



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA MADEIRA DE *DIPTERYX ODORATA*
(CUMARU) PARA A PRODUÇÃO DE MÓVEIS EXTERNOS**

VANESSA DA SILVA FERREIRA DE CARVALHO

Brasília – Distrito Federal

2023



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA MADEIRA DA ESPÉCIE *DIPTERYX*
ODORATA (CUMARU) PARA A PRODUÇÃO DE MÓVEIS EXTERNOS**

Aluna: Vanessa da Silva Ferreira de Carvalho

Matrícula: 18/0028499

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa

Coorientadora: Dr. Mírian de Almeida Costa

Trabalho Final apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Brasília – Distrito Federal

2023

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu sabedoria e resiliência para trilhar toda a minha jornada.

A minha avó Sandra, que infelizmente não pode presenciar este momento, mas que me deu tanto amor e paz da sua maneira que fez a minha vida ser mais leve, mesmo repleta de saudade.

A minha família, em especial os meus pais Alessandra e Wagner, por me ensinarem o verdadeiro significado de tudo na vida, mas, principalmente de amor, carinho e dedicação e por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidava. Vocês são os pilares da minha vida e o exemplo da pessoa que quero me tornar um dia. Nada nesse mundo conseguiria descrever o quanto eu sou grata por tudo que fizeram e fazem por mim até hoje, muito obrigada. Eu amo imensamente vocês.

Aos meus amigos, em especial ao Ana Beatriz, Eduardo Serra, Gabriel Correa, Gustavo Borges, Heitor Melo, Joelma Costa, Leonardo Silva, Luana Resende, Luisa Maia, Luiza Cosme, Milleny Eduarda e Rebecca Perciano, vocês tornaram os meus dias especiais e me fizeram uma pessoa melhor, vou carregar vocês para sempre em meu coração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Florian da Costa, por ter me adotado nesse processo e ter sido tão gentil, paciente e compreensivo neste processo, a nossa união foi ao acaso, mas foi uma honra poder trabalhar com o senhor mesmo que por pouco tempo, muito obrigada.

A minha coorientadora, Dr. Mírian de Almeida Costa, eu sei que dei muito trabalho com os prazos e as mensagens tarde da noite, mas ainda assim, você foi um anjo neste processo e tornou tudo mais leve, serei eternamente grata por ter compartilhado de algo tão importante com você.

Ao Prof. Dr. Joaquim Carlos Gonçalvez, por ter abraçado esse projeto junto comigo inicialmente, e ter me dado todo o suporte necessário para realizar este trabalho da melhor forma possível, foi um privilégio ter sido sua orientada no período em que trabalhamos juntos.

A todas as pessoas que passaram pela minha vida, professores, chefes, amigos e colegas, vocês foram essenciais para que eu pudesse ser a pessoa que me tornei e eu só tenho a agradecer por isso.

A Engenharia Florestal e ao Departamento de Engenharia Florestal, por me fazer rir, chorar e querer desistir ao final de cada semestre, mas que me ensinaram valores que vou carregar para a vida, que temos que persistir apesar das circunstâncias e que dúvidas fazem parte do nosso processo de crescimento, coisas que vão muito além da sala de aula.

A todos vocês, meu muito obrigada!

Vanessa da Silva Ferreira de Carvalho

“A imaginação é mais importante que a ciência, porque a ciência é limitada, ao passo que a imaginação abrange o mundo inteiro”.

- *Albert Einstein*

RESUMO

Espécies florestais que são utilizadas para a produção de móveis vêm sofrendo uma grande pressão exploratória, diminuindo a disponibilidade dos seus recursos; uma opção é o aproveitamento de outras espécies, que já são empregadas em outras áreas. Com isso, o objetivo deste trabalho foi caracterizar algumas propriedades tecnológicas da espécie *Dipteryx odorata*, o cumaru, de uma forma não destrutiva, visando avaliar o potencial dessa espécie na confecção de móveis de uso externo. Para isso, mediu-se a densidade de 12 amostras com dimensões de 2 x 2 x 30 cm, que em seguida foram submetidas a ondas de tensão por meio dos equipamentos de *stress wave* e ultrassom para obter seu módulo de elasticidade dinâmico; determinou-se a qualidade superficial da madeira com acabamento de verniz marítimo fosco, aplicando os testes de aderência e de resistência às manchas. Foi comprovada a alta densidade da madeira de cumaru, que refletiu nos valores encontrados de MOEd calculados a partir dos dados obtidos do *stress wave* (18.306,48 MPa) e do ultrassom (25.288,12 MPa). O verniz fosco apresentou aderência de 100% à superfície das amostras, além de ter um bom desempenho no teste de resistência química, pois não dispôs nenhuma mancha permanente, comprovando o potencial da espécie para confecção de móveis de uso externo.

Palavras-chaves: *Dipteryx odorata*; móveis externos; *stress wave*; ultrassom; aderência; manchas.

ABSTRACT

Forest species that are used for furniture production have been suffering a great exploitation pressure, decreasing the availability of their resources; one option is the use of other species, which are already employed in different areas. Therefore, the objective of this work was to characterize some technological properties of the specie *Dipteryx odorata* (cumaru), using non-destructive methods, in order to evaluate the potential of its use in the manufacture of outdoor furniture. The density of 12 samples with dimensions of 2 x 2 x 30 cm was measured, then they were subjected to stress waves using a stress wave and an ultrasound equipments to obtain their dynamic elasticity modulus; the surface quality of the wood with a matte marine varnish finish was determined by applying the adhesion and stain resistance tests. The high density of cumaru wood was proven, and reflected in the values found for MOEd calculated from the data obtained from the stress wave (18,306.48 MPa) and ultrasound (25,288.12 MPa). The matte varnish showed 100% adhesion to the surface of the samples, in addition to performing well in the chemical resistance test, as it did not have any permanent stain, proving the potential of the cumaru for making furniture for outdoor use.

Keywords: *Dipteryx odorata*; outdoor furniture; stress wave; ultrasound; adhesion; stains.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Fotografias da *Dipteryx odorata*. A. Fotomacrográfica da seção transversal. Fonte: IPT; B. Foto da seção transversal. Fonte: Embrapa; C. Foto do tronco da *Dipteryx odorata*. Fonte: Embrapa. 15
- Figura 2. Produção moveleira, em 1.000 peças, nas unidades federais do Brasil. Fonte: Prado (2018). 17
- Figura 3. Equipamento Stress Wave Timer modelo 239A da Metriguard com a amostra posicionada para a medição. 22
- Figura 4. Equipamento de ultrassom USLab. A: transdutores com o gel aplicado previamente ao uso. B: posicionamento dos transdutores na amostra durante a medição. 23
- Figura 5: A. Verniz marítimo fosco da marca Sparlack produto e pincel utilizado para a aplicação; B. corpos de prova com o produto aplicado. 23
- Figura 6: Teste de aderência tipo B de acordo com a NBR 11003 (ABNT, 2009). A. Corpo de prova após a confecção das grades. B. Aplicação da fita adesiva nas grades. C. Retirada da fita adesiva. 24
- Figura 7. Teste de resistência química. A. Corpos de prova após a aplicação dos reagentes. B. Corpos de prova após a retirada dos reagentes. 25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Avaliação da aderência dos produtos de acabamento em função da área da película destacada, conforme a norma NBR 11003 (ABNT, 2009).	24
Tabela 2. Etapas de limpeza do ensaio de resistência química conforme a norma NBR 14535 (ABNT, 2000).	25
Tabela 3: Estatística descritiva da densidade da amostra de madeira de cumaru.	26
Tabela 4: Estatística descritiva dos dados obtidos das amostras de madeira do cumaru por meio dos ensaios realizados com stress wave timer e ultrassom.	28
Tabela 5. Classificação das grades das amostras de cumaru pelo grau de aderência.	29
Tabela 6. Grau de dificuldade de remoção das manchas dos reagentes nas amostras de madeira de cumaru.	30

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

CV (%) = Coeficiente de Variação.

$D_{12\%}$ = densidade da amostra a 12% de umidade (g/cm^3);

Gr = Grau de aderência;

L = distância percorrida pela onda de tensão (m);

MOEd = módulo de elasticidade dinâmico (MPa);

MOEdsw (MPa) = Módulo de elasticidade do Stress Wave;

MOEdu (MPa) = Módulo de elasticidade do Ultrassom;

t = tempo de trânsito da onda de tensão (s).

V = velocidade de propagação da onda de tensão (m/s);

Vel (m/s) = Velocidade de propagação da onda;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2.OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 A Espécie <i>Dipteryx odorata</i>	14
3.2 Mercado Moveleiro	16
3.3 Métodos Não-Destrutivos para Avaliação da Madeira	17
3.3.1 Stress Wave Timer	18
3.3.2 Ultrassom	18
3.4 Acabamento	19
3.4.1 Aderência	19
3.4.2 Resistência Química	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1 Materiais	20
4.2 Determinação do Módulo de Elasticidade Dinâmico por Emissão de Ondas de Tensão e Ultrassônicas	21
4.3 Qualidade da Superfície da Amostra de Cumaru Após Aplicação do Produto para Acabamento	23
4.4 Análise Estatística	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 Densidade	26
5.2 Stress Wave e ultrassom	27
5.3 Aderência	29
5.4 Resistência Química	30
6. CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que dispõe de uma diversidade e singularidade inestimável, contendo dentro de seu território, a Floresta Amazônica que engloba cerca de 70% da área florestal remanescente do país (VERÍSSIMO et al., 2014) e que obtém uma gama de espécies florestais de alto valor econômico, principalmente para o setor madeireiro que vem se tornando uma das principais atividades econômicas da região (SANTOS et al., 2018; PEREIRA et al., 2019).

O setor moveleiro, que vem apresentando um aumento no volume de peças fabricadas nos últimos anos, utiliza cerca de 60% de madeira como base de suas produções (ZENID, 2005), variando entre algumas espécies nativas, pinus e eucaliptos. Sendo assim, as espécies florestais madeireiras que são utilizadas para a produção de móveis vêm sofrendo uma grande pressão exploratória, ainda mais com o aumento do desmatamento proveniente na região, resultando na diminuição da disponibilidade dos seus recursos (ARAUJO et al., 2012).

Uma possibilidade para diminuir a pressão existente nessas espécies mais utilizadas é o aproveitamento de outras que possuem madeira de qualidade ou até nobre e que já são utilizadas em outras áreas, como é o caso do Cumaru (*Dipteryx odorata*), amplamente utilizado na área de construção civil.

Cumaru é uma espécie predominante da região amazônica que produz uma madeira nobre com textura que varia de média a fina, de alta densidade e resistência à umidade e à ação de fungos e cupins xilófagos, porém, que apresenta baixa trabalhabilidade dificultando os processos de acabamento (NASCIMENTO et al, 2022). Devido às suas características e a sua coloração que varia entre tons de marrom, o Cumaru é muito utilizado no âmbito da construção civil, entretanto, também pode ser empregado para a confecção de assoalhos, mobilhas de alta qualidade e embarcações (IPT, 1989).

Sendo o Cumaru uma das espécies que são utilizadas pela indústria moveleira de forma abundante, a geração de resíduos provenientes dessa espécie chega a cerca de 60% que, além da queima, podem ser destinados a produção de painéis aglomerados que consistem em uma fabricação ecologicamente correta (Lima, 2012) e podem ser utilizados para revestir móveis como o que foi realizado em algumas partes do balcão recepção acessível do projeto Reviver Rio (Costa, 2022).

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi caracterizar algumas propriedades tecnológicas da espécie *Dipteryx odorata* de uma forma não destrutiva, evitando a alteração de suas propriedades e possíveis comprometimentos em seu uso final, além da determinação de sua qualidade superficial, visando avaliar o potencial dessa espécie na confecção de móveis de uso externo.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar o módulo de elasticidade dinâmico da espécie *Dipteryx odorata* utilizando os dados obtidos pelos equipamentos de ultrassom e de *stress wave Timer*, além de sua densidade aparente;
- Avaliar a aderência do produto de acabamento verniz marítimo fosco na superfície da madeira, por meio dos testes de aderência e de resistência química às manchas na superfície.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A Espécie *Dipteryx odorata*

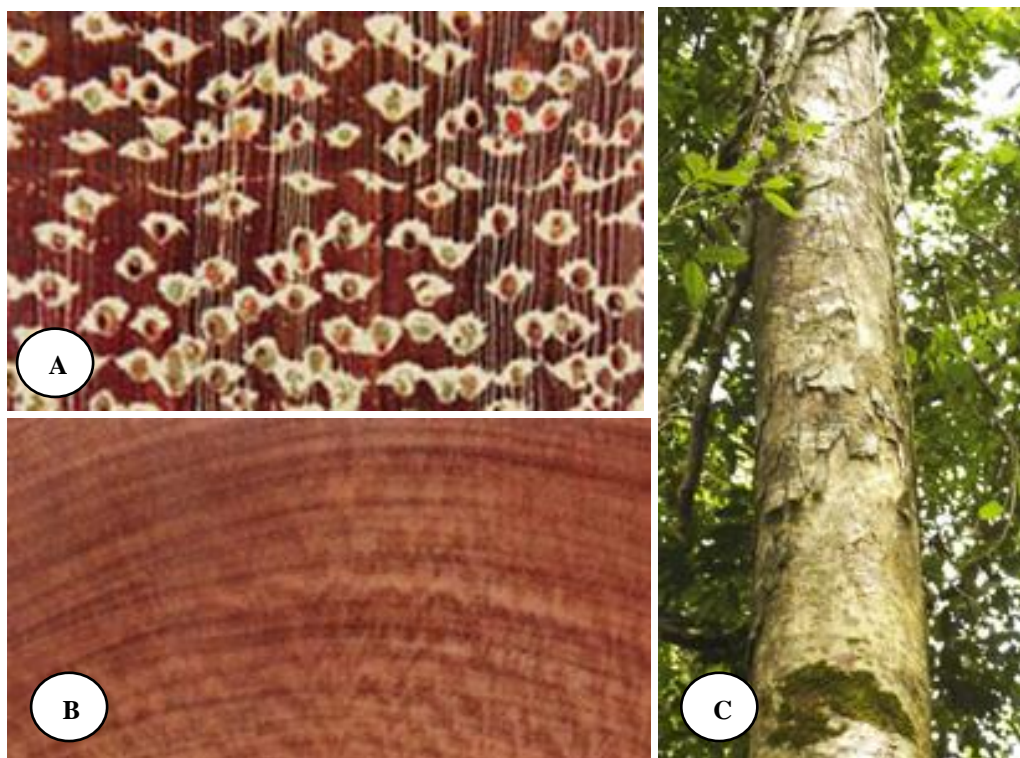


Figura 1. Fotografias da *Dipteryx odorata*. A. Fotomacrográfica da seção transversal. Fonte: IPT (1989); B. Foto da seção transversal. Fonte: Embrapa (2004); C. Foto do tronco da *Dipteryx odorata*. Fonte: Embrapa (2004).

A *Dipteryx odorata*, também conhecida como cumaru, baunilha brasileira, ipê champanhe, entre outros, é uma espécie nativa não endêmica do Brasil, da Floresta Amazônica, que apresenta incidência de bom desenvolvimento na região Norte, Nordeste e Centro-Oeste do país (NASCIMENTO et al., 2022).

Pertencente à família Fabaceae (GONZAGA, 2006), o cumaru é uma árvore perenifólia de grande porte que pode chegar até a 40 metros de altura com um tronco reto e cilíndrico, apresentando um crescimento lento e uma produção volumétrica de até 4,25 m³ de madeira nobre em 11 anos (CARVALHO, 2008).

Ainda segundo o autor, o cumaru é uma espécie de múltiplos usos, podendo ser aproveitado as suas sementes, frutos e, principalmente, a madeira. Suas sementes, muito apreciadas na culinária, medicina e indústria de cosméticos, possuem um cheiro adocicado e agradável que a fez ganhar destaque no Brasil e no mercado internacional, sendo comercializada como fava tonka no exterior; a semente também possui propriedades que se mostraram eficientes para tratamentos realizados pela medicina tradicional (PORTAL AMAZÔNIA, 2022).

A madeira do cumaru é classificada como uma madeira de lei, ou seja, é uma madeira nobre, que apresenta uma dureza e densidade superior com relação às outras madeiras, resultando em uma maior qualidade e durabilidade nos itens provenientes destas madeiras (IBFLORESTAS, 2019). Por isso, a madeira do cumaru é amplamente utilizada no âmbito da construção civil e vem sendo introduzida no mercado moveleiro com o nome de ipê champanhe.

A madeira apresenta cerne e alburno bem distintos pela cor, com anéis de crescimento pouco distintos e um brilho moderado, também apresenta textura média a fina, com grã reversa com coloração que varia de castanho-claro a amarelo e sem cheiro e gosto evidente (GONZAGA, 2006).

Com uma densidade aparente de 1.090 kg/m³, segundo o Anexo E da NBR 7190 (ABNT, 1997), essa madeira apresenta pouca porosidade, alta densidade, alta resistência mecânica (DUARTE, LAHR & CURVELO, 2011) e alta resistência a organismos xilófagos. Sendo impermeável a soluções preservativas e aceitando bem o acabamento com torneamento,

apesar da sua difícil trabalhabilidade, conforme Nahuz (2013), o cumaru é impermeável à soluções preservativas e aceita bem o acabamento com torneamento, apesar da sua difícil trabalhabilidade. É uma madeira que responde bem à secagem natural e artificial, embora o primeiro método seja um processo lento e possa apresentar algumas rachaduras superficiais e empenamento; já no segundo método, a madeira fica praticamente livre de defeitos.

3.2 Mercado Moveleiro

O setor moveleiro do Brasil não se encontra dentro do ranking de principais produtores de móveis do mundo, entretanto, a indústria apresentou crescimento de 31,7% na sua produção em 2021 (E-COMMERCE BRASIL, 2021) e tende a seguir evoluindo. Sendo um dos setores mais tradicionais e importantes do país, ele emprega cerca de 260 mil pessoas de forma direta ou indireta e possui um perfil industrial dividido em segmentos, nos quais os principais são o de uso residencial, institucional e corporativo onde, segundo Gorini (2000), o estilo de vida e renda dos consumidores interfere diretamente na demanda produtiva deste setor (LIMA, 2019).

Entretanto, este setor é constituído majoritariamente por indústrias de médio e pequeno porte, na qual, a maioria se concentra nas regiões Sul e Sudeste (LIMA, 2019) com destaque para a região Sul que retém 44% da produção moveleira e possui o maior polo de exportação do país que está localizado no município de São Bento do Sul (FILHO & MOREIRA, 2020).

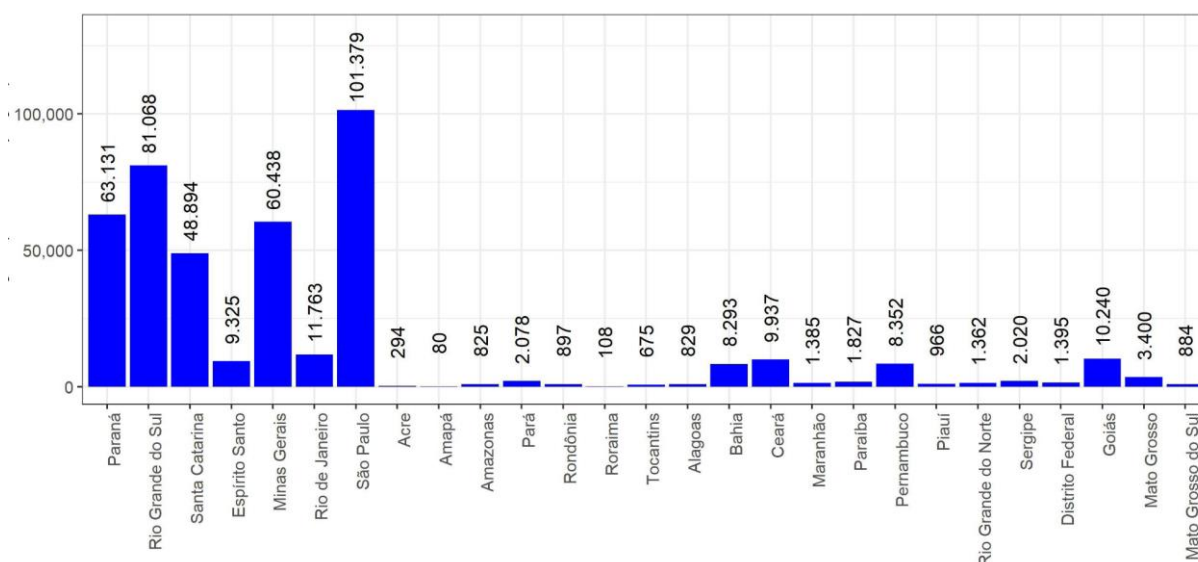


Figura 2. Produção moveleira, em 1.000 peças, nas unidades federativas do Brasil. Fonte: Prado (2018).

A principal matéria-prima utilizada na confecção dos móveis brasileiros é a madeira, sendo as espécies nativas de madeira nobre o mogno, cedro, carvalho, entre outros, além do pinus e o eucalipto, que são plantados em larga escala próximo aos principais polos moveleiros (FORMÓBILE, 2021). As espécies de madeira nobre são muito cobiçadas para as mais diversas finalidades nesse setor, porém, possuem destaque para a confecção de móveis rústicos e de áreas externas. Isso porque essas madeiras apresentam em suas características uma alta durabilidade e resistência natural que é de grande importância para os móveis que ficam expostos ao ar livre, sendo o cumaru uma das espécies preferíveis para esse fim (CASA VOGUE, 2020) e seus desenhos e tonalidades evidenciam aconchego e podem ser trabalhadas a fim de confeccionar peças exclusivas, o que é um fator significativo para a elaboração dos móveis rústicos (QUADRILÁTERO, 2020).

Sendo assim, a demanda de madeiras nobres no mercado moveleiro vem ostentando um crescimento significativo que tende a permanecer ao longo dos anos. Contudo, de acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (SFB), o fornecimento deste produto tende a cair cerca de 64% com o aumento das fiscalizações, que têm o intuito de extinguir a comercialização de madeira ilegal e feita de forma predatória, que atualmente oferta cerca de 11,45 milhões de metros cúbicos de madeira (AQUINO, 2023).

Contudo, o aumento na demanda de produção exigiu deste setor um aumento na conscientização ambiental, já que é um setor que produz grande quantidade de resíduos em seus processos. Sendo assim, a busca por alternativas que visem diminuir a quantidade de resíduo de forma mais consciente e lucrativa deu espaço para a evolução do ecodesign, uma técnica que visa minimizar os impactos ambientais durante os processos realizados para a confecção do móvel e substituir os métodos tradicionais que já são utilizados por outros mais econômicos (JÚNIOR, FERREIRA & MAIA, 2019).

3.3 Métodos Não-Destrutivos para Avaliação da Madeira

Os métodos não destrutivos são um meio rápido e eficaz de caracterizar as propriedades físicas e mecânicas da madeira sem causar danos às suas demais propriedades e interferências no seu uso final (OLIVEIRA et al., 2017).

Este método avaliativo foi desenvolvido por causa da necessidade de compreender e resolver os possíveis problemas presentes na peça, sem causar a sua destruição (BUCUR, 2003), ajudando a instituir parâmetros de classificação e caracterização (CARRASCO & AZEVEDO

JÚNIOR, 2003), onde a caracterização é uma propriedade de grande importância para o entendimento do comportamento do material e as funções a qual ele pode ser empregado, além de ser possível constatar a presença de degradação dentro produto (BUCUR, 2003).

Sendo assim, este método vem ganhando por manter a integridade da peça a qual foi aplicada e ser um método rápido, fácil e que apresenta valores confiáveis corroborando de forma econômica e na manutenção da qualidade da peça (PUEHRINGER, 2002). Diversas técnicas de ensaios não destrutivos podem ser aplicáveis à madeira, dentre elas a vibração longitudinal e o ultrassom que foram as utilizadas neste trabalho.

3.3.1 Stress Wave Timer

A utilização do *stress wave timer* consiste na geração de ondas de tensão provenientes de um impacto forçado, que é feito por meio do pêndulo presente no equipamento, onde o tempo de propagação dessa onda no decorrer do corpo de prova será medido pelos sensores piezoelétricos presentes nos dois condutores que são fixados nas extremidades da amostra (CALDERON, 2012).

Obtendo como objetivo principal a determinação da qualidade da madeira sem lhe causar danos permanentes e, conseqüentemente, a inutilidade do material de estudo, este método pode ser empregado para diversas finalidades, dentre elas, a detecção de organismos xilófagos no interior da madeira (DEL MENEZZI, 2010), fator de grande importância, principalmente para o mercado moveleiro, já que o desgaste natural causado por esses agentes pode resultar em uma perda que varia de 0,95 à 25,52% de massa da madeira de teca, que é uma espécie amplamente utilizada nesse setor (PAES, 2007).

3.3.2 Ultrassom

Ultrassom é um equipamento composto por dois transdutores que são colocados um em cada extremidade do corpo de prova, sendo que um deles emite, com o auxílio de uma sonda piezoelétrica que se encontra dentro desse transdutor, uma ou várias ondas ultrassônicas dentro deste corpo de prova e essas ondas tendem a seguir de forma constante até o outro transdutor (PAULA, 2021). A partir do momento em que essa onda encontra algum obstáculo, a sua propagação é refletida, voltando ao transdutor que a emitiu, aumentando assim o seu tempo de propagação (SILVA, 2017).

A eficiência desse método está diretamente relacionada a fatores intrínsecos ao corpo de prova, desde fatores que envolvem a estrutura e anatomia da madeira quanto fatores externos e presença de defeitos. Entretanto, esse método se mostrou eficiente na identificação de defeitos não visíveis e presentes na madeira evidenciando a qualidade da mesma (CALEGARI, 2006).

Sendo assim é um método muito promissor por não gerar danos na peça e assim conseguir apresentar bons resultados, ser de fácil operação e baixo custo de aquisição em relação aos ensaios destrutivos (STANGERLIN et al., 2010).

3.4 Acabamento

Sendo a aparência da madeira um fator de grande importância para o design de móveis (MAZET & JANIN, 1990; JANIN et al., 2001) e que, por estarem em um ambiente ao qual estarão expostas, mesmo que minimamente, as ações do intemperismo, a aplicação de produtos de acabamento auxilia na manutenção dessas peças retardando as ações do intemperismo sobre essas peças (NEVES, 2019).

Efetivando com que os acabamentos superficiais não só agreguem valor à madeira, mas que também melhoram sua aparência e prolongam a vida útil dos produtos derivados dela (PACE *et al.*, 2018). Para avaliar a qualidade do acabamento que foi aplicado em sua superfície, é possível realizar alguns testes - previstos em normas -, como o de aderência e o de resistência química.

3.4.1 Aderência

Um fator de grande importância, principalmente para as madeiras direcionadas para a na confecção de móveis, é o acabamento. Proporcionando o aumento da qualidade, durabilidade e valorização estética do material, um bom acabamento pode resultar na geração de valor de uma peça. Por isso, é de grande importância que os produtos de acabamento utilizados, assim como a usinagem, sejam congruentes com as demandas exigidas pelo material (JÚNIOR, 2013). Portanto, a boa fixação do acabamento é essencial e uma das formas de determinar isso é através do teste de aderência do produto.

Conforme Silva (2002), a aderência é a capacidade de aplicabilidade de um produto que, no caso da madeira, venha formar pontes de ancoragem (SOUSA, 2008); as qualidades dessas pontes estão diretamente relacionadas com a rugosidade da madeira, defeitos e limpeza da peça em que o acabamento será aplicado, cujo objetivo é proporcionar uma película durável que permanece sem sofrer danos na superfície do objeto (TINTAS E PINTURAS). Para determinar

a eficiência desta fixação é feito o teste de aderência de acordo com a norma NBR 11003 (ABNT, 2009), que prevê dois métodos para tal finalidade.

Júnior et al. (2015) aplicou este teste em madeiras tratadas termicamente de eucalipto, com o intuito de avaliar o comportamento desse material tratado diante de processos de usinagem e acabamento. Os autores citam que no Brasil existe carência de trabalhos visando à agregação de valor em peças para setores mais exigentes em qualidade, como o moveleiro.

3.4.2 Resistência Química

O teste de resistência química consiste em analisar se produtos domésticos podem causar alguma mancha na camada superficial, demonstrando a eficiência do produto de acabamento aplicado na madeira em protegê-la no dia a dia (SILVA, 2021). O teste é realizado seguindo a norma NBR 14535 (ABNT, 2000), que dá a lista de reagentes a serem testados e as etapas de limpeza que devem ser realizadas, a fim de determinar a presença de manchas.

Apesar de ser um tipo de análise muito benéfica por se tratar de um fenômeno em que o móvel estará exposto diariamente e que pode contribuir para a degradação da peça, mesmo que minimamente. Estudos que realizam esse teste ainda são bem limitados, fazendo com que seja escassa a utilização de outros trabalhos como base comparativa.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia da Madeira, localizado no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília (UnB). Para a sua execução foram utilizados 12 corpos de prova com dimensões de 2 x 2 x 30 cm (largura, altura e comprimento, respectivamente), doadas pelo Laboratório de Produtos Florestais (LPF) do Serviço Florestal Brasileiro (SFB).

4.2 Determinação do Módulo de Elasticidade Dinâmico por Emissão de Ondas de Tensão e Ultrassônicas

Inicialmente, cada um dos 12 corpos de prova tiveram as dimensões nos três planos (radial, tangencial e longitudinal) mensuradas com um paquímetro, para a definição do volume

e, em seguida, foram colocados na balança digital semi analítica, de duas casas decimais modelo Marconi AS 2000, para determinar a massa. Com isso, foi determinada a densidade aparente de cada amostra, a 12% de umidade, por meio da relação massa sobre volume (g/cm^3), que é uma variável de utilização para cálculo do MOE dinâmico (Equação 1).

$$\text{Densidade (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{massa (g)}}{\text{volume (cm}^3\text{)}} \quad \text{Equação 1}$$

O Stress Wave Timer (SWT), Modelo 239A da Metriguard, é um equipamento composto por dois transdutores acelerômetros dispostos sobre o material a ser medido a velocidade de propagação da onda de tensão (Figura 1). O processo de medição consistiu na disposição da amostra entre os dois sensores, com vão livre de 28 cm, seguindo os parâmetros para a determinação do módulo de elasticidade conforme estabelecido pela norma COPANT 555 (COPANT, 1973); o registrador foi zerado e então o pêndulo metálico foi liberado, que entrou em choque com o sensor e emitiu uma onda de tensão na face transversal da amostra, que forma que essa onda percorresse longitudinalmente a amostra até chegar ao receptor. Dessa forma, determinou-se a velocidade de propagação da onda (Equação 2).

$$V = \frac{L}{t \times 10^{-6}} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

V = velocidade de propagação da onda de tensão (m/s);

L = distância percorrida pela onda de tensão (m);

t = tempo de trânsito da onda de tensão (s).



Figura 3. Equipamento Stress Wave Timer modelo 239A da Metriguard com a amostra posicionada para a medição.

Foram efetuadas três leituras por amostra, usando-se a velocidade média para o cálculo do MOE dinâmico das amostras, conforme a Equação 3.

$$MOEd = D_{12\%} \times Vel^2 \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

MOEd = módulo de elasticidade dinâmico (MPa);
D_{12%} = densidade da amostra a 12% de umidade (g/cm³);
Vel = velocidade da onda (m/s).

Para o ensaio destas 12 amostras com o ultrassom foi utilizado o equipamento USLab com potência de 700 V, resolução de 0,1 µs e transdutores de onda longitudinal e seção plana que operam na frequência de 45 kHz (Figura 2) (SILVA, 2017). A partir deste ensaio é possível também determinar as propriedades elásticas e assim classificar a qualidade do material. Com os valores dos tempos de propagação e tendo-se a distância percorrida, foram calculadas as velocidades de propagação, segundo a Equação 2. Foram realizadas três medições em cada amostra, usando-se a velocidade média para o cálculo do MOE dinâmico conforme a Equação 3.

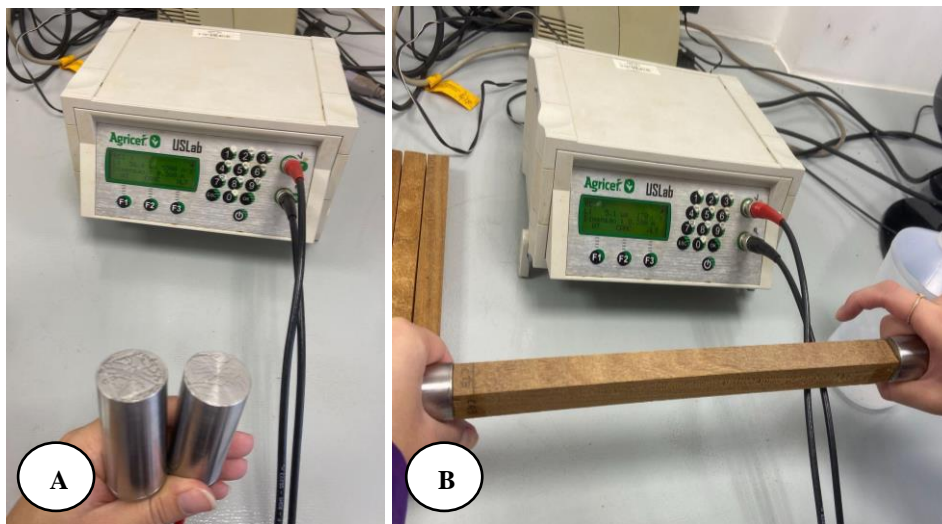


Figura 4. Equipamento de ultrassom USLab. A: transdutores com o gel aplicado previamente ao uso. B: posicionamento dos transdutores na amostra durante a medição.

4.3 Qualidade da Superfície da Amostra de Cumaru Após Aplicação do Produto para Acabamento

A aplicação do verniz marítimo fosco da marca Sparlack foi realizada com um pincel de cerdas sintéticas da marca castor 670-1 em 5 corpos de prova, seguindo as orientações do fabricante presentes na embalagem do produto; foram três demãos aplicadas com um intervalo de 16 horas entre elas, conforme a Figura 3. As outras 7 amostras não receberam nenhum produto de acabamento, sendo consideradas testemunhas.

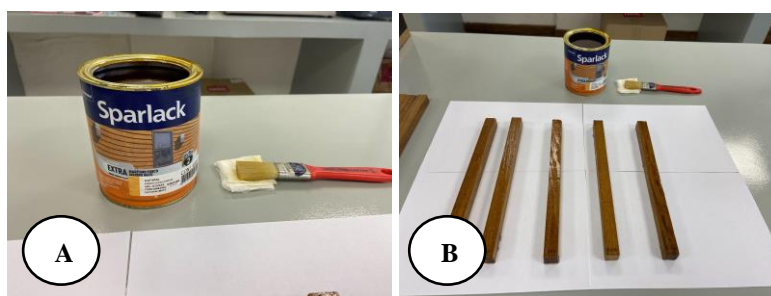


Figura 5: A. Verniz marítimo fosco da marca Sparlack produto e pincel utilizado para a aplicação; B. corpos de prova com o produto aplicado.

O ensaio de aderência foi feito pelo método B, corte em grade, de acordo com a norma NBR 11003 (ABNT, 2009). Foram feitos seis cortes com estilete, com 10 mm de comprimento e distância de 2 mm entre eles; outros seis cortes foram feitos cruzando em ângulo reto, formando uma grade (Figura 4). Foram feitas duas grades na face tangencial de cada uma das cinco amostras, sendo uma grade feita paralelamente à grã e a outra de maneira inclinada. Posteriormente, foi colada uma fita adesiva transparente comum sobre cada grade, e então removida após um intervalo de 2 minutos. Com a ajuda de uma lupa, observou-se o percentual de aderência do produto de acabamento na superfície da amostra (Tabela 1).

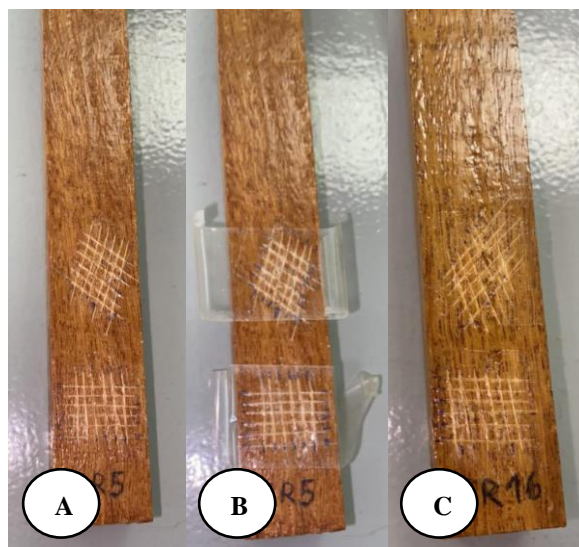


Figura 6: Teste de aderência tipo B de acordo com a NBR 11003 (ABNT, 2009). A. Corpo de prova após a confecção das grades. B. Aplicação da fita adesiva nas grades. C. Retirada da fita adesiva.

Tabela 1. Avaliação da aderência dos produtos de acabamento em função da área da película destacada, conforme a norma NBR 11003 (ABNT, 2009).

Código	Descrição
Gr0	0% de área destacada da película do acabamento, 100% de aderência
Gr1	5% de área destacada da película do acabamento, 95% de aderência
Gr2	15% de área destacada da película do acabamento, 85% de aderência
Gr3	35% de área destacada da película do acabamento, 65% de aderência
Gr4	65% de área destacada da película do acabamento, 35% de aderência

O ensaio de resistência química foi feito em outra região da face tangencial das mesmas amostras, com a aplicação sobre a superfície das amostras de uma pequena porção de cada um dos quatro reagentes escolhidos entre os listados na norma NBR 14535 (ABNT, 2000) - café, vinagre de vinho branco, ketchup e óleo de soja (Figura 5) e removidos após 16 horas. O intuito do teste foi determinar o efeito de produtos domésticos em geral, em acabamentos orgânicos transparentes e pigmentados, causando qualquer alteração da superfície, tais como descoloração, mudança de brilho, formação de bolhas, amolecimento, estufamento, perda de adesão ou outra.

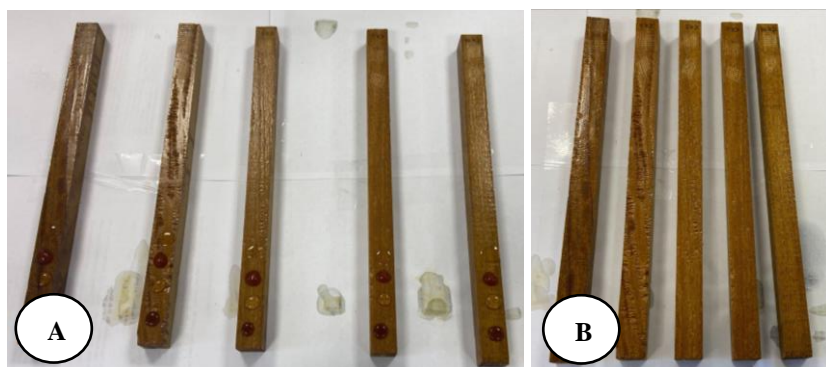


Figura 7. Teste de resistência química. A. Corpos de prova após a aplicação dos reagentes. B. Corpos de prova após a retirada dos reagentes.

Após a remoção dos reagentes das amostras, foram realizadas as etapas de limpeza (Tabela 2), tendo entre cada etapa a pausa de 1 hora para melhor análise da limpeza. Cada tratamento teve um determinado número de etapas para cada reagente, e serão detalhadas na discussão dos resultados.

Tabela 2. Etapas de limpeza do ensaio de resistência química conforme a norma NBR 14535 (ABNT, 2000).

Grau de dificuldade de remoção	Etapas de limpeza
1	Limpar com pano umedecido em água, e após utilizar pano seco.
2	Limpar com pano umedecido em solução de água e sabão neutro, e após utilizar pano úmido e depois pano seco.
3	Limpar com pano umedecido em solução de 1:1 de água e álcool hidratado, e após utilizar pano úmido e depois pano seco.
4	Limpar com pano umedecido em álcool hidratado, e após utilizar pano úmido e depois pano seco.
5	Limpar com pano umedecido em detergente neutro, e após utilizar pano úmido e depois pano seco.
6	Limpar com pano umedecido em solvente aguarrás, e após utilizar pano úmido e depois pano seco.
7	Limpar com pano umedecido em alvejante, e após utilizar pano úmido e depois pano seco.
8	Limpar com pano umedecido em saponáceos, e após utilizar pano úmido e depois pano seco.

4.4 Análise Estatística

Realizou-se uma estatística descritiva dos dados obtidos dos equipamentos de análise não-destrutiva com o uso do software Microsoft Excel, com o objetivo de descrever as principais tendências observadas e facilitar a discussão. Os dados apresentados dos parâmetros aderência e resistência química do acabamento foram analisados apenas qualitativamente, sendo suficiente a análise visual.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Densidade

A densidade média encontrada de $1,02 \text{ g/cm}^3$ apresentada na Tabela 3 está de acordo com a indicada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1989) para a madeira de cumaru, evidenciando uma madeira de alta densidade.

Tabela 3: Estatística descritiva da densidade da amostra de madeira de cumaru.

Densidade (g/cm^3)	
Média	1,020
Erro padrão	0,007
Desvio-padrão	0,024
Mínimo	0,960
Máximo	1,053
CV (%)	2,378

CV (%) = Coeficiente de Variação.

Nota-se que o valor médio encontrado correspondeu aos valores observados na literatura, sendo maior que a média encontrada por Soares et al. (2017) e Lima (2012), $0,88 \text{ g/cm}^3$ e $0,92 \text{ g/cm}^3$ respectivamente, e menor do que as médias encontradas por Paula et al. (2016) $1,08 \text{ g/cm}^3$ e por Almeida et al. (2023), $1,09 \text{ g/cm}^3$.

A densidade da madeira é uma propriedade física que é definida a partir dos aspectos químicos e anatômicos da madeira, sendo medida a partir da relação da massa pelo volume e

que sofre influência da quantidade de água presente na madeira (OPINIÕES, 2014), sendo fundamental para a indústria moveleira, que precisa manusear a madeira intensamente com máquinas e ferramentas. Devido alta densidade e por apresentar propriedades físico-mecânicas que variam de média a alta e resistência ao ataque de xilófagos (EMBRAPA, 2008), a madeira do cumaru dura, no mínimo, doze anos quando colocada em áreas expostas e com contato direto no solo e pode chegar até cem anos quando bem preservada mesmo em áreas externas, o que a torna uma possibilidade de destaque para a confecção de móveis (PARQUET UNIÃO, 2022).

Estudos comprovam que a resistência e a densidade possuem uma relação diretamente proporcional, ou seja, quanto maior a densidade de uma madeira, maior será a sua resistência. Esse fator ajuda a definir algumas propriedades mecânicas da madeira, incluindo a sua tenacidade, e, conseqüentemente, atribuir os diversos usos possíveis para a madeira já que o nível de tenacidade pode indicar o quão forte aquela madeira é para determinadas situações (ALMEIDA et al., 2014).

Stangelin et al (2017) afirmou que a densidade e a velocidade das ondas de ultrassom correlacionaram-se entre si, ao mostrar que correlações positivas entre as duas variáveis demonstram que as madeiras mais densas proporcionam maiores velocidades de propagação das ondas ultrassônicas.

O módulo de elasticidade consiste na quantidade de tensão que um material pode sofrer sem que ele apresente deformações (NETZSCH, 2023). Sendo assim, quanto maior a rigidez de um material, menor será a sua deformação elástica, ou seja, maior será o seu módulo de elasticidade (MEZZOMO & MORAES, 2020). Isso significa que quanto maior a densidade de uma madeira, menor é a probabilidade de presença de defeitos provenientes de tensão.

5.2 Stress Wave e ultrassom

A Tabela 4 apresenta a estatística descritiva do módulo de elasticidade dinâmico da amostra de madeira do cumaru, calculado a partir dos dados obtidos pelo equipamento de *stress wave timer* e de ultrassom.

Tabela 4: Estatística descritiva dos dados obtidos das amostras de madeira do cumaru por meio dos ensaios realizados com *stress wave timer* e ultrassom.

	<i>Stress Wave Timer</i>		Ultrassom	
	Vel (m/s)	MOEdsw (MPa)	Vel (m/s)	MOEdu (MPa)
Média	4.191,699	18.306,486	4.928,588	25.288,121
Erro-padrão	46,492	421,700	59,102	515,332
Desvio-padrão	161,051	1.460,810	204,734	1.785,164
Mínimo	3986,301	16.702,879	4.691,558	23.180,854
Máximo	4476,923	21.075,578	5.459,662	29.175,035
CV (%)	3,842	7,980	4,154	7,059

Vel (m/s) = Velocidade de propagação; MOEdsw (MPa) = Módulo de elasticidade do Stress Wave; ;
 MOEdu (MPa) = Módulo de elasticidade do Ultrassom; CV (%) = Coeficiente de Variação.

A velocidade da onda de tensão e o MOEd médios encontrados a partir do *stress wave timer* foram próximos, porém inferiores aos obtidos por Del Menezzi et al. (2010), que estimaram a flexão estática de seis espécies de madeira amazônica por meio do ensaio não-destrutivo com ondas de tensão, entre elas o cumaru. Os autores chegaram a velocidade de 4.177 m/s e MOEd de 21.350 MPa. Os valores encontrados por Paula et al. (2016) para a madeira de cumaru - velocidade de 4.931 m/s e MOEd de 18.359 MPa - foram próximos aos encontrados no presente trabalho.

Em relação ao MOEd médio encontrado a partir do ensaio com o ultrassom, o valor foi intermediário aos encontrados por Stangelin et al. (2017), de 33.046 MPa, e Pilocelli et al. (2015), que obtiveram 19.200 MPa. Além disso, a velocidade da onda e o MOEd foram muito próximos aos encontrados por Paula (2016), de 4,931 m/s e 26.242 MPa respectivamente.

Entretanto, os valores obtidos de MOEdu foram maiores e mais próximos aos encontrados na literatura, mostrando que o uso do ultrassom proveu resultados mais precisos neste estudo.

Como observado, a velocidade e o MOEd, independentemente do método de propagação da onda, podem variar em diferentes estudos, mesmo quando se trata da mesma espécie. Isso se deve às diferenças anatômicas que existem entre os indivíduos, influenciadas por fatores como genética, local de plantio, idade, quantidade de cerne e alborno etc. Segundo

Feeney et al. (1998) citados Del Menezzi et al. (2010), quando se descreve a propagação de ondas acústicas em materiais anisotrópicos como a madeira, considera-se que o material é homogêneo. Contudo, sabe-se que a madeira é um material não-homogêneo e anisotrópico, e isso leva a uma maior dissipação das ondas acústicas que aquela observada em materiais homogêneos. Nessa condição, compreende-se que os caracteres anatômicos macroscópicos e a microestrutura da madeira são a fonte da anisotropia da madeira, e, portanto, da dissipação das ondas acústicas (BUCUR & DECLERQ, 2006).

5.3 Aderência

A classificação da quantidade de grades por grau de aderência obtida no presente estudo é apresentada na Tabela 5, conforme os códigos descritos na Tabela 1.

Tabela 5. Classificação das grades das amostras de cumaru pelo grau de aderência.

Amostra	Grau de aderência	
	Grade paralela à grã	Grade inclinada à grã
1	Gr0	Gr0
2	Gr0	Gr0
3	Gr0	Gr0
4	Gr1	Gr0
5	Gr1	Gr1

Com base na avaliação feita conforme a norma NBR 11003, o verniz apresentou boa aderência nas amostras, já que 70% das grades não apresentaram nenhuma remoção da película do produto e as demais não ultrapassaram 5% da área destacada.

Os resultados foram semelhantes aos encontrados por Silva (2021), testando os produtos verniz brilhante, seladora e laca natural sobre a madeira de cumaru. O teste de aderência mostrou que nenhuma amostra apresentou mais de 5% de área destacada.

Júnior et al. (2015) aplicaram este teste em madeiras tratadas termicamente de *E. grandis*, e obtiveram mais de 90% de aprovação ao acabamento superficial com os dois vernizes

avaliados, o nitrocelulósico (o mesmo usado por Silva (2021)) e o poliuretano, o mesmo utilizado neste trabalho.

Os resultados obtidos por Souza et al. (2011) mostraram que a madeira de *Eucalyptus camaldulensis* apresentou 100% de aderência para o verniz nitrocelulístico e as madeiras de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus camaldulensis* apresentaram 100% de aderência para o verniz poliuretano.

5.4 Resistência Química

O grau de dificuldade de remoção das manchas nas amostras de madeira de cumaru, seguindo as etapas previstas pela norma NBR 14535 (ABNT, 2000) e detalhadas na Tabela 2 está apresentada na Tabela 6.

Tabela 6. Grau de dificuldade de remoção das manchas dos reagentes nas amostras de madeira de cumaru.

Amostra	Reagentes			
	Café	Vinagre	Ketchup	Óleo de soja
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1

Grau de dificuldade de remoção da mancha. 1 – Mancha retirada com pano umedecido em água.

Todos os reagentes utilizados neste estudo foram removidos após o primeiro tratamento, ou seja, a remoção total dos reagentes foi feita com o uso de um pano umedecido em água, não deixando nenhum vestígio do produto após a limpeza.

Silva (2021) testou a resistência química de cinco tipos de acabamento na madeira de cumaru: verniz brilhante de nitrocelulose, seladora, verniz natural, laca natural e óleo de mamona. Os reagentes usados foram ketchup, mostarda, batom vermelho, pincel atômico, caneta esferográfica e vinho. De acordo com os seus resultados, a madeira ficou

permanentemente manchada pelo batom, pincel e caneta. A mostarda e o vinho tiveram graus 2 e 3 de dificuldade de remoção, respectivamente. O ketchup, que foi o único reagente comum aos dois trabalhos, teve grau 1 de dificuldade de remoção, semelhante ao que foi observado neste trabalho.

Os quatro reagentes testados neste trabalho também foram usados por Leite (2014) nas madeiras de *E. cloeziana*, *E. resinífera* e *Corymbia maculata* com acabamento de verniz. O autor verificou que esses reagentes não deixaram manchas no verniz, o que é similar ao que ocorreu com o verniz fosco neste trabalho.

O verniz poliuretano foi um dos quatro revestimentos testados por Fonte (2016) na madeira de *Cryptomeria japonica* quanto à resistência química de treze reagentes. O autor observou que nenhum dos reagentes também usados neste trabalho (ketchup, café, óleo e vinagre) causou manchas no acabamento.

O teste de resistência química serve para avaliar a capacidade dos produtos de acabamento de proteger a superfície da madeira contra manchas, o que é um atributo muito importante para a indústria moveleira, pois aumenta a durabilidade do móvel. Isso é o que afirma Silva (2021), que também apontou o verniz como o produto que protegeu melhor a madeira de cumaru, o que foi confirmado neste estudo.

6. CONCLUSÕES

- Como previsto, a densidade da espécie *Dipteryx odorata* apresentou valor elevado, evidenciando a característica típica de madeira pesada que é a trabalhabilidade difícil, podendo exigir que o desdobro seja feito de forma diferenciada.

- A madeira apresentou resultados de MOEdsw e MOEdu dentro do esperado para uma espécie de alta densidade, enfatizando a elevada resistência e qualidade;

- O verniz fosco exibiu aderência de 100% à superfície das amostras de cumaru, indicando que o produto fez boa ancoragem nos poros e espaços do substrato; além disso, também apresentou bom desempenho no teste de resistência química, pois não exibiu nenhuma mancha permanente;

- Portanto, o verniz fosco provou ser efetivo quanto a estes parâmetros na proteção superficial da madeira de cumaru que porventura seja utilizada para a fabricação de móveis, principalmente móveis externos que demandam durabilidade e resistência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. S.; CRISCUOLO, G.; SILVA, D. A. L.; PANZERA, T. H.; LAHR.; CHRISTOFORO, A. L. Estimativa das propriedades de flexão estática, dureza e tenacidade de madeiras tropicais brasileiras através de análise de porosimetria por intrusão de mercúrio. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 213-224, abr./jun. 2023.

ALMEIDA, D. H.; SCALIANTE, R. M.; CHRISTOFORO, A. L.; VARANDA, L. D.; LAHR, F. A. R.; DIAS, A. A.; JUNIOR, C. C. Tenacidade da madeira como função da densidade aparente. **Árvore**, Viçosa, v.38, n.1, p.203-207, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/Jbrw5kHYNbgS5kxWNBSMYJh/?lang=pt&format=pdf>

AQUINO, H. **A demanda de madeira deve quadruplicar nos próximos anos**. Instituto Brasileiro de Florestas, 2023. Disponível em: <https://mercadoflorestal.com.br/artigos/a-demanda-de-madeira-deve-quadruplicar-nos-proximos-anos>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11003 - Tintas — Determinação da aderência**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14535 - Móveis de madeira - Tratamento de superfícies - Requisitos de proteção e acabamento**. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190 – Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.

BARROS, S. V. S. Avaliação da qualidade de madeira de árvores da Amazônia por métodos não destrutivos de propagação de onda: Tomógrafo de Impulso e Stress Wave Timer. **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)**, Amazonas, 2016.

BRAINER, M. S. C. P. Setor moveleiro: Aspectos gerais e tendências no Brasil e na área de atuação do bnb. **Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE**, n. 34, jun, 2018.

BUCUR, V. 2003. Nondestructive characterization and imaging of wood. **Springer Series in Wood Science**. ISSN 1431-8563. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 354p.

BUCUR, V.; DECLERQ, N. F. 2006. The anisotropy of biological composites studied with ultrasonic technique. **Ultrasonics**, 44: 829-831.

CALDERON, C. M. A. **O segmento moveleiro na região do Alto Juruá - AC : perfil e uso de tecnologias alternativas para a caracterização das principais espécies madeireiras**. Tese. Doutorado. Brasília, 2012.

CALDERON, C. M. A. **O segmento moveleiro na região do Alto Juruá - AC : perfil e uso de tecnologias alternativas para a caracterização das principais espécies madeireiras**. Tese. Doutorado. Brasília, 2012.

CARRASCO, E.V.M.; AZEVEDO JÚNIOR, A.P. 2003. Avaliação não destrutiva de propriedades mecânicas de madeiras através de ultrassom – fundamentos físicos e resultados experimentais. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 2, p. 178-191, jul./dez.

CARVALHO, P. E. R. Cumaru-ferro: *Dipteryx odorata*. **Espécies Arbóreas Brasileiras (Embrapa)**, v. 3, p. (216-225), 2008.

CLEMENT, C. R.; HIGUCHI, N. A floresta amazônica e o Futuro do Brasil. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.58, n.3, 2006.

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **COPANT 555: Método de Ensayo de Flexión Estática**. Buenos Aires, 1973. 10 p.

CONCEIÇÃO, A. K. C.; LIRA, Á. G.S.; SOUSA, L. M. R.; MAESTRI, M. P.; AQUINO, M. G. C. **Exploração e Valoração em tora de 10 espécies florestais no baixo amazonas, estado do Pará, entre 2006 – 2016**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer. Jandaia, v.17, n.31, p. (80-86), 2020.

COSTA, C. S. M. **PROJETO REVIVER RIO: OLHAR DO DESIGNER DE INTERIORES Conversão do Hotel desativado Rio's Nice em uma edificação de uso misto (residencial e comercial)**. TCC. Graduação. Rio de Janeiro, 2022.

CUMARU, *Dipteryx odorata*. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, n. 7, 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215700/1/Cumaru-Dipteryx.pdf>

Cumaru, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, São Paulo, 1989. Disponível em: https://www.ipt.br/informacoes_madeiras/10-___odorata.htm

D'AMARO, V. **Como escolher móveis para as áreas externas**. Casa Vogue, nov, 2020. Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Paisagismo/noticia/2020/11/como-escolher-moveis-para-areas-externas.html>

DEL MENEZZI, C.H.S., SILVEIRA, R.S., SOUZA, M.R. Estimativa das propriedades de flexão estática de seis espécies de madeiras Amazônicas por meio da técnica não destrutiva de ondas de tensão. **Revista Acta Amazônica**, v.40, n.2, p. 325- 332, 2010.

Descubra por que móveis rústicos podem ser a solução para a decoração do seu espaço. Quadrilátero, fev, 2020. Disponível em: <https://www.quadrilatero.ind.br/blog/descubra-por-que-moveis-rusticos-podem-ser-a-solucao-para-a-decoracao-do-seu-espaco-133#:~:text=M%C3%B3veis%20r%C3%BAsticos%20compreendem%20m%C3%ADlias%20que,formas%20diferentes%20em%20cada%20produ%C3%A7%C3%A3o.>

DUARTE, B. B.; LAHR, F. A. R.; CURVELO, A. A. S. Caracterização física-mecânica e composição química da madeira de Cumaru (*Dipteryx odorata*). **Engenharia Industrial Madeireira: Tecnologia, Pesquisa e Tendências**, São Paulo, 2011.

ESPADA, A. L. V.; PIRES, I. P.; LENTINI, M. A. W.; BITTENCOURT, P. R. G. Manejo Florestal e Exploração de Impacto Reduzido em Florestas Naturais de Produção da Amazônia. **Instituto Floresta Tropical**.

FEENEY, F. E.; CHIVERS, R. C.; EVERTSEN, J. A.; KEATING, J. (1998). The influence of inhomogeneity on the propagation of ultrasound in wood. **Ultrasonics**, 36: 449-453.

FILHO, J. I. S.; MOREIRA, J. M. M. A. P. **O Setor Moveleiro de Exportação no estado de Santa Catarina: considerações gerais e impacto no desenvolvimento econômico**. Embrapa Florestas, Colombo, v. 1, 2020.

FONTE, A.P.N. **Utilização da madeira de *Cryptomeria japonica* para a produção de painéis colados lateralmente e aplicação de acabamento superficial**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.

JÚNIOR, A. F. D.; LANA, A. Q.; SANTOS, P. V.; CARVALHO, A. M.; SOUZA, N. D.; BRITO, J. O. Propriedades físicas e acabamento superficial da madeira de eucalipto termicamente tratada. **Ciências Agrárias**, Amazônia, v. 58, n. 3, p. 270-276, 2015.

JANIN, G.; GONÇALEZ, J.; ANANÍAS, R.; CHARRIER, B.; SILVA, G. F.; DILEM, A. Aesthetics appreciation of wood colour and patterns by colorimetry: part 1: colorimetry theory for the Cielab system. **Maderas, Ciencia y Tecnología**, v. 3, n. 1-2, p. 3-13, 2001.

JÚNIOR, A. F. D.; SANTOS, P. V.; PACE, J. H. C.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 93-107, 2013.

JÚNIOR, G. A.; FERREIRA, M. A. S.; MAIA, W. F. O. **Contribuição do ecodesign ao setor moveleiro: Análise de resíduos do pólo moveleiro de Ubá**. Mediação, Minas Gerais, n. 9, 2019

LEITE, M.K. **Caracterização tecnológica da madeira de *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. resinifera* para a aplicação no design de Produtos de Maior Valor Agregado (PMVA)**. 2014. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

LIMA, E. S. **Guia de referências para o desenvolvimento de projetos de móveis de madeira na indústria moveleira**. Monografia (Pós-Graduação). Curitiba, 2019.

LIMA, M. D. F. **Utilização de resíduos da espécie *Dipteryx polyphylla* (Cumarurana), *Dipteryx odorata* (Cumaru) e *Brosimum parinarioides* (Amapá) na produção de painéis de madeira aglomerada com resina poliuretana à base de óleo da mamona**. Tese (Mestrado). Manaus, 2012.

MAZET, J. F.; JANIN, G. La qualité de l’aspect de placages de chênes: mesures de couleur et critères d’appréciation des professionnels français et italiens. **Ann Sci For**. v. 47, n. 3, p. 255-268, 1990.

MENDES, T. J.; GONÇALVES, J. C. **Efeito do intemperismo artificial na cor de lâminas de madeira de Cumaru (*Dipteryx odorata*) e Pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*) tratadas com dois produtos de acabamento**. TCC. Graduação. Brasília, 2014.

MESQUITA, J. **Elasticidade e Módulo de Elasticidade**. Netzsch, 2023. Disponível em: [https://analyzing-testing.netzsch.com/pt-BR/training-know-how/glossario/elasticidade-e-modulo-de-](https://analyzing-testing.netzsch.com/pt-BR/training-know-how/glossario/elasticidade-e-modulo-de-elasticidade#:~:text=Um%20m%C3%B3dulo%20el%C3%A1stico%20(tamb%C3%A9m%20conhecido,tens%C3%A3o%20%C3%A9%20aplicada%20a%20ele.)

[elasticidade#:~:text=Um%20m%C3%B3dulo%20el%C3%A1stico%20\(tamb%C3%A9m%20conhecido,tens%C3%A3o%20%C3%A9%20aplicada%20a%20ele.](https://analyzing-testing.netzsch.com/pt-BR/training-know-how/glossario/elasticidade-e-modulo-de-elasticidade#:~:text=Um%20m%C3%B3dulo%20el%C3%A1stico%20(tamb%C3%A9m%20conhecido,tens%C3%A3o%20%C3%A9%20aplicada%20a%20ele.)

MEZZOMO, M. H.; MORAES, A. G. DE. Determinação do módulo de elasticidade em aço e alumínio através da frequência natural comparado ao ensaio de tração. **Matéria**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, 2020.

NAHUZ, A. R. Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil. **Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT**, São Paulo, 2013.

NASCIMENTO, L. D.; CASCAES, M. M.; CRUZ, E. D.; ANDRADE, E. H. A. *Dipteryx odorata* Cumaru. **Plantas para o Futuro - Região Norte (Embrapa)**, p. (615-627), 2022.

NEVES, G. S. **Efeito da aplicação de extrativos naturais e produtos de acabamento na superfície das madeiras de Cedro (*Cedrela odorata*) e Freijó (*Cordia goeldiana*) expostas ao intemperismo acelerado**. Dissertação (Mestrado). Brasília, 2019.

OLIVEIRA, S. L.; MENDES, R. F.; MENDES, L. M.; NARCISO, C. R. P.; RIBEIRO, D. P. Avaliação não destrutiva de painéis de partículas de média densidade pelo método Stress Wave Timer. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Lavras, 2017.

PAES, J. B.; MELO, R. R.; LIMA, C. R. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 160-169, 2007.

PAULA, M. H. **Propriedades tecnológicas de madeiras submetidas a tratamentos térmicos para estabilização dimensional**. Tese. Doutorado. Brasília, 2021.

PAULA, M. H.; MESQUITA, R. R. S.; GONÇALVEZ, J. C.; RIBEIRO, E. S.; SOUZA, R. S. Utilização de métodos não destrutivos para caracterização simplificada da madeira de cumaru (*Dipteryx odorata* Willd). **Biodiversidade**, Mato Grosso, v. 15, n. 2, p. 136, 2016. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/3967>.

PEREIRA, A. K. S.; JUNIOR, D. L.; NETO, C. S. M.; COLODETTE, J. L.; GOMES F. J. B. Determinação da composição química e potencial de polpação da madeira *Pterogyne nitens* Tul.

Revista Floresta, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 1490-1500, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/1980509831021>>. doi: 10.5902/1980509831021.

PILOCELLI, A. et al. Resistência natural das madeiras de cumaru, cedrinho e paricá submetidas a ensaios de deterioração de campo. **Ciência da Madeira**, v.6, n. 1, 2015.

PRADO, M. V. **Brasil móveis 2018: relatório setorial da indústria de móveis no Brasil**. São Paulo: IEMI, p. 273, 2018.

PUEHRINGER, C. A. **Uso de emissão de ondas de tensão para avaliação não destrutiva de árvores e da madeira de Pinus taeda L.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná – UFPR. 2002.

REDAÇÃO FORMÓBILE. **Escolher o melhor tipo de madeira para móveis impacta diretamente na qualidade da sua produção e na satisfação do cliente**. ForMóbile, abr, 2021. Disponível em: <https://digital.formobile.com.br/oportunidades/conheca-os-principais-tipos-de-madeira-para-moveis>

REDAÇÃO JORNALISMO AMAZONIA. **Saiba para quem serve e quais os benefícios do cumaru, a baunilha da Amazônia**. out, 2022. Disponível em: <https://portalamazonia.com/amazonia/saiba-para-que-serve-e-quais-os-beneficios-do-cumaru-a-baunilha-da-amazonia>

RIBEIRO, E. S.; GONÇALEZ, J. C.; SOUZA, R.S.; PAULA, M. H. Avaliação de propriedades mecânicas da madeira por meio de métodos destrutivos e não-destrutivos. **Nativa**, Sinop, v.4, n.2, p.(103-106), abr, 2016.

RONDINELLI, J. Dados do setor moveleiro no Brasil: Marketplaces e Crescimento. **E-commerce Brasil**, set, 2021. Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/dados-do-setor-moveleiro-no-brasil-marketplaces-e-crescimento>

SANTOS, C. **Aderência**. Tintas & Pinturas. Disponível em: <https://tintasepintura.pt/glossario/aderencia/#:~:text=Define%20a%20capacidade%20ou%20facilidade,uma%20tinta%20anterior%20j%C3%A1%20seca.>

SANTOS, M. F.; COSTA, D. L.; MELO, L. O.; GAMA, J. R. V. Estrutura, distribuição espacial e dinâmica florestal de duas espécies nativas após extração manejada de madeira na Flona do Tapajós. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.5, n.2,

p.351-356, 2018.

SILVA, L. F. **Comportamento de lâminas de madeiras de três espécies florestais submetidas à fotodegradação artificial após serem tratadas com diferentes produtos de acabamentos**. Dissertação de mestrado. Brasília, 2021.

SILVA, L. N. **Correlações entre propriedades tecnológicas da madeira de cedro (*Cedrela odorata* L.) determinadas por metodologias destrutivas e não destrutivas**. TCC. Graduação. Brasília, 2017.

SOARES, A. A.; TORRES, B. F.; PEREIRA, A. C. M.; COSTA, J. S.; SILVA, M. G. Comparação anatômica e descrição da densidade e macroscopicidade da espécie *Dipteryx odorata* (aubl.) Willd (cumaru). **CIMAD2017**, Argentina, 2017.

SOARES, B. C. D. Densidade: tipos, variabilidade e relações com a secagem. **Opiniões**, 2014. Disponível em: <https://florestal.revistaopinioes.com.br/revista/detalhes/20-densidade-tipos-variabilidade-e-relacoes-com-se/>

STANGERLIN, D.M. et al. Propriedades mecânicas de madeiras amazônicas estimadas por meio de métodos de propagação de ondas ultrassônicas. **Nativa**, 5(7), 628–633. 2018.

STANGERLIN, D.M.; GATTO, D.A.; MELO, R.R.; CALEGARI, L.; VIVIAN, M.A.; CASTELO, P.A. Uso do ultrassom para estimativa das propriedades mecânicas da madeira de *Peltophorum dubium*. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 01, n. 02, p. 44-53, 2010.

VANZIN, L. Madeira de Cumarú: saiba as vantagens de utilizá-la em seu projeto!. **Parquet União**, 2022. Disponível em: <https://parquetuniao.com.br/madeira-de-cumarú/>

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. **Revista Parcerias Estratégicas**, Maranhão, v.19, n.38, p. 13-44, 2014.

ZAU, M. D. L.; VASCONCELOS, R. P.; GIACON, V. M.; LAHR, F. A. R. **Avaliação das Propriedades Química, Física e Mecânica de Painéis Aglomerados Produzidos com Resíduo de Madeira da Amazônia - Cumarú (*Dipteryx Odorata*) e Resina Poliuretana à Base de Óleo de Mamona**. **Polímeros**, vol. 24, n. 6, p. 726-732, 2014.

ZENID, G. J. Espécies nativas com potencial madeireiro e moveleiro. **Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S. A. - IPT.** São Paulo, 2005.