÊNDICE B – TABELA DE PORCENTAGEM DE DEFEITOS PARA TESTES DE LIXAMENTO.

Espécies	Nota	Lixamento					
		Grão 80			Grão 100		
		Riscamento	Grã felpuda	Queimadura	Riscamento	Grã felpuda	Queimadura
<i>S. parahyba</i>	Nota 1	100%	20%	100%	100%	70%	100%
	Nota 2	-	60%	-	-	30%	-
	Nota 3	-	20%	-	-	-	-
<i>E. urograndis</i>	Nota 1	100%	70%	100%	100%	70%	100%
	Nota 2	-	30%	-	-	30%	-
	Nota 3	-	-	-	-	-	-
<i>P. rigida</i>	Nota 1	20%	45%	100%	100%	20%	100%
	Nota 2	80%	45%	-	-	80%	-
	Nota 3	-	10%	-	-	-	-
<i>P. dubium</i>	Nota 1	20%	-	100%	100%	80%	100%

Nota 2	80%	100%	-	-	20%	-
Nota 3	-	-	-	-	-	-

Onde: Notas 1 (excelente – isenta de quaisquer defeitos); 2 (bom - presença de defeitos leves e pouco significativos); 3 (regular – defeitos em 50% da peça); 4 (ruim – defeitos médios em maior parte da peça) e 5 (muito ruim – na maior parte da peça ou em sua totalidade).

APÊNDICE C – TABELA DE PORCENTAGEM DE DEFEITOS PARA TESTES DE FURAÇÃO CAVILHA E DOBRADIÇA.

Espécies	Nota	Teste de furação cavilha e dobradiça					
		Broca chata			Broca helicoidal		
		Grã levantada	Grã arrancada	Grã felpulda	Grã levantada	Grã arrancada	Grã felpulda
<i>S. parahyba</i>	Nota 3	-	-	10%	-	-	-
	Nota 4	70%	10%	90%	-	20%	30%
	Nota 5	30%	90%	-	100%	80%	70%
<i>E. urograndis</i>	Nota 3	40%	10%	70%	80%	-	60%
	Nota 4	50%	90%	30%	20%	100%	40%
	Nota 5	10%	-	-	-	-	-
<i>P. rigida</i>	Nota 3	10%	10%	100%	-	-	90%
	Nota 4	90%	90%	-	-	10%	10%
	Nota 5	-	-	-	100%	90%	-
<i>P. dubium</i>	Nota 3	-	-	-	-	-	-
	Nota 4	90%	90%	80%	80%	80%	80%
	Nota 5	10%	10%	20%	20%	20%	20%

Onde: Notas 1 (excelente – isenta de quaisquer defeitos); 2 (bom - presença de defeitos leves e pouco significativos); 3 (regular – defeitos em 50% da peça); 4 (ruim – defeitos médios em maior parte da peça) e 5 (muito ruim – na maior parte da peça ou em sua totalidade).

APÊNDICE D – TABELA DE PORCENTAGEM DE DEFEITOS PARA TESTES DE FENDILHAMENTO DE PREGOS.

Espécies	Nota	Fendilhamento de Pregos			
		13x15		16x24	
		Trinca	Rachadura	Trinca	Rachadura
<i>S. parahyba</i>	Nota 1	90%	100%	90%	100%
	Nota 2	10%	-	10%	-
<i>E. urograndis</i>	Nota 1	70%	100%	100%	50%
	Nota 2	30%	-	-	50%
<i>P. rigida</i>	Nota 1	100%	100%	10%	100%

	Nota 2	-	-	90%	-
<i>P. dubium</i>	Nota 1	100%	100%	80%	100%
	Nota 2	-	-	20%	-

Onde: Notas 1 (excelente – isenta de quaisquer defeitos); 2 (bom - presença de defeitos leves e pouco significativos); 3 (regular – defeitos em 50% da peça); 4 (ruim – defeitos médios em maior parte da peça) e 5 (muito ruim – na maior parte da peça ou em sua totalidade).