



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

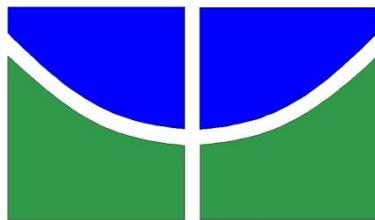
**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SUPERFICIAL DA MADEIRA DE
TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS APÓS TRATAMENTO COM
DIFERENTES PRODUTOS DE ACABAMENTO**

Luiza Cosme Lopes

Brasília, 05 de dezembro de 2023

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SUPERFICIAL DA MADEIRA DE
TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS APÓS TRATAMENTO COM
DIFERENTES PRODUTOS DE ACABAMENTO**

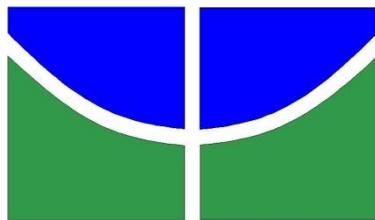
Luiza Cosme Lopes

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado ao Departamento de Engenharia
Florestal da Universidade de Brasília como parte
das exigências para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. José Henrique Camargo Pace

Coorientadora: Dra. Mírian de Almeida Costa

Brasília-DF, 05 de dezembro de 2023.



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Tecnologia - FT
Departamento de Engenharia Florestal – EFL

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SUPERFICIAL DA MADEIRA DE
TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS APÓS TRATAMENTO COM
DIFERENTES PRODUTOS DE ACABAMENTO**

Estudante: Luiza Cosme Lopes

Matrícula: 180023292

Orientador: Prof. Dr. José Henrique Camargo Pace

Coorientadora: Mírian de Almeida Costa

Menção: _____

Prof. Dr. José Henrique Camargo Pace
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Engenharia Florestal
Orientador (EFL)

Prof(a) Dr(a). Mírian de Almeida Costa
Universidade de Brasília – UnB
Membro da Banca

Prof. Dr. Ailton Teixeira do Vale
Universidade de Brasília – UnB
Membro da Banca

Brasília-DF, 05 de dezembro de 2023.

FICHA CATALOGRÁFICA

LOPES, LUIZA COSME

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SUPERFICIAL DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS APÓS TRATAMENTO COM DIFERENTES PRODUTOS DE ACABAMENTO.

54 p., 210 x 297mm (EFL/FT/UnB, Engenheira, Engenharia Florestal, 2023).

Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Florestal

1. Rugosímetro

2. Granulometria

3. Aderência

4. Resistência

I. EFL/FT/UnB

II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LOPES, L. C. (2023). **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SUPERFICIAL DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS APÓS TRATAMENTO COM DIFERENTES PRODUTOS DE ACABAMENTO**. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 54 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR(A): Luiza Cosme Lopes

TÍTULO: *Avaliação da qualidade superficial da madeira de três espécies florestais após tratamento com diferentes produtos de acabamento*

GRAU: Engenheiro(a) Florestal

ANO: 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias deste Projeto Final de Graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Projeto Final de Graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Luiza Cosme Lopes

Luizacosme20@gmail.com

*Dedico este trabalho à minha tia Cineia à,
minha avó Gessi e ao meu tio Silvano.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me abençoado, me iluminado e ter me dado forças todos os dias para que eu conseguisse terminar mais essa fase da minha vida.

Agradeço aos meus pais, Cirineu Laureano Lopes e Selma Cosme da Silva por todo apoio, amor e incentivo nessa caminhada, principalmente nos momentos que eu achava que não iria conseguir e queria desistir.

Agradeço ao meu irmão, Luan Cosme Lopes por todo apoio, amor, carinho e incentivo nos momentos difíceis.

Aos meus amigos, Joelma, Milleny, Vanessa, Ana Beatriz, Gabriel, Eduardo, Kennedy, Ocimar, Professora Celina, João Pedro, Érica, Caio, Rebecca, Larissa, Carla e Ana Paula por todo apoio, carinho, ajuda, amor, risadas e desabafos, essa jornada não seria a mesma se não fosse com vocês, vocês fazem parte disso.

À minha prima Bianca Marques, pelo apoio, carinho, incentivo e disposição para me ajudar caso eu precisasse.

À minha coorientadora, Dra. Mírian de Almeida Costa, pelos ensinamentos, amizade, apoio, paciência, risadas, orientação e compreensão durante toda essa jornada, fazendo com que fosse mais leve, e por isso, serei extremamente grata por ter aceitado fazer parte disso.

Ao meu orientador professor Dr. José Henrique, por ter aceitado logo de imediato embarcar nesse estudo comigo, ficando sempre a disposição, me apoiando, orientando e acreditando no meu potencial quando eu estava insegura em finalizar esse trabalho; você foi extremamente importante e serei sempre muito grata por toda essa parceria.

Ao Prof. Dr. Joaquim Gonçalves, por ter aceitado esse estudo inicialmente e ter disponibilizado todo o material necessário para realizar este trabalho.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

Lopes, Cosme (LOPES, L. C.) **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SUPERFICIAL DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS APÓS TRATAMENTO COM DIFERENTES PRODUTOS DE ACABAMENTO**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade do acabamento *Cedrela odorata* (cedro), *Cariniana legalis* (Jequitibá-rosa) e *Couratari oblongifolia* (Tauari) tratadas com três produtos de acabamento convencionais e um natural submetidos a análise da rugosidade, teste de aderência e teste de resistência química. Foram utilizados corpos de prova sem tratamento, denominados de testemunhas, e outros corpos de prova tratados com verniz fosco, seladora, cetol e cera de abelha. Primeiramente foram obtidos os parâmetros de rugosidade da superfície das amostras antes e após o lixamento. Posteriormente, foram lixadas e tratadas com produtos de acabamento e obtido seus valores para o parâmetro Ra. Avaliou-se também a qualidade do acabamento a partir de ensaios de aderência e resistência química. O lixamento interferiu na rugosidade superficial das três madeiras; como também o lixamento com a aplicação dos produtos. Os produtos de acabamento não obtiveram boa aderência e uma boa ancoragem nas madeiras, sendo o cetol o produto que aderiu melhor nas madeiras. Em relação à resistência química, o cetol apresentou maior facilidade de remoção de manchas, enquanto que a cera de abelha apresentou maior dificuldade de remoção. Concluiu-se que o tratamento com produto natural não proporcionou um bom desempenho no teste de resistência química, como também não formou uma película protetora. Assim, o tratamento de madeira para produção de móveis com a utilização de produtos de acabamento de fonte natural não se torna uma alternativa eficiente.

Palavras-chave: Rugosímetro; Granulometria; Aderência; Resistência.

ABSTRACT

LOPES, Luiza Cosme (LOPES, L. C.) **EVALUATION OF THE SURFACE QUALITY OF WOOD FROM THREE FOREST SPECIES AFTER TREATMENT WITH DIFFERENT FINISHING PRODUCTS.** Monograph (Forest Engineering Degree) – University of Brasília, Brasília, DF.

The objective of this study was to evaluate the quality of the finish *Cedrela odorata* (Cedar), *Cariniana legalis* (Jequitibá-rosa) and *Couratari oblongifolia* (Tauari) treated with three conventional finishing products and one natural, subjected to roughness analysis, adhesion test and chemical resistance. Untreated specimens, called witnesses, and other specimens treated with matte varnish, sealer, ketol and beeswax were used. Firstly, the surface roughness parameters of the samples were obtained before and after sanding. Subsequently, they were sanded and treated with finishing products and their values for the Ra parameter were obtained. The quality of the finish was also evaluated based on adhesion and chemical resistance tests. Sanding interfered with the surface roughness of the three woods; as well as sanding with the application of products. The finishing products did not achieve good adhesion and good anchoring in the wood, with ketol being the product that adhered best to the wood. Regarding chemical resistance, ketol was easier to remove stains, while beeswax was more difficult to remove. It was concluded that the treatment with a natural product did not provide good performance in the chemical resistance test, nor did it form a protective film. Therefore, treating wood for furniture production using natural finishing products does not become an efficient alternative.

Keywords: Rugosimeter; Granulometry; Grip; Resistance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Árvore e folha do Jequitibá-rosa.	18
Figura 2 - Anatomia da madeira do Jequitibá-rosa. A – Plano transversal. B – Plano tangencial. C – Plano radial.	19
Figura 3 – Corte tangencial do Jequitibá-rosa.	20
Figura 4 - Árvore e folha do Cedro.....	20
Figura 5 - Anatomia da madeira do Cedro. A – Plano transversal. B – Plano tangencial. C – Plano radial.	21
Figura 6 - Corte tangencial da madeira do Cedro.....	22
Figura 7 - Árvore e folha do Tauari.	23
Figura 8 - Anatomia da madeira de Tauari. A - Plano transversal. B - Plano tangencial. C – Plano radial.	24
Figura 9 - Corte tangencial do Tauari.	24
Figura 10 - Aplicações das lixas em função da granulometria.....	26
Figura 11 - Lixadeira manual utilizada para o lixamento das madeiras.	31
Figura 12 - Produtos de acabamento utilizados. Da esquerda para direita: Cetol, Verniz fosco, Seladora e Cera de abelha.	32
Figura 13 - Rugosímetro Surf test SJ – 400. A – Resultados e gráficos obtidos por meio das leituras do Rugosímetro. B – Posição dos corpos de prova para leitura da rugosidade.....	33
Figura 14 - Etapas do teste de aderência. A – Seta indicando a área do corte em grade e colagem da fita adesiva. B – Análise do destacamento da superfície da madeira com lupa.....	34
Figura 15 - Grau de aderência nas madeiras. Grupo A: revestimento com verniz; Grupo B: revestimento com cetol; Grupo C: revestimento com seladora; Grupo D: revestimento com cera de abelha. Da esquerda para direita: Cedro, Tauari e Jequitibá-rosa.....	42
Figura 16 – Disposição dos reagentes. A – Jequitibá-rosa. B – Cedro. C – Tauari. De cima para baixo: álcool etílico, ketchup e óleo de soja.....	43
Figura 17 - Manchas resultantes do teste de resistência. A – Mancha de óleo de soja na madeira de Jequitibá-rosa. B – Mancha de álcool na madeira de Cedro.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos.	31
Tabela 2 - Composição dos produtos de revestimento.	32
Tabela 3 - Avaliação do grau de aderência de acordo com a norma NBR 14535	34
Tabela 4 - Produtos listados na norma para o teste de resistência química	35
Tabela 5 - Etapas de limpeza no ensaio de resistência química.	35
Tabela 6 - Valores médios do parâmetro Ra para as madeiras de Cedro, Tauari e jequitibá-rosa antes e após o lixamento.....	36
Tabela 7 - Valores médios do parâmetro Ra para as madeiras de Cedro, Tauari e Jequitibá-rosa antes da aplicação dos respectivos revestimentos.	37
Tabela 8 - Valores médios do parâmetro Ra para as madeiras de Cedro, Tauari e Jequitibá-rosa após a aplicação dos revestimentos.....	38
Tabela 9 - Número dos corpos de prova classificados pelo grau de aderência nos diferentes acabamentos com lixa 180.	39
Tabela 10 - Número dos corpos de prova classificados pelo grau de aderência nos diferentes acabamentos com lixa 230.	40
Tabela 11 - Dados referentes à dificuldade de remoção das manchas causadas pelos produtos nos diferentes acabamentos sobre a madeira de Cedro.....	43
Tabela 12 - Dados referentes à dificuldade de remoção das manchas causadas pelos produtos nos diferentes acabamentos sobre a madeira de Tauari.	43
Tabela 13 - Dados referentes à dificuldade de remoção das manchas causadas pelos produtos nos diferentes acabamentos sobre a madeira de Jequitibá-rosa.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA - análise de variância

cm - centímetros

mm - milímetro

Ra - Média aritmética dos valores absolutos dos desvios do perfil

Rq - Raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos desvios do perfil a partir da linha média

Rz - Soma da altura média dos cinco picos mais altos do perfil e a profundidade dos cinco vales mais profundos do perfil medidos de uma linha paralela à linha média

SPSS - software aplicativo do tipo científico

Gr - Grau de aderência

LPF - Laboratório de Produtos Florestais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. HIPÓTESES.....	17
3. OBJETIVO GERAL	17
3.1 Objetivos específicos	17
4.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
4.1 <i>Cariniana legalis</i> Mart. (Jequitibá-rosa).....	18
4.1.1 Características gerais.....	18
4.2 <i>Cedrela odorata</i> Linnaeu. (Cedro).....	20
4.1.2 Características gerais.....	20
4.3 <i>Couratari oblongifolia</i> Ducke (Tauari).....	22
4.3.1 Características gerais.....	22
4.4 Rugosidade superficial da madeira.....	24
4.5 Lixamento.....	25
4.6 Produtos de acabamento.....	26
4.7 Toxicidade dos produtos de acabamento.....	27
4.8 Avaliação da qualidade do acabamento.....	29
4.8.1 Aderência.....	29
4.8.2 Resistência química.....	30
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
5.1 Origem e preparo dos corpos de prova.....	30
5.2 Lixamento dos corpos de prova e aplicação dos produtos de acabamento.....	31
5.3 Rugosidade.....	33
5.4 Qualidade do acabamento.....	33
5.4.1 Aderência.....	34
5.4.2 Resistência química.....	35
5.5 Análise estatística.....	36
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
6.1 Rugosidade.....	36
6.2 Qualidade do acabamento.....	39

6.2.1 Aderência.....	39
6.2.2 Resistência química.....	42
7. CONCLUSÕES.....	47
8. RECOMENDAÇÕES.....	48
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

A madeira em comparação a outros materiais se destaca por ser um material orgânico, renovável, com uma vasta disponibilidade na natureza e versátil, tendo a produção madeireira como a principal atividade do setor florestal, podendo ser utilizada em vários setores, como produção de celulose e papel, construção civil, produção de energia, indústria moveleira, entre outros (De Mesquita, Gonzalez, De Paula, 2017).

O setor moveleiro no Brasil é considerado uma das atividades mais tradicionais e importantes no país. Sua classificação está relacionada conforme o seu uso, sendo dividido em residenciais, escritórios e institucionais (Galinari, Teixeira Júnior, Morgado, 2013; Brainer, 2018). Segundo Brainer (2018), esse setor se torna importante para a economia brasileira por gerar empregos, pela sua dispersão por todo o território do país e pela grande quantidade de encadeamentos a montante e a jusante de toda essa cadeia produtiva.

Na observação de uma madeira, principalmente para móveis, pode-se dizer que a primeira impressão é o aspecto visual, devido a cor e o desenho que ela pode apresentar, ocorrendo a indicação ou o uso em larga escala de uma determinada espécie, levando-se em conta somente estes parâmetros (Camargos e Gonzalez, 2001). Assim, algumas espécies de madeira são mais utilizadas do que outras, como é o caso do Cedro, Jequitibá-rosa e o Tauari.

O interesse em utilizar o Cedro está relacionado a qualidade da sua madeira, devido a sua coloração, durabilidade e estabilidade dimensional, podendo ser utilizado de diversas maneiras, na serraria, laminação, movelaria, madeira sólida, entre outros (Oliveira, et al. 2019). O Jequitibá-rosa se destaca por apresentar diversos usos, sendo eles, na movelaria, compensados, construção civil, brinquedos, saltos para sapatos, entre outras diversas utilizações. O Tauari é uma das espécies mais utilizadas no estado do Acre, devido às diversas maneiras que pode ser aproveitado, sendo recomendado para construções e embarcações mais simples, assoalhos, móveis, molduras, portas, forros, divisórias e janelas (Procópio, et al. 2010; Pereira, 2015).

Uma madeira de qualidade é o fator mais importante em uma indústria, principalmente quando é designada para um produto, levando em consideração não só as características anatômicas da madeira, como também suas características organolépticas (cor, aspereza, cheiro, desenho, brilho, textura). Segundo Silva et al. (2009), os produtos de madeira que demandam

uma alta qualidade da superfície como móveis, assoalhos e esquadrias podem ter uma melhora no desempenho frente aos processos de acabamento quando a usinagem for bem executada, resultando em uma operação mais viável.

Para garantir um bom acabamento para a superfície da madeira, são utilizados produtos que têm como função a proteção e preservação do produto quando acabado, tendo-se uma grande durabilidade e conservação da sua estética ao longo do tempo. Os produtos de acabamento podem ser de origem natural ou sintética. As tintas, os vernizes e as seladoras são os produtos sintéticos mais utilizados na indústria moveleira. As ceras e os óleos são de origem natural e também podem ser aplicados à superfície da madeira, como a cera de carnaúba e a de abelha (De Souza, De Castro Silva, Evangelista, 2011). Assim, é importante saber se os produtos de revestimento e o processo de lixamento podem interferir de maneira eficaz na qualidade final do produto.

2. HIPÓTESES

H₀: O lixamento com diferentes granulometrias de lixas causa uma interferência na qualidade do acabamento superficial da madeira.

H₀: Os produtos de acabamento de origem sintética e natural possuem resultados semelhantes na qualidade superficial da madeira.

3. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade superficial das madeiras de *Cariniana legalis* (Jequitibá-rosa), *Cedrela fissilis* (Cedro) e *Couratari oblongifolia* (Tauari) após tratadas com produtos de acabamento para sua possível utilização das madeiras na indústria moveleira.

3.1 Objetivos específicos

- Examinar o efeito da aplicação dos produtos de acabamento na rugosidade superficial das amostras;
- Analisar a qualidade do acabamento;
- Analisar o efeito do lixamento na qualidade do acabamento final;
- Comparar os resultados dos produtos de origem sintética com o produto de origem natural.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 *Cariniana legalis* Mart. (Jequitibá-rosa)

4.1.1 Características gerais

A espécie *Cariniana legalis* (Mart.) O. Kuntze, mais conhecida como Jequitibá rosa, pertence à família Lecythidaceae. É encontrada no estrato superior da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), na formação baixo-montana e na floresta estacional semidecidual (Carvalho, 2003) distribuindo-se nos estados de Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul (Carvalho, 2003). Conforme o mesmo autor, possui diversos nomes populares dependendo da região, como caixão, coatinga, pau-carga, pau-de-cerne, jequitibá-branco, jequitibá-cipó, jequitibá-vermelho, cravinho-branco, sapucaia-de-apito, sapucaia-de-assoio e jequitibá.

Esta é uma das diversas espécies arbóreas que se encontra na lista oficial das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, na categoria vulnerável pela IUCN (IUCN, 2023).

Carvalho (2003) descreve essa espécie como sendo uma árvore semicaducifólia, podendo atingir até 25 m de altura e 100 cm de diâmetro. Na fase adulta pode atingir 60 m de altura e 400 cm de diâmetro. É uma madeira que apresenta uma densidade de leve a moderadamente densa, variando de 0,50 a 0,65 g/cm³ (Carvalho, 2003). Possui um alburno geralmente de cor bege-claro e cerne variando do róseo-acastanhado, bege-rosado ou bege-rosado-escuro eventualmente com sombras pardacentas.



Figura 1 - Árvore e folha do Jequitibá-rosa.
Fonte: arvores.brasil (2023) e flickr (2010)

Sua madeira possui elementos de vasos médios, solitários e múltiplos de até 3 com um arranjo radial e/ou diagonal, apresentando uma distribuição difusa uniforme. Sua frequência

varia de muito pouco a numerosos, podendo ser obstruídos por tilos (Rodrigues, et al. 2012). Apresenta placa de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas variando de médias a grandes e pontoações radiovasculares semelhantes às intervasculares em formato e tamanho (IPT, 1988; Santini Junior, 2013).

Seus raios são homocelulares, numerosos, médios e visíveis a olho nu nas faces transversal e tangencial. São formados por células procumbentes e apresentam estrutura não estratificada. São bisseriados e unisseriados, sendo este último, muito raro. Possui uma abundância de óleo-resina (IPT, 1988; Rodrigues, et al., 2012; Santini Junior, 2013).

Possui um parênquima axial do tipo apotraqueal reticulado em faixas, visível a olho nu e cristais prismáticos (Rodrigues, et al. 2012). Apresenta pouca quantidade de sílica nas células do parênquima radial. Suas fibras são libriformes com pontoações areoladas, delgadas, espessas, estreitas e médias. Seus anéis de crescimento podem ser caracterizados como indistintos ou ausentes, e por zonas fibrosas mais escuras ou ainda pelo afastamento das linhas de parênquima (IPT, 1988; Cury, 2001; Santini Junior, 2013).

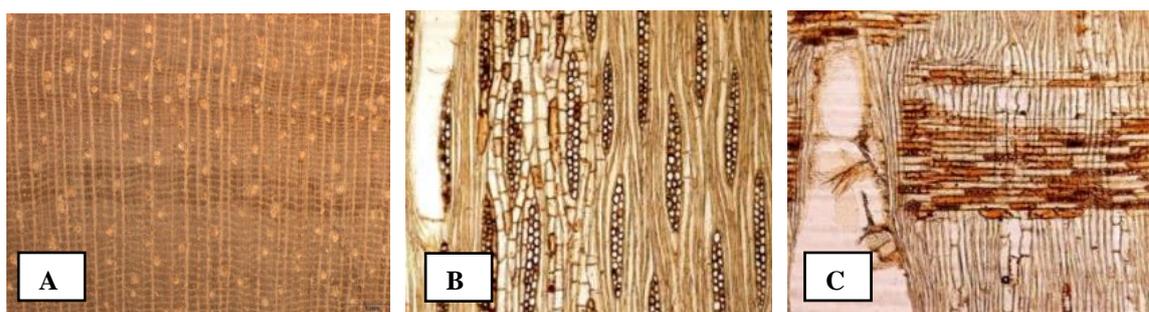


Figura 2 - Anatomia da madeira do Jequitibá-rosa. A – Plano transversal. B – Plano tangencial. C – Plano radial.

Fonte: Santini Junior (2013)

Em relação à durabilidade, sua madeira possui baixa resistência ao ataque de organismos xilófagos. Além disso, possui de baixa a moderada permeabilidade às soluções preservantes quando submetida à impregnação sob pressão (Carvalho, 2003).

O Jequitibá-rosa possui uma madeira macia ao corte e de fácil trabalhabilidade, podendo ser utilizada em contraplacados, folhas faqueadas, móveis, confecção de brinquedos, salto de calçados, lápis, cabos de vassouras, entre outros (IPT, 1988). É uma espécie recomendada para plantios mistos em áreas degradadas de preservação permanente por ser tolerante à luz direta. Além disso, por ser uma árvore exuberante e muito ornamental, pode ser empregada no paisagismo de parques e praças públicas (Carvalho, 2003). Assim, diante de todas estas qualidades, o Jequitibá-rosa é uma das diversas espécies arbóreas que se encontra na lista oficial

das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, na categoria vulnerável pela IUCN (IUCN, 2023).



Figura 3 – Corte tangencial do Jequitibá-rosa.
Fonte: Nortexmadeiras (2023).

4.2 *Cedrela odorata* Linnaeu. (Cedro)

4.2.1 Características gerais

A espécie *Cedrela odorata* é uma espécie da família Meliaceae e possui diversos nomes populares conforme determinado estado do país. No Acre, por exemplo, é chamado de Cedro e Cedro-vermelho; na Bahia além de Cedro, pode ser chamado também de Cedro-aromático e Cedro-cheiroso; no Rio Grande do Sul, Cedrilho e Cedrinho e no estado de São Paulo de Cedro-rosa e Cedro-do-brejo. É uma espécie que pode ser encontrada em todas as regiões do Brasil e em diversos outros lugares no exterior (Carvalho, 2010).

É uma espécie arbórea podendo atingir 40 metros de altura e 170 centímetros de DAP quando adulta, tendo uma densidade básica de 0,39 a 0,53 g/cm³. Possui um tronco reto e cilíndrico, podendo apresentar sapopemas de 1 a 3 metros de comprimento. Além disso, apresenta um fuste que pode atingir aproximadamente 20 metros de comprimento (Melo; Carvalho; Martins, 1989; LPF, 2023; Carvalho, 2010).



Figura 4 - Árvore e folha do Cedro.
Fonte: Carvalho (2010) e floradigital (2023).

Apresenta cerne e albarno distintos, tendo o cerne uma variação do castanho-claro ao bege-rosado escuro e ao castanho-avermelhado, sendo um pouco demarcado pelo albarno que apresenta uma cor róseo-pálido (Carvalho, 2010).

De acordo com Fernandes; Valle; Calderon (2017), a madeira de *Cedrela odorata* apresenta uma madeira com coloração marrom e vermelho, tendo cerne e albarno pouco distintos pela cor, sendo o cerne rosado. Além disso, possui um brilho acentuado, cheiro agradável, textura média e grã direita (LPF, 2023). Possui um parênquima axial observado a olho nu em faixas marginais ou simulando essa característica. Possui figura em faixas causadas pelas camadas de crescimento podendo ocorrer a formação V ou U (Coradin, et al. 2010).

Os vasos são visíveis a olho nu e desobstruídos, podendo apresentar um diâmetro médio ou grande, distribuídos em anéis semi-porosos e agrupados de forma predominantemente solitários, sendo dispostos em padrão de forma indefinida com seção transversal de formato circular a oval (Coradin, et al. 2010).

Seus raios podem ser observados nas superfícies tangencial e transversal, sendo visíveis apenas sob lente nas duas superfícies. São pouco contrastados na superfície radial, possuindo raios finos, baixos e pouco frequentes (Coradin, et al. 2010).

Seus anéis de crescimento são distintos por parênquima marginal ou distintos por distribuição de vasos em anéis semi-porosos ou porosos. Em relação as estruturas secretoras, elas são do tipo canais intercelulares de origem traumática (Coradin, et al. 2010).

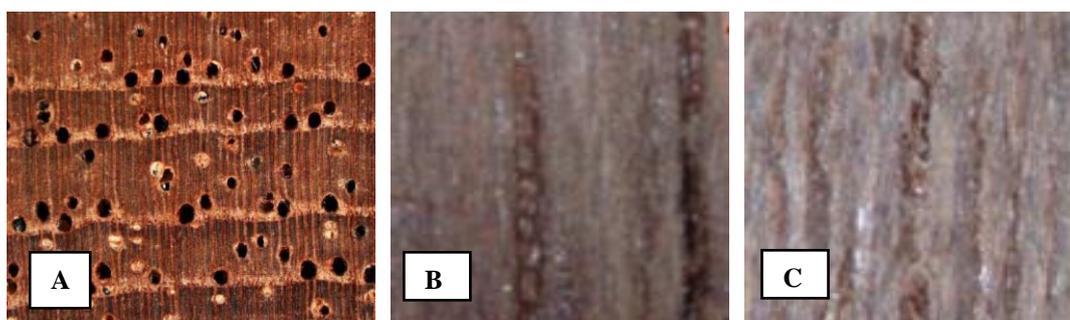


Figura 5 - Anatomia da madeira do Cedro. A – Plano transversal. B – Plano tangencial. C – Plano radial.

Fonte: De Cademartori, et al. (2010).

De acordo com o LPF (2023), é uma madeira classificada como de secagem em estufa moderadamente rápida, podendo apresentar uma tendência ao encurvamento médio, e as rachaduras de topo, encanoamento e arqueamento fortes, além de uma moderada tendência ao colapso e uma elevada tendência ao torcimento.

O Cedro é uma madeira muito utilizada por possuir uma boa trabalhabilidade para serrar, aplainar, faquear, desenrolar, tornear, colar, parafusar e pregar, podendo ser utilizada em marcenaria, caixotaria, compensados, esquadrias, obras internas, carpintaria, caixas de charutos, tabuados, embarcações, entre outros; fora sua excelente durabilidade a fungos, insetos, térmitas e intempéries. Além do mais, pode ser utilizada em paisagismo e recuperação de áreas degradadas (Melo; Carvalho; Martins, 1989; Locatelli; Macedo; Vieira, 2006; IPE, 2023).

Todas essas características tornou o Cedro uma espécie muito apreciada mundialmente, tendo um alto valor no mercado e conseqüentemente muito explorada, se encontrando atualmente na Lista Vermelha da IUCN com o status de “Vulnerável” devido a colheita insustentável, o desmatamento e a perda de habitat (IUCN, 2023).



Figura 6 - Corte tangencial da madeira do Cedro.
Fonte: LPF (2023).

4.3 *Couratari oblongifolia* Ducke (Tauari)

4.3.1 Características gerais

O *Couratari oblongifolia*, mais conhecido como Tauari, pertence à família Lecythidaceae. É uma espécie nativa da região Amazônica, mas também pode ser encontrada no Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará e Rondônia (IPT, 2023).

Segundo um estudo feito por Procópio e Secco (2008), essa espécie possui grande porte arbóreo, com altura média entre 30 e 45 metros e tronco de 30 a 106 centímetros de diâmetro, com a presença de sapopemas tabulares retas e côncavas de 2,5 a 7 metros de altura ramificadas.



Figura 7 - Árvore e folha do Tauari.
Fonte: Plantnet (2015) e LPF (2023).

Sua madeira possui cerne e alborno indistintos, com a cor variando de branco a amarelado, sendo algo positivo para consumidores que preferem cores mais neutras. Além disso, possui anéis de crescimento pouco distintos e brilho fraco (LPF, 2023).

Essa espécie apresenta cerne e alborno indistintos tendo uma coloração branco acinzentada e possuindo pouca distinção dos limites dos anéis de crescimento. Além disso, possui cheiro e gosto imperceptíveis, mas possui um brilho perceptível na superfície. Possui uma grã direita e textura média (Ribeiro, 2017; LPF, 2023).

Ainda de acordo com Ribeiro (2017), no plano transversal de Tauari, os vasos se encontram presentes e são visíveis a olho nu, com diâmetro tangencial grande, possuindo uma porosidade difusa muito pouco abundante. O agrupamento dos vasos são em porções semelhantes de solitários e múltiplos, de formato circular a oval e dispostos em cadeias radiais. Além do mais, são vasos desobstruídos e possui placa de perfuração simples.

O parênquima axial se apresenta em faixas reticuladas, enquanto que o parênquima radial é pouco contrastado, fino, baixo e pouco frequente. Os seus raios são homocelulares, finos e não estratificados formados por células procumbentes, unisseriados e multisseriados e tendo pouca frequência. Já as fibras são libriformes (Ribeiro, 2017; Amaral & Pinheiro, 2021).

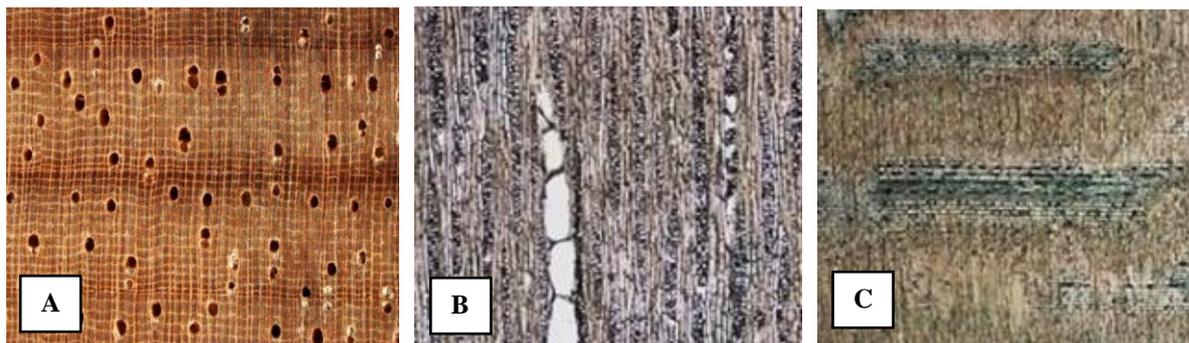


Figura 8 - Anatomia da madeira de Tauari. A - Plano transversal. B - Plano tangencial. C – Plano radial.

Fonte: LPF (2023) e Dos Santos (2018).

De acordo com Mainieri & Chimelo (1989) citados por Cruz (2016), o Tauari possui densidade básica de $0,50 \text{ g/cm}^3$ e baixa resistência ao ataque de fungos e organismos xilófagos. Apresenta velocidade moderada de secagem ao ar livre e secagem rápida quando feita em estufa. Além do mais, é permeável a preservantes oleossolúveis e hidrossolúveis (IPT, 2023). Sua madeira é moderadamente macia ao corte, resultando em um bom acabamento, apesar da possibilidade de a superfície ficar com aparência felpuda. Determinadas espécies podem possuir sílica, contribuindo para o desgaste das ferramentas (IPT, 2023).

Por possuir uma densidade média é muito utilizada na construção civil, como portas, forros, cabos de vassouras e janelas (Amaral & Pinheiro, 2021). Porém, possui uma pequena toxicidade, como a presença de taninos, e por isso, não é muito recomendado para artefatos, brinquedos e utensílios de cozinha (Gomes; Varejão; Nascimento, 2007).



Figura 9 - Corte tangencial do Tauari.
Fonte: LPF (2023)

4.4 Rugosidade superficial da madeira

Segundo Arand (1989), dois parâmetros que são aceitos para qualificar as superfícies são rugosidade e ondulação, os quais apresentam-se distintos. A rugosidade pode ser definida como os desvios apresentados em uma superfície cujas frequências podem ser periódicas ou aperiódicas, formadas de forma direta pelo contato das ferramentas ou abrasão sobre a

superfície da peça. Em contrapartida, as ondulações são desvios periódicos, que podem surgir por diversos fatores, como fixação fora de centro, batimento no processo de usinagem ou por vibrações nas máquinas, ferramentas ou peças (apud Siqueira et al., 2003). A qualidade do revestimento é alcançada quando a superfície que recebe o produto de acabamento estiver com superfície lisa, ou seja, baixa rugosidade, ausência de defeitos e sem partículas sólidas ou líquidas (Silva, 2013).

Alguns métodos utilizados para avaliação da rugosidade superficial da madeira são rugosímetros de agulha, perfilometria óptica, análise de imagens técnicas por meio de câmera de vídeo, pneumática, ultrassom e microscopia (Araújo, 2019). Na indústria, o rugosímetro é um aparelho eletrônico muito utilizado para determinação de perfis lineares em superfícies materiais (Neves, 2016). Este equipamento mede variações verticais em função de um deslocamento horizontal, sendo utilizado em materiais como metais, plásticos, superfícies de dentes, entre outros (Soragi, 2009).

O parâmetro Ra é um quantitativo mensurável, que auxilia na qualificação da madeira em relação ao perfil de rugosidade da superfície. É a média aritmética dos valores dos desvios do perfil, sendo utilizado para avaliação e classificação da madeira (Pereira, et al, 2015).

4.5 Lixamento

Segundo Zacarias (2012), um dos primeiros processos que antecede a aplicação do acabamento na madeira é o lixamento. Ainda, segundo o autor, esse processo tem como principal objetivo a diminuição de irregularidades na superfície da madeira, garantindo a aplicação eficaz do produto e conseqüentemente menor consumo do mesmo.

Para o processo de lixamento, utiliza-se a lixa. A lixa é um material composto por um costado, duas camadas de adesivo e uma camada de grãos abrasivos, podendo ser inserido alguns aditivos para melhorar o desempenho (Varasquim, 2014). Segundo Fonseca (2016), o lixamento é um processo de usinagem não convencional, ocorrendo a abrasão de grãos abrasivos sobre a peça, e por isso é recomendável sua utilização apenas se os processos anteriores, como plaina, por exemplo, não foram capazes de garantir um acabamento superficial adequado. Ainda, segundo o autor, o lixamento ocorre devido às falhas geradas em razão da usinagem.

De acordo com Varasquim (2014), existem dois tipos de lixamento: o primeiro está relacionado à adequação dos limites geométricos da peça, promovendo uma maior remoção do

material e resultando em um padrão mínimo de qualidade. Já o segundo consiste em remover menos material e melhorar a qualidade da superfície da madeira.

O processo de lixamento pode ser empregado para várias finalidades, a depender do uso final da peça de madeira. A utilização das lixas de acordo com sua granulometria, conforme Hawks (1995):

Granulometria	Classificação	Aplicações
600-500	Super fina	Polimento
400-360-320	Extrafina	Lixamento que antecede a aplicação de revestimento
280-224-220	Muito fina	Lixamento entre os cantos e último lixamento para madeiras duras
180-150	Fina	Último lixamento de madeira macia e primeiro para madeira dura
120-100-80	Média	Lixamento preliminar
60-50-40	Grossa	Remoção de tintas ou falhas grosseiras

Figura 10 - Aplicações das lixas em função da granulometria.

Fonte: HAWKS (1995).

4.6 Produtos de acabamento

A proteção da superfície da madeira com acabamentos possui diversas vantagens importantes, como o impedimento da entrada de água ou umidade; impedimento da deposição de agentes destruidores (fungos e insetos); melhor limpeza das superfícies; e modificação das propriedades da superfície, resultando no aumento da dureza superficial ou na resistência ao desgaste (Santos & Duarte, 2013).

Um dos principais fatores que contribuem para a degradação natural da madeira é a luz. Quando a madeira está exposta à radiação solar, ela está sujeita à degradação da sua superfície, ocorrendo uma mudança de cor. Uma das formas de prevenir essa degradação e retardar o envelhecimento é a aplicação de produtos de acabamentos como vernizes, stains e tintas. Embora esses produtos possuam a finalidade de fornecer proteção, eles podem alterar a cor e textura original da madeira (Gonzalez et al., 2010).

Os produtos de acabamento podem ser tanto de origem natural como sintética. Tintas, vernizes e seladoras são produtos sintéticos, sendo estes os mais utilizados na indústria moveleira; os óleos e as ceras são produtos de origem natural, responsáveis por proteger, limpar, lustrar e conservar, quando aplicados à superfície da madeira (De Souza, et al, 2011).

A tinta é um composto líquido de pigmentos sólidos que são unidos por meio de um aglomerante, que adere a um substrato como filme. Na sua composição tem a presença de resina, que acaba aglomerando os pigmentos e é responsável pela película. Os pigmentos, além de proporcionar cor, proporcionam também opacidade e resistência (Cunha, 2012).

Os vernizes são soluções de resinas sintéticas ou naturais dissolvidas em solventes (Cunha, 2012). Sua aplicação ao substrato resulta no aspecto desejado, dando brilho e dureza. Sua utilização ainda proporciona proteção, como uma barreira à água e à sujidade (Procópio & Secco, 2008).

A seladora é um preparo à base de solventes aromáticos, álcoois, éster, éter glicólico, resina alquídica e nitrocelulose. Ao serem aplicadas elas possuem a finalidade de corrigir defeitos, fechar poros e contribuir para uma melhor adesão na superfície da madeira (Avelino, 2012). Além de ser um produto tóxico, inflamável, insolúvel em água, incolor e com cheiro bem característico (Cerchiari; Gava; Garcia, 2010).

Após o selamento, o aspecto da superfície é de uma película uniforme, nivelada e transparente, que realça as características da madeira, como a cor, grã e desenhos. As seladoras do tipo primers, possuem pigmentos com finalidade para cobrir as madeiras sem beleza natural agradável ou para as madeiras que durante o preparo da superfície, sofreu o processo de emasseamento para cobrir furos de insetos e nós (Silva, et al. 2002).

As ceras são produtos à base de solventes, parafinas e algumas ceras naturais e sintéticas, sendo indicadas para proteger e lustrar a madeira, sendo as ceras de carnaúba e abelha as mais utilizadas no setor moveleiro (Cerchiari; Gava; Garcia, 2010).

Os óleos são produtos aplicados às superfícies após terem sofrido o processo de usinagem e acabamento. Como as ceras, os óleos possuem a finalidade de proteger, lustrar e conservar (Silva, et al. 2002). O óleo de mamona é um exemplo de produto de acabamento natural, possuindo inúmeras aplicações. Ele pode ser utilizado na fabricação de tintas e isolantes. Além de ser utilizado em processos industriais, como colas e aderentes, tintas de impressão e vernizes (Costa & Ramos, 2004).

O cetol acetinado natural possui na sua composição polímeros acrílicos em emulsão, pigmentos transparentes absorvedores de raios UV, bactericida e fungicida não metálico, agente fosqueante (na versão acetinada), aditivos e água (Mendes, et al. 2016).

4.7 Toxicidade dos produtos de acabamento

As tintas, vernizes e seladoras são produtos de acabamento de origem sintética que, ao serem aplicados em peças de madeira, é necessário ter certas precauções não só para a sua utilização eficiente, como também para a segurança em relação ao meio ambiente e à saúde (IPT, 2003). Esses produtos são largamente utilizados na indústria moveleira e apresentam bons resultados; entretanto, contêm solventes orgânicos que a determinadas temperaturas emitem

vapores que podem provocar alergias e queimaduras quando em contato direto com a pele ou por inalação. Em casos mais graves, podem acarretar doenças respiratórias e lesões pulmonares (IPT, 2003).

É recomendado observar alguns pontos importantes na seleção e aplicação de um produto de acabamento, sendo eles: produtos que possuem princípios ativos mais toleráveis ao meio ambiente; verificar as instruções escritas nas embalagens, como condições de armazenagem e manuseio durante aplicação; e verificar na embalagem ou com o fabricante instruções para disposição do resíduo gerado na aplicação e após seu uso (IPT, 2003).

De acordo com Cunha (2012) os compostos orgânicos voláteis representados pela sigla VOC'S podem ser definidos como compostos orgânicos que na presença do oxigênio reagem fotoquimicamente. O ozônio na atmosfera, ao interagir com esses compostos, tem sua camada de proteção contra as emissões solares de UVB reduzida, gerando doenças na pele e na visão. Esses compostos estão presentes na composição de materiais de construção de uso interno, onde a ventilação é insuficiente, reduzindo a qualidade do ar e prejudicando a saúde dos usuários e dos pintores que também ficam expostos a esses compostos por um longo período (Guío, 2013; Cunha, 2012).

As indústrias de tintas e vernizes geram resíduos durante e após o uso dos produtos, acarretando em diversas consequências, como contaminação do solo e desequilíbrio do pH quando lançados em corpos d'água, mediante os componentes sintéticos e metais pesados, quando presentes na formulação do produto (Cunha, 2012), corroborando com Silva, et al., (2022), que em seu estudo comprovou a presença de chumbo e alto teor de acidez no córrego em Cumbica - Guarulhos após o descarte de efluentes de tintas.

Por possuírem substâncias orgânicas voláteis tóxicas, produtos menos nocivos à saúde e ao meio ambiente têm sido desenvolvidos, como é o caso das tintas ecológicas e os produtos à base de silicatos, por terem vantagens como melhor qualidade do ar no interior das construções, ausência de solventes, cheiro, sem emissão de VOC'S, entre outros (Cunha, 2012).

Schwade, et al. (2023) em seu estudo, elaborou uma proposta para o desenvolvimento de uma tinta através da combinação de casca de laranja gerada dos resíduos das indústrias produtoras de suco e do poliestireno expandido (EPS) mais conhecido como isopor. A aplicação foi feita em superfícies de MDF e pau marfim. A casca de laranja seria a provedora do solvente utilizado na base da tinta como uma alternativa sustentável aos compostos aromáticos comumente empregados nas indústrias. Os resultados foram satisfatórios, mostrando-se que não

é necessária a utilização de um solvente aromático na formulação da tinta, devido sua viabilidade técnica.

4.8 Avaliação da qualidade do acabamento

Segundo Braga (2011), o material, design, durabilidade, relação custo/benefício, melhor adequação ao uso e conformidade com as exigências do cliente são aspectos de preocupação frequente para uma melhoria da qualidade dos produtos na indústria moveleira.

A madeira é utilizada em vários setores, porém, quando utilizada para móveis, o aspecto visual é a primeira característica que provoca uma atração aos clientes. Logo, uma boa qualidade do acabamento da madeira é importante para as indústrias de móveis devido ao comportamento estético do produto com o passar do tempo (Camargos e Gonzalez, 2001; Neves, 2019).

Para conferir a qualidade da superfície acabada pode ser realizado testes para determinar o acabamento final na madeira, por meio de dois métodos estabelecidos pelas normas NBR 14535 (2000) e NBR 11003 (2009), chamados de teste de resistência química e teste de aderência, respectivamente.

4.8.1 Aderência

De acordo com a norma NBR 14535 (ABNT, 2000), a aderência é a qualidade do filme de acabamento de unir-se ao substrato sobre o qual é aplicado.

Sousa et al. (2008) definem a aderência como a capacidade que um composto possui de se ligar à superfície do substrato no qual é aplicado. Em materiais porosos como a madeira, significa que o composto penetrou no substrato enquanto líquido, resultando em pontes de ancoragem após endurecimento. Os autores atestam que as ligações mais duráveis são aquelas que o composto penetra nas cavidades celulares, e estabelece contato com os constituintes da madeira; ou seja, quanto maior a penetração nas microestruturas, maior será a área de contato entre o composto e o substrato, resultando em forças de ligação de grande intensidade.

Silva (2021) realizou o teste de aderência especificado na norma NBR 14535 (2000) pelo método de corte em grade nas madeiras de Cedro, Marupá e Cumaru tratadas com verniz brilhante, seladora, verniz natural, laca natural e óleo de mamona. Os produtos tiveram uma boa ancoragem nas madeiras, e a seladora foi o produto que teve o maior número de amostras com 100% de aderência. Os testes com o verniz natural e óleo de mamona não foram possíveis

de serem realizados, pois estes não formaram uma película na superfície da madeira que pudesse ser destacada.

4.8.2 Resistência química

Este ensaio determina a resistência química dos produtos de acabamento orgânicos (transparentes ou pigmentados) ao efeito de produtos domésticos em geral, que causem qualquer alteração da superfície, tais como descoloração, mudança de brilho, formação de bolhas, amolecimento, estufamento, perda de adesão ou outra (ABNT, 2000).

Fonte (2016) aplicou 17 reagentes na madeira de *Cryptomeria japonica* tratada com quatro produtos de acabamento diferentes, e realizou o teste de resistência química conforme a norma NBR 14535 (2000). No seu estudo, o batom, o ketchup, o chá, o café, o suco de uva integral, o óleo, a água, o vinagre tinto e o leite foram os reagentes que não deixaram nenhum vestígio de manchas, enquanto a caneta esferográfica, a mostarda e a acetona foram os reagentes que deixaram vestígios permanentes nos quatro produtos de acabamento.

O teste de resistência química é importante para madeiras destinadas a móveis por lidar com diversas situações do cotidiano, sendo essencial sua realização para mostrar o quão eficaz são os produtos de acabamento, garantindo uma maior proteção da superfície da madeira com o passar dos anos (Silva, 2021).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Anatomia da Madeira e Ensaio não destrutivo da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília (UnB).

5.1 Origem e preparo dos corpos de prova

Foram confeccionados 60 corpos de prova, com dimensões de 8 cm x 3 cm x 0,5 cm (comprimento, largura e espessura, respectivamente) para o Jequitibá-rosa, e 8 cm x 4 cm x 0,5 cm para o Cedro e o Tauari, para a realização de 10 tratamentos, sendo 4 corpos de prova para cada espécie, submetidas aos tratamentos descritos na Tabela 1, totalizando 120 repetições.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos.

Tratamentos	Descrição
T0	Testemunha (sem aplicação de produto ou lixa)
T1	Lixa grão 180
T2	Lixa grão 230
T3	Lixa grão 180 + Verniz fosco
T4	Lixa grão 180 + Cetol
T5	Lixa grão 180 + Seladora
T6	Lixa grão 180 + Cera de abelha
T7	Lixa grão 230 + Verniz fosco
T8	Lixa grão 230 + Cetol
T9	Lixa grão 230 + Seladora
T10	Lixa grão 230 + Cera de abelha

5.2 Lixamento dos corpos de prova e aplicação dos produtos de acabamento

Doze corpos de prova foram considerados testemunhas (T0). Para otimizar o uso dos corpos de prova, procedeu-se da seguinte forma: em uma das faces da amostra aplicou-se o tratamento com a lixa 180 (T1) e na outra face do mesmo corpo de prova aplicou-se o mesmo tratamento, só que com a lixa 230 (T2). Assim foi possível analisar mais de um tratamento por amostra. Nesses tratamentos o lixamento foi realizado usando uma lixadeira manual da marca Black&Decker (Figura 11).



Figura 11 - Lixadeira manual utilizada para o lixamento das madeiras.
Fonte: A autora (2023).

Posteriormente outros 48 corpos de prova receberam lixamento em cada face, sendo uma face lixada com lixa grão 180 e a outra face com lixa grão 230. Em seguida, as faces lixadas com grão 180 receberam a primeira demão do produto de cada tratamento correspondente (T3

– T6). Passado o tempo de secagem indicado na embalagem de cada produto, a superfície das amostras foi minimamente lixada apenas para retirar irregularidades. Posteriormente, a segunda demão dos produtos foi aplicada. Todo este mesmo procedimento foi realizado na outra face das amostras que recebeu lixa grão 230 (T7 – T10). Todo o processo de lixamento foi feito pela mesma pessoa.

A Figura 12 apresenta os produtos de acabamento utilizados no estudo e suas composições estão descritas na Tabela 2. A aplicação foi feita conforme as instruções do fabricante com o auxílio de um pincel de cerdas sintéticas, feita pela mesma pessoa, com 5 passadas ida e volta. O tempo de secagem entre uma demão e outra também foi observado de acordo com as instruções das embalagens, exceto a cera de abelha, que não especificava o tempo de secagem sendo determinado o prazo de 24 horas, por ser o maior tempo de secagem entre os produtos utilizados.



Figura 12 - Produtos de acabamento utilizados. Da esquerda para direita: Cetol, Verniz fosco, Seladora e Cera de abelha.

Fonte: A autora (2023).

Tabela 2 - Composição dos produtos de revestimento.

Produtos	Composição
Verniz fosco (Sparlack)	Resinas alquídicas modificadas com poliuretano, solventes do tipo hidrocarbonetos aromáticos e alifáticos, agente fosqueante e aditivos.
Cetol (Sparlack)	Resinas do tipo alquídicas especiais, microbicida, pigmentos transparentes absorvedores de raios UV, cargas minerais funcionais, aguarrrás e aditivos.
Seladora concentrada (Sparlack)	Resinas alquídicas modificadas, nitrocelulose, solventes do tipo hidrocarbonetos aromáticos, ésteres, álcoois, éteres glicólicos e aditivos.
Cera carnaúba e Cera de abelha (MicroCristal)	Silicone impermeabilizante, estearato de zinco, cera virgem de abelhas, cera de carnaúba, parafinas e água raiz mineral.

5.3 Rugosidade

A rugosidade da superfície das amostras foi analisada antes e após a aplicação dos produtos de acabamento, como também antes e após o lixamento. Com a ajuda de um gabarito, a leitura em todos os corpos de prova pôde ser realizada no mesmo lugar para uma maior precisão.

Utilizou-se o rugosímetro Surftest SJ – 400 (Mitutoyo) (Figura 13), de acordo com a norma JIS B 0601 (JIS, 2001), com cut-off de 0,8 mm e percurso de avaliação de 8 mm no sentido transversal às fibras. Para a realização do teste foram feitas 3 leituras equidistantes nos corpos de prova dos tratamentos T0 a T3, enquanto que nos tratamentos T4 a T10 foi feita uma única leitura no centro de cada corpo de prova, por ter sido a área em que a lixa passou com maior frequência.

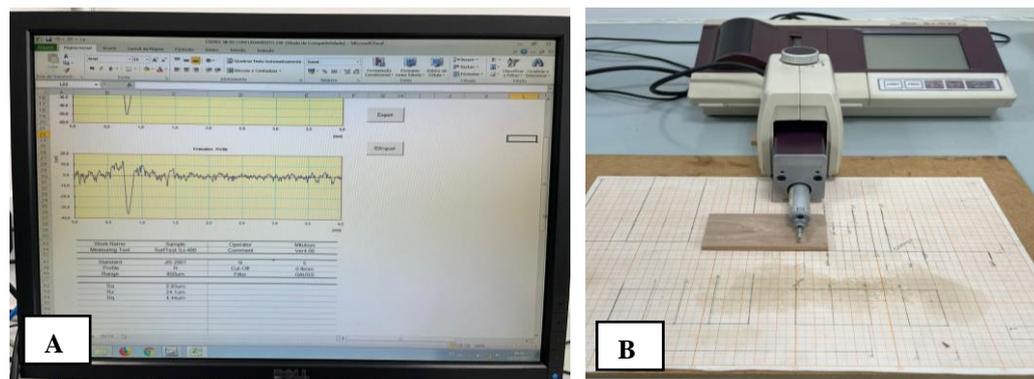


Figura 13 - Rugosímetro Surftest SJ – 400. A – Resultados e gráficos obtidos por meio das leituras do Rugosímetro. B – Posição dos corpos de prova para leitura da rugosidade.

Fonte: A autora (2023).

Em cada leitura, o software forneceu os valores de três parâmetros de rugosidade das superfícies, sendo eles: Ra, média aritmética dos valores obtidos dos desvios do perfil; Rz, representando a média dos cinco picos mais altos do perfil e dos cinco vales mais profundos do perfil, medidos de uma linha paralela à linha média; e Rq, sendo o desvio médio quadrático.

5.4 Qualidade do acabamento

Para a avaliação da qualidade do acabamento foram realizados ensaios de aderência e resistência química, de acordo com as normas NBR 11003 (2009) e NBR 14535 (ABNT, 2000), respectivamente.

5.4.1 Aderência

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 o 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 com 25 quadrados (Figura 14). Essa grade foi feita em ambas as faces em cada corpo de prova que recebeu os produtos de acabamento e os respectivos lixamentos. Em seguida, foi colada uma fita adesiva transparente sobre a grade (Figura 14), e removida após um intervalo de 1 minuto. Com a ajuda de uma lupa, foi observado o percentual de aderência do produto de acabamento na superfície dos corpos de prova (Figura 14), conforme a Tabela 3:

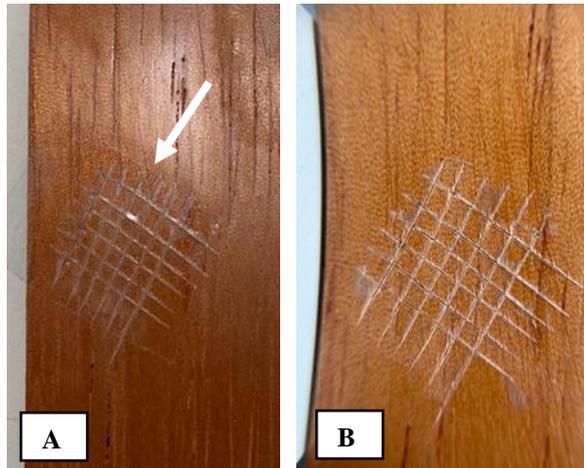


Figura 14 - Etapas do teste de aderência. A – Seta indicando a área do corte em grade e colagem da fita adesiva. B – Análise do destacamento da superfície da madeira com lupa.

Fonte: A autora (2023).

Grau	Descrição
0	0% de área destacada do acabamento, equivalente à 100% de aderência.
1	5% de área destacada do acabamento, equivalente à 95% de aderência.
2	15% de área destacada do acabamento, equivalente à 85% de aderência.
3	35% de área destacada do acabamento, equivalente à 65% de aderência.
4	65% de área destacada do acabamento, equivalente à 35% de aderência.

Fonte: NBR 11003 (ABNT, 2009).

5.4.2 Resistência química

O teste de resistência foi feito pelo ensaio pontual aberto conforme a norma NBR 14535 (ABNT, 2000). Entre os produtos escolhidos listados na norma (Tabela 4), foram utilizados o álcool etílico, ketchup e óleo vegetal de cozinha na superfície das amostras e removidos após o intervalo de 16 horas. É importante ressaltar que o álcool etílico utilizado não era puro, contava com hidratantes e emolientes na sua composição por se tratar de um produto muito utilizado na pandemia. A aplicação do álcool e do ketchup foi feita com o auxílio de uma colher, enquanto que para o óleo vegetal de cozinha foi feita com uma seringa com a quantidade de 0,1 mL do reagente.

Tabela 4 - Produtos listados na norma para o teste de resistência química

Reagentes	
Água	Detergente doméstico
Óleo vegetal de cozinha	Café
Chá	Leite
Vinagre	Suco de uva
Etanol (álcool etílico)	Solução amoniacal doméstica;
Ketchup	Batom vermelho
Lápis de cera preto	Polidor de sapatos (graxa ou líquido)
Gasolina (nafta)	Acetato de amil
Acetona	Mostarda
Solução de sabão doméstico	Solução de corantes
Solução de mercúrio cromo	Tinta de caneta esferográfica azul
Tinta de pincel atômico preta, à base de solvente	

Fonte: NBR 14535 (ABNT, 2000).

Após a remoção dos reagentes dos corpos de prova, foram realizadas as etapas de limpeza presentes na Tabela 5, tendo entre cada etapa a pausa de 1 hora para melhor análise da limpeza. Cada tratamento teve um determinado número de etapas de limpeza para cada reagente, onde serão detalhadas nos resultados.

Tabela 5 - Etapas de limpeza no ensaio de resistência química.

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 com água e sabão neutro, e após utilizar pano úmido e depois seco.
3	Limpar com pano umedecido em solução de 1:1 de água e álcool hidratado, e após pano úmido e depois pano seco.
4	Limpar com pano umedecido em álcool hidratado, e após utilizar pano úmido, e após pano seco.
5	Aplicar detergente neutro, e após utilizar pano úmido e depois pano seco.
6	Aplicar solvente aguarrás, e após utilizar pano úmido e depois seco.
7	Aplicar alvejante, e após utilizar pano úmido, e depois pano seco.
8	Aplicar saponáceo líquido, depois utilizar pano úmido e após pano seco.

Fonte: NBR 14535 (ABNT, 2000).

5.5 Análise estatística

Os dados em relação a rugosidade foram obtidos diretamente por meio do software de aquisição de dados do equipamento cujo era mostrado na tela do computador e em seguida organizados em uma planilha do software Excel. Com o auxílio do software SPSS Statistics v. 20, foram realizadas duas ANOVA, uma para avaliar se o lixamento reduz a rugosidade da superfície da madeira, como também se ocorre diferença entre a granulometria das lixas utilizadas. A outra ANOVA realizada foi para avaliar se existe diferença entre os tratamentos.

Os dados apresentados dos testes de aderência e resistência química do acabamento foram obtidos qualitativamente apenas por uma análise visual.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Rugosidade

A tabela 6 apresenta o valor médio do parâmetro principal da rugosidade (Ra) para as madeiras de Cedro, Tauari e Jequitibá-rosa antes e após o lixamento.

Tabela 6 - Valores médios do parâmetro Ra para as madeiras de Cedro, Tauari e jequitibá-rosa antes e após o lixamento.

Tratamentos		Cedro		Tauari		Jequitibá-rosa	
		Ra (μm)		Ra (μm)		Ra (μm)	
Lixa 180	ANTES DO LIXAMENTO	6,31 a	(1,06)	4,28 a	(1,26)	5,43 a	(1,97)
	APÓS O LIXAMENTO	5,04 b	(1,71)	4,15 b	(1,49)	3,71 b	(1,36)
Lixa 230	ANTES DO LIXAMENTO	6,34 a	(1,61)	4,47 a	(1,25)	5,39 a	(2,22)
	APÓS O LIXAMENTO	3,70 b	(1,35)	2,45 b	(0,62)	3,67 b	(1,31)

Os valores assinalados com letras diferentes na mesma coluna, em cada lixa, diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. Valores entre parênteses é o desvio padrão.

Santos (2011) citado por Orem (2019), menciona que os parâmetros Rz e Rq são utilizados apenas quando os valores de Ra são iguais, visto que, este parâmetro engloba os

outros dois parâmetros; logo, quanto menor o valor de Ra, menor a rugosidade média e mais lisa é a superfície da madeira (Leão, 2017). Assim, foi observado apenas o parâmetro Ra para avaliação da rugosidade.

Para as três espécies o parâmetro Ra obteve diferença antes e após o lixamento para ambas as lixas, indicando que o lixamento nas superfícies das madeiras proporciona uma redução na rugosidade; sendo este um resultado esperado, visto que, o intuito de lixar a superfície da madeira tem como objetivo reduzir sua aspereza, e conseqüentemente melhorar a qualidade superficial da madeira. Essa afirmativa é confirmada por Raabe (2016) que ao trabalhar com lixas na madeira de Curupixá (*Micropholis venulosa*) houve redução nos valores de rugosidade quando comparada as suas respectivas testemunhas.

Porém, de acordo com a análise estatística não ocorreu diferença significativa entre a granulometria das lixas utilizadas quando comparadas entre si para as madeiras de Cedro e Jequitibá-rosa, corroborando com o estudo de Raabe (2016) que utilizou lixas de 180 e 240. Esse resultado pode estar relacionado a diferença de grão entre as lixas utilizadas, pois, segundo Burdurlu, et al. (2005), à medida que o tamanho dos grãos abrasivos diminui (número da lixa maior), a eficácia do rompimento das aparas da madeira reduz. Para a madeira de Tauari, houve uma diferença entre as lixas, tendo apenas uma redução significativa da rugosidade para a lixa de granulometria 230. Esse resultado também pode estar relacionado a granulometria da lixa, pois, segundo Burdurlu, et al. (2005) à medida que o tamanho do grão abrasivo da lixa diminui, tem-se uma superfície mais lisa.

Tabela 7 - Valores médios do parâmetro Ra para as madeiras de Cedro, Tauari e Jequitibá-rosa antes da aplicação dos respectivos revestimentos.

Antes do revestimento							
		Cedro		Tauari		Jequitibá-rosa	
Tratamentos		Ra (µm)		Ra (µm)		Ra (µm)	
Lixa 180	Verniz	5,85	(2,19)	5,41	(2,04)	3,67	(1,84)
	Cetol	4,67	(2,08)	2,76	(0,49)	3,54	(0,68)
	Seladora	5,85	(2,31)	3,43	(1,46)	2,73	(0,55)
	Cera de abelha	7,26	(1,75)	2,58	(1,04)	1,86	(0,71)
Lixa 230	Verniz	3,45	(0,92)	2,24	(0,27)	3,79	(1,98)
	Cetol	4,11	(1,84)	2,54	(0,40)	3,61	(0,61)
	Seladora	4,91	(1,37)	2,41	(0,24)	4,41	(3,86)
	Cera de abelha	4,23	(1,18)	2,37	(0,68)	2,47	(0,42)

Tabela 8 - Valores médios do parâmetro Ra para as madeiras de Cedro, Tauari e Jequitibá-rosa após a aplicação dos revestimentos.

Após o revestimento							
		Cedro		Tauari		Jequitibá-rosa	
Tratamentos		Ra (μm)		Ra (μm)		Ra (μm)	
Lixa 180	Verniz	1,44 a	(0,21)	2,24 ab	(0,56)	1,28 a	(0,32)
	Cetol	1,82 a	(0,88)	1,23 a	(0,42)	1,99 a	(0,59)
	Seladora	5,26 b	(1,93)	3,28 c	(1,14)	2,87 b	(0,73)
	Cera de abelha	5,16 b	(1,77)	1,79 b	(0,38)	1,63 a	(0,28)
Lixa 230	Verniz	1,16 a	(0,23)	1,43 ab	(0,46)	1,15 a	(0,50)
	Cetol	1,88 a	(0,88)	0,98 a	(0,31)	0,91 a	(0,11)
	Seladora	4,33 b	(1,39)	3,58 c	(0,68)	3,79 b	(1,91)
	Cera de abelha	2,31 b	(0,37)	2,22 b	(0,59)	1,93 a	(0,21)

Os valores assinalados com letras diferentes na mesma coluna, em cada lixa, diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. Valores entre parênteses é o desvio padrão.

Por meio das tabelas 7 e 8 é perceptível que houve uma diminuição do parâmetro Ra antes e após aplicação dos produtos para a madeira de Cedro e Tauari, porém, não houve uma diminuição deste parâmetro para o Jequitibá-rosa com a aplicação de seladora, mostrando que para este produto nessa madeira, não ocorreu de fato uma correção da rugosidade.

Para a madeira do Cedro, apesar de ser notado pelas médias que houve uma redução da rugosidade após a aplicação do produto e o processo de lixamento, a interação entre a granulometria das lixas e os tratamentos não foi significativa estatisticamente. Logo, a redução na rugosidade está relacionada a lixa utilizada e ao produto utilizado. A lixa com granulometria 230 e os produtos de acabamento que reduziram a rugosidade do Cedro de forma significativa foram o verniz e o cetol. Fernandes (2023), em seu estudo utilizou dois produtos de acabamento, entre eles, o verniz fosco na madeira de Marupá e constatou que o verniz fosco resultou em uma superfície menos rugosa, corroborando com o resultado desse estudo para essa madeira. De Paula, et al. (2020), estudou a rugosidade de dois produtos de acabamento, sendo eles o verniz e o cetol na madeira de Marupá, e constatou que o produto que resultou em uma superfície mais lisa foi o cetol.

Para a madeira de Jequitibá-rosa, por meio da análise estatística, a interação entre a granulometria da lixa e os produtos de revestimento, não foi significativa estatisticamente, se assemelhando com o Cedro, e tendo sua rugosidade explicada por meio do produto utilizado. Entre os produtos utilizados, o cetol e verniz foram os que reduziram significativamente todos os parâmetros da rugosidade. Enquanto que a seladora foi o produto que menos reduziu de forma significativa o parâmetro Ra. Neves (2016) ao avaliar a rugosidade da madeira de Jequitibá (*Cariniana micranta*) com seladora, notou que todas as amostras submetidas ao

lixamento e posteriormente aplicação da seladora apresentaram valores menores para todos os parâmetros, não se assemelhando aos resultados desse estudo.

A madeira do Tauari se assemelhou com as demais, ou seja, a interação entre a granulometria das lixas e os tratamentos, não foi afetada de forma significativa, sendo importante o produto utilizado para ter uma redução na rugosidade. O produto que afetou a rugosidade em ambas as lixas, foi o cetol. Enquanto que a cera de abelha e a seladora foram os produtos que não reduziram de forma significativa a rugosidade para essa madeira. O fato da cera de abelha não ter interferido na rugosidade da madeira, pode estar relacionado a fatores, como, absorção do produto, tempo de secagem e anatomia da madeira, se assimilando aos resultados de Silva (2021) para o verniz natural e óleo de mamona.

6.2 Qualidade do acabamento

6.2.1 Aderência

A classificação da quantidade de amostras por grau de aderência segundo a norma NBR 11003 (ABNT, 2009) obtida no presente estudo é apresentada nas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Número dos corpos de prova classificados pelo grau de aderência nos diferentes acabamentos com lixa 180.

Espécie	Lixa	Tratamentos	Grau de aderência				
			0	1	2	3	4
Tauari	180	Verniz fosco		1		1	2
		Cetol	2	2			
		Seladora		1	1	2	
		Cera de abelha	3	1			
Cedro	180	Verniz fosco			1	2	1
		Cetol	4				
		Seladora	1	3			
		Cera de abelha	4				
Jequitibá-rosa	180	Verniz fosco		1	1	2	
		Cetol	4				
		Seladora				2	2
		Cera de abelha	4				

Grau de aderência 0: equivale a 0% de destacamento da área do acabamento; Grau de aderência 1: equivale a 5% de destacamento da área do acabamento; Grau de aderência 2: equivale a 15% de destacamento da área do acabamento; Grau de aderência 3: equivale a 35% de destacamento da área do acabamento; Grau de aderência 4: equivale a 65% de destacamento da área do acabamento.

Tabela 10 - Número dos corpos de prova classificados pelo grau de aderência nos diferentes acabamentos com lixa 230.

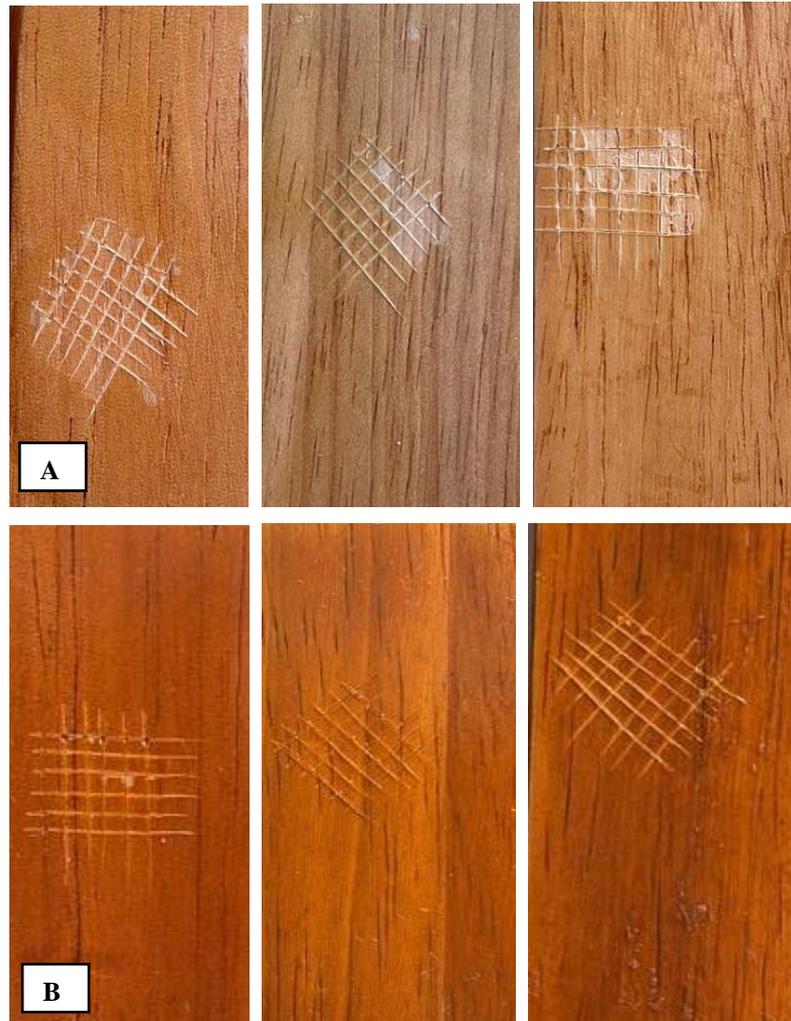
Espécie	Lixa	Tratamentos	Grau de aderência				
			0	1	2	3	4
Tauari	230	Verniz fosco		2	1	1	
		Cetol	4				
		Seladora		1	3		
		Cera de abelha	3	1			
Cedro	230	Verniz fosco	1	2	1		
		Cetol	3	1			
		Seladora		3	1		
		Cera de abelha	4				
Jequitibá-rosa	230	Verniz fosco	1	2		1	
		Cetol	4				
		Seladora			1	2	1
		Cera de abelha	4				

Grau de aderência 0: equivale a 0% de destacamento da área do acabamento; Grau de aderência 1: equivale a 5% de destacamento da área do acabamento; Grau de aderência 2: equivale a 15% de destacamento da área do acabamento; Grau de aderência 3: equivale a 35% de destacamento da área do acabamento; Grau de aderência 4: equivale a 65% de destacamento da área do acabamento.

Os produtos não obtiveram boa aderência, tendo um comportamento diferente para cada produto, espécie e lixa. O produto que obteve o maior número de amostras com 100% de aderência foi a cera de abelha, seguido do cetol para ambas as lixas. Esse resultado em relação a aderência da cera de abelha, pode estar relacionado ao fato de ter sido o único produto que não formou uma película sobre a madeira que pudesse ser destacada. Silva (2021) em seu estudo realizou o teste de aderência nas madeiras do Cedro, Marupá e Cumaru, utilizando cinco produtos de acabamento, entre eles o verniz natural e o óleo de mamona, onde ambos também não criaram uma película que pudesse ser destacada. Logo, o produto que obteve maior aderência por ter formado uma película que pudesse ser destacada foi o cetol.

Os produtos que resultaram em menor aderência foram verniz fosco e seladora. Fernandes (2023) e De Souza, et al. (2011) realizaram o teste de aderência utilizando o verniz a base de poliuretano, ambos obtiveram destacamento da área do produto menor que 5% de aderência, não se assemelhando com o resultado desse estudo. Silva (2021) utilizou o verniz e seladora para o teste de aderência, e ambos não apresentaram destacamento de área superior a 15%, sendo resultados diferentes ao encontrado nessa pesquisa.

Essa diferença em relação a aderência em função da lixa, pode estar relacionada com a granulometria das lixas, pois, segundo Hawks (1995), a lixa 230 é considerada muito fina resultando em uma menor diminuição das imperfeições da superfície da madeira, deixando-a mais uniforme e resultando em uma maior aderência do produto.



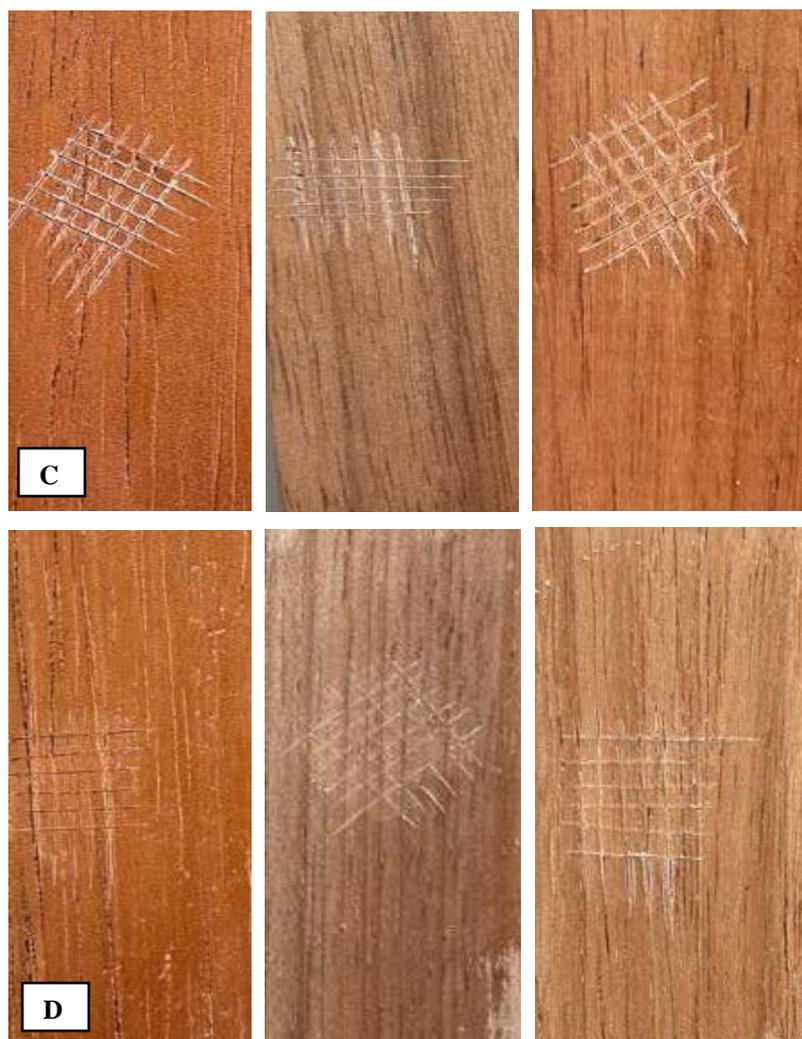


Figura 15 - Grau de aderência nas madeiras. Grupo A: revestimento com verniz; Grupo B: revestimento com cetol; Grupo C: revestimento com seladora; Grupo D: revestimento com cera de abelha. Da esquerda para direita: Cedro, Tauari e Jequitibá-rosa.

Fonte: A autora (2023).

6.2.2 Resistência química

A disposição dos reagentes nos corpos de prova de cada espécie está apresentada na figura 16.

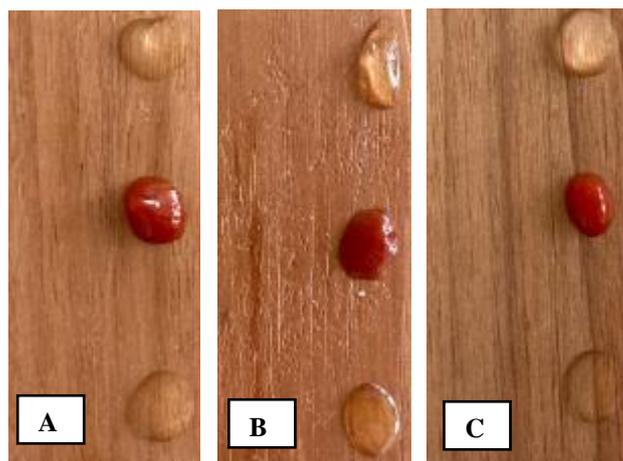


Figura 16 – Disposição dos reagentes. A – Jequitibá-rosa. B – Cedro. C – Tauari. De cima para baixo: álcool etílico, ketchup e óleo de soja.

Fonte: A autora (2023).

O grau de dificuldade de remoção das manchas realizado nos corpos de prova de cada um dos tratamentos nas diferentes espécies, estão especificados na Tabela 11, 12 e 13, seguindo as etapas de limpeza previstas na norma NBR 14535 (ABNT, 2000), apresentada na Tabela 5.

Tabela 11 - Dados referentes à dificuldade de remoção das manchas causadas pelos produtos nos diferentes acabamentos sobre a madeira de Cedro.

		Cedro		
Produto de revestimento		Álcool	Ketchup	Óleo de soja
lixa 180	Verniz fosco	1	1	4
	Cetol	1	1	6
	Seladora	1	1	MP
	Cera de abelha	MP	1	MP
lixa 230	Verniz fosco	MP	1	1
	Cetol	MP	1	1
	Seladora	8	1	1
	Cera de abelha	1	1	MP

Referente as notas: 1 – 6, sendo 6 o grau mais difícil de remoção e MP: mancha permanente. 1: Remoção com água; 2: Remoção com sabão e água; 3: Remoção com água e álcool; 4: Remoção com água e álcool novamente; 5: Remoção com aguarrás; 6: Remoção com saponáceo.

Tabela 12 - Dados referentes à dificuldade de remoção das manchas causadas pelos produtos nos diferentes acabamentos sobre a madeira de Tauari.

		Tauari		
Produto de revestimento		Álcool	Ketchup	Óleo de soja
lixa 180	Verniz fosco	MP	1	1
	Cetol	7	1	1
	Seladora	MP	1	1

	Cera de abelha	6	1	MP
	Verniz fosco	MP	1	1
lixa	Cetol	MP	1	1
230	Seladora	MP	1	1
	Cera de abelha	6	1	MP

Referente as notas: 1 – 6, sendo 6 o grau mais difícil de remoção e MP: mancha permanente. 1: Remoção com água; 2: Remoção com sabão e água; 3: Remoção com água e álcool; 4: Remoção com água e álcool novamente; 5: Remoção com aguarrás; 6: Remoção com saponáceo.

Tabela 13 - Dados referentes à dificuldade de remoção das manchas causadas pelos produtos nos diferentes acabamentos sobre a madeira de Jequitibá-rosa.

Jequitibá-rosa				
	Produto de revestimento	álcool	ketchup	Óleo de soja
	Verniz fosco	4	1	1
lixa	Cetol	1	1	1
180	Seladora	1	1	1
	Cera de abelha	1	1	MP
	Verniz fosco	MP	1	1
lixa	Cetol	4	1	1
230	Seladora	MP	1	1
	Cera de abelha	1	1	MP

Referente as notas: 1 – 6, sendo 6 o grau mais difícil de remoção e MP: mancha permanente. 1: Remoção com água; 2: Remoção com sabão e água; 3: Remoção com água e álcool; 4: Remoção com água e álcool novamente; 5: Remoção com aguarrás; 6: Remoção com saponáceo.

Por meio das tabelas 11, 12 e 13 observou-se que o reagente ketchup foi o único que não deixou vestígio de mancha em nenhum dos tratamentos para nenhuma das espécies, sendo removido logo na primeira etapa de limpeza. O óleo de cozinha obteve resultado parecido com o ketchup, sendo removido logo na primeira etapa de limpeza para os revestimentos com verniz fosco, cetol e seladora para as três espécies, porém, deixou mancha permanente para o revestimento com cera de abelha para todas as espécies mesmo após todas as 8 etapas de limpeza.

Silva (2021) estudou a resistência química de seis reagentes na madeira de Marupá, Cedro e Cumaru tratadas com cinco revestimentos, entre eles a seladora, o verniz natural e óleo de mamona, sendo estes os revestimentos de origem natural. Para as três espécies do estudo o ketchup foi o reagente que não deixou nenhum vestígio de mancha em nenhum dos revestimentos corroborando com o resultado desse estudo. O reagente mais difícil de remoção foi o álcool etílico, deixando o maior número de manchas permanentes. Além disso, a madeira que obteve o maior número de manchas permanentes (MP) foi o Tauari, enquanto que a madeira

que obteve o menor número de manchas foi o Jequitibá-rosa. Isso pode estar relacionado a anatomia da madeira. De acordo com Rodrigues, et al., (2012) o Jequitibá-rosa pode apresentar vasos obstruídos por tilos e o Tauari possui vasos desobstruídos, logo, ocorre uma maior penetração dos produtos na madeira.

Fernandes (2023) utilizou quatro reagentes para a realização desse teste, entre eles o óleo de soja, e juntamente com ketchup não deixaram vestígios de manchas nas madeiras, se igualando a esse estudo em relação ao ketchup e se diferenciando em relação ao óleo de soja. Esse resultado ainda se assemelha ao encontrado por Carvalho (2023), em que para esse teste utilizando quatro reagentes, entre eles, ketchup e óleo de soja, os reagentes foram removidos logo após a primeira limpeza (pano com água) se assemelhando com esse estudo em relação ao ketchup, mas divergindo para o óleo de soja.

É importante observar ainda que entre as duas lixas utilizadas, as manchas foram mais difíceis de serem removidas, deixando até mesmo mais manchas permanentes para a lixa com granulometria 230. Esse resultado pode estar relacionado por ser uma lixa que possui uma grã extrafina, deixando a superfície mais lisa e com menos irregularidades, facilitando a absorção dos reagentes nas madeiras. Inclusive, o produto que foi menos resistente nesse teste resultando em mancha permanente foi a cera de abelha. De acordo com Fernandes (2021) isso pode ter ocorrido por ser um produto natural que possui características diferente dos demais, não formando uma película de proteção na madeira, e conseqüentemente facilitando que o óleo de cozinha fosse absorvido. Enquanto que os produtos mais resistentes para este teste foram a seladora e o cetol.

Esse teste se torna difícil de ser avaliado, pois consta apenas com análise visual podendo possuir diversas interpretações. Para este estudo, a avaliação foi feita apenas por um avaliador, logo, para ter resultados mais concretos é importante ter mais de um avaliador no momento da análise, acarretando em resultados mais precisos.

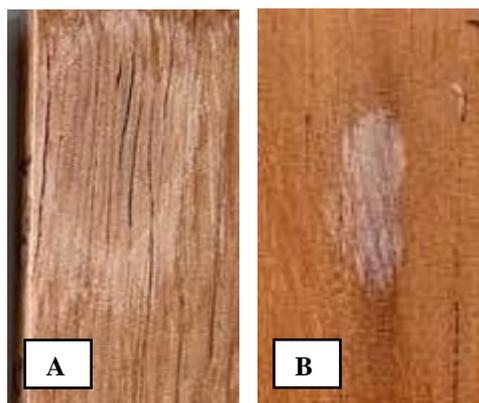


Figura 17 - Manchas resultantes do teste de resistência. A – Mancha de óleo de soja na madeira de Jequitibá-rosa. B – Mancha de álcool na madeira de Cedro.

Fonte: A autora (2023)

7. CONCLUSÕES

- A rugosidade diminuiu apenas com o lixamento, independentemente da lixa utilizada, porém não houve diferença significativa em relação a granulometria das lixas.
- A rugosidade diminuiu com lixamento e os produtos de revestimento.
- O cetol foi o produto que melhor se aderiu as madeiras.
- A cera de abelha foi o produto menos resistente para todas as madeiras, enquanto que o cetol foi o mais resistente.
- O tratamento de madeira para produção de móveis com a utilização de cera de abelha para as madeiras de Cedro, Jequitibá-rosa e Tauari não se torna uma alternativa eficiente em comparação aos outros produtos de origem sintética.

8. RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se testar outros produtos de revestimento natural, como óleo de linhaça, óleo de semente de caju, óleo de mamona, entre outros.
- Recomenda-se realizar o teste de resistência química para essas espécies utilizando outros reagentes, principalmente os alimentícios, por serem os mais utilizados no cotidiano das pessoas.
- Recomenda-se a utilização da análise colorimétrica, visto que, a cor é uma das características que mais sofre alteração.
- Recomenda-se mais de um avaliador para os testes de aderência e resistência química, para obtenção de resultados mais precisos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Fabrício Corrêa; PINHEIRO, Nickson Suan Miranda. Caracterização anatômica e tecnológica e informações de uso e mercado como base para precificação de madeira de espécies florestais comerciais no Pará. 2021.

Anita Stival. Cedrela odorata. Floradigital. Flona de Passo Fundo, RS. 20/03/2013. Disponível em: < https://floradigital.ufsc.br/open_sp.php?img=9823 > Acesso em: 28/11/2023.

ARAND, K. W. A rugosidade na prática. Cosa do Brasil Ltda, 1989.

ARAÚJO, Roberto Daniel de. Avaliação do potencial de espécies manejadas na Amazônia para produção de painéis “EGP”(Edge Glued Panels) não estrutural. 2019.

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.

AVELINO, Elaine Ferreira et al. Avaliação da madeira de teca jovem (*Tectona grandis* L. f.) visando uso em movelaria. 2012.

BIELLA, L. C.; Gênero: Cariniana - Jequitibá. Engenharia Florestal, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 10-20, 1978.

BOZI, Lurdes Dadalto; MASCARENHAS, Adriano Reis Prazeres; DE MELO, Rafael Rodolfo. VARIÇÃO RADIAL DA DENSIDADE E ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA DE TAUARI (*Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth.). Revista Agroecossistemas, v. 13, n. 2, p. 1-15, 2021.

BRAGA, Pedro Paulo de Carvalho. Qualidade na usinagem e no acabamento da madeira de *Coffea arabica*. 2011. Dissertação (Pós-doutorado) – Universidade Federal de Lavras.

BRAINER, M. S. DE C. P. Setor moveleiro: aspectos gerais e tendências no Brasil e na área de atuação do bnb. Caderno Setorial ETENE, v. 34, p. 1–22, 2018.

Burdurlu E, Usta I, Ulupinar M, Aksu B, Erarslan Ç. The effect of the number of blades and grain size of abrasives in planing and sanding on the surface roughness of European black pine and Lombardy poplar. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 2005; 25: 315-321.

CAMARGOS, José Arlete Alves; GONÇALEZ, Joaquim Carlos. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. 2001.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica; Colombo: Embrapa Floresta, 2003. 739 p.

- CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica; Colombo: Embrapa Floresta, 2010. 644 p.
- CARVALHO, Vanessa da Silva Ferreira de. Propriedades tecnológicas da madeira de *Dipteryx odorata* (cumaru) para a produção de móveis externos. 2023. 38 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) — Universidade de Brasília, Brasília, 2023.
- CERCHIARI, Aline Maria Faria; GAVA, Maristela; GARCIA, José Nivaldo. AVALIAÇÃO DE PRODUTOS PARA IMPERMEABILIZAÇÃO DE MADEIRA. *Cerne*, v. 16, p. 1-8, 2010.
- CORADIN, V. T. R. et al. Madeiras comerciais do Brasil: chave interativa de identificação baseada em caracteres gerais e macroscópicos. **Brasília, DF: Serviço Florestal Brasileiro, Laboratório de Produtos Florestais**, 2010.
- COSTA, Helson M; RAMOS, V. D. Efeito do óleo de mamona em composições de borracha natural contendo sílica. *Polímeros*, v. 14, p. 46-50, 2004.
- COSTA, J. A.; GONÇALEZ, J. C.; CAMARGOS, J. A. A.; GOMES, I. A. S. Fotodegradação de duas espécies de madeiras tropicais: jatobá (*Hymenaea courbaril*) e tauari (*Couratari oblongifolia*) submetidas à radiação ultravioleta. *Cerne*, v. 17, n. 1, p.133-139, 2011.
- Couratari oblongifolia* Ducke & R.Knuth. Disponível em: < <https://identify.plantnet.org/pt-br/the-plant-list/observations/1000414520> > Acesso em: 28/11/2023.
- CRUZ, E. D. Germinação de sementes de espécies amazônicas: tauari-branco (*Couratari oblongifolia* Ducke & Kunth). 2016.
- CUNHA, Viviane. Tintas imobiliárias, vernizes & solventes. In: VIII Congresso Nacional de Excelência. 2012.
- CURY, Graziela. Descrição da estrutura anatômica do lenho e sua aplicação na identificação de espécies arbóreas do cerrado e da Mata Atlântica do Estado de São Paulo. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- DA SILVA, José Reinaldo Moreira et al. Parâmetros de qualidade da usinagem para determinação dos diferentes usos da madeira de *Eucalyptus*. *Cerne*, v. 15, n. 1, p. 75-83, 2009.
- DE CADEMARTORI, Pedro Henrique Gonzalez; GATTO, Darci Alberto; STANGERLIN, Diego Martins. DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA DAS MADEIRAS DE *CEDRELA FISSILIS* VELL., *CEDRELA ODORATA* L. E *CEDRELINGA CATENAEFORMIS* DUCKE.
- DE MESQUITA, Robert Rossi Silva; GONÇALEZ, Joaquim Carlos; DE PAULA, Marcella Hermida. Comportamento da madeira de *Tectona grandis* frente ao intemperismo. *Floresta*, v. 47, n. 1, p. 29-36, 2017.

- DE SIQUEIRA, Karinne Pereira et al. Principais metodologias de mediação de estado de superfícies. *RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais*, v. 5, n. 2, p. 203-210, 2003.
- DE SOUZA¹, Maria Odete Alves; DE CASTRO SILVA, José; EVANGELISTA, Wesley Viana. Aplicação de acabamentos superficiais em madeira de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* ST Blake visando ao uso na indústria moveleira. Evaluation of surface finishes on the wood of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. and of. Evaluation of surface finishes on the wood of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. and of, 2011.
- decorativas de curupixá (*Micropholis venulosa* Mart. Eichler). *Floresta e Ambiente*, v. 24,
- DOS SANTOS POMPEU, Gisele do Socorro. Estudo de secagem da madeira de três espécies florestais em secador à base de resíduos industriais na região de Santarém-PA. 2018.
- FERNANDES, J. G.; BRANCO, J. M. A Utilização Sustentável Das Malhas Estruturais De Madeira. 3º Congresso Luso-Brasileiro. Materiais de construção sustentáveis., p. 155, 2018.
- FERNANDES, Milleny Eduarda da Silva. Qualidade da superfície da madeira de Simarouba amara tratada com diferentes produtos de acabamento. 2019. 39 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) — Universidade de Brasília, Brasília, 2023.
- FERNANDES, Neila Cristina Lima; VALLE, Mara Lúcia Agostini; CALDERON, Claudene Menezes Atayde. Características físicas e anatômicas de *Cedrela odorata* L. e *Cedrelinga cateniformis* Ducke. **Floresta e Ambiente**, v. 25, 2017.
- FONSECA, Mariane Alves da. Análise do processo de lixamento na madeira de *pinus elliottii* e *eucalyptus saligna*. 2016.
- 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.
- GALINARI, R. et al. A competitividade da indústria de móveis do Brasil: situação atual e perspectivas. *BNDES Setorial*, v. 37, p. 227–272, 2013.
- GARCIA, F. M.; MANFIO, D. R.; SANSÍGOLO, C. A.; MAGALHÃES, P. A. D. Rendimento no desdobro de toras de Itaúba (*Mezilaurus itauba*) e Tauari (*Couratari guianensis*) segundo a classificação da qualidade da tora. *Floresta e Ambiente*, v. 49, n. 4, p. 468-474, 2012.
- GOMES, Joseanne Mendes. Diagnóstico da qualidade das jóias fabricadas na cidade de Manaus. XVI Jornada de Iniciação Científica PIBIC CNPq/FAPEAM/INPA, 2007.
- GONÇALEZ, Joaquim Carlos et al. Efeito da radiação ultravioleta na cor da madeira de freijó (*Cordia goeldiana* Huber) após receber produtos de acabamentos. *Ciência Florestal*, v. 20, p. 657-664, 2010.

- HAWKS, Leona K. Acabamento e retoque de madeira: lixamento. 1995.
- IPE – Instituto de Pesquisas Ecológicas. Cedrela odorata L. Disponível em: <<http://flora.ipe.org.br/sp/?name=cedrela+odorata>> Acesso em: 29 de outubro de 2023.
- IPT. Instituto de pesquisas tecnológicas do estado de São Paulo S/A - IPT. Informações sobre madeiras-Tauari. São Paulo. IPT, 1989.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP. Informações sobre madeiras-Tauari. São Paulo, 2023.
- IUCN – International Union for Conservation of Nature (União Internacional para a Conservação da Natureza). Red List of Threatened Species (Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas). Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/32292/68080590>> Acesso em: 29 de outubro de 2023.
- Jequitibá rosa - Cariniana legalis. Disponível em: < <https://www.arvores.brasil.nom.br/new/jequitibarosa/index.htm> > Acesso em: 28/11/2023.
- LEÃO, F. C. et al. Efeito do intemperismo artificial na rugosidade e na cor da madeira de cedro LOCATELLI, Marília; MACEDO, R. de S.; VIEIRA, Abadio Hermes. Caracterização de sintomas de deficiências em cedro rosa (Cedrela odorata L.). 2006.
- Madeiras que Comercializamos. Disponível em: < <http://nortexmadeiras.weebly.com/nossos-produtos.com> > Acesso em: 28/11/2023.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. Fichas de características das madeiras brasileiras. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. 418 p. (Publicação IPT, 1791)
- MARTINS, Sabrina Andrade et al. Efeito da usinagem na rugosidade da superfície da madeira de Eucalyptus benthamii. Floresta e Ambiente, v. 18, n. 2, p. 135-143, 2012.
- MELO SILVA, S. M.; WADT, L. H. O.; MESQUITA, A. G. G.; MARTINS, K. Impacto da exploração madeireira na diversidade genética e área basal de jatobá na Amazônia sulocidental. Scientia Forestalis, v. 44, n. 111, p. 545-555, 2016.
- MELO, J. E. de; CARVALHO, G. M. de; MARTINS, V. A. Espécies de madeiras substitutas do mogno. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 1989. 16 p.
- MENDES, Thais Jacob et al. Efeito do intemperismo artificial na cor de lâminas de madeira tratadas com dois produtos de acabamento. **Cerne**, v. 22, p. 101-110, 2016.
- METROLOGIA – Rugosidade. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/metrologia-rugosidade/4700308/>. Acesso em: 23 de novembro de 2023.
- Neves, G. S. Efeito do Lixamento e da Aplicação de Seladora na Qualidade da Superfície da Madeira de Jequitibá (Cariniana micrantha Ducke). UNB, 2016.

OREM, C.F. Madeiras de garapa (*Apuleia leiocarpa* J. Vogel) e angelim pedra (*Hymenolobium petraeum* Ducke) tratadas com produto atóxico para produção de 38 utensílios domésticos. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília.

OTHON, Rui. Folhagem de Jequitibá-rosa, 30 de abril de 2010. Disponível em: < [https://www.arvores.brasil .nom.br/new/ jequitibarosa/index.htm](https://www.arvores.brasil.nom.br/new/jequitibarosa/index.htm) > Acesso em: 29/11/2023.

PATIÑO GUÍO, Lyda Milena. Compostos orgânicos voláteis em tintas imobiliárias: caracterização e efeitos sobre a qualidade do ar em ambientes internos construídos. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PEREIRA, Karolina do Nascimento et al. Qualidade da superfície da lâmina de madeira de figueira (*Ficus spp.*) submetida a tratamentos de acabamentos. 2015.

PROCÓPIO, Lilian Costa et al. As espécies de tauari (*Lecythidaceae*) em florestas de terra firme da Amazônia: padrões de distribuição geográfica, abundâncias e implicações para a conservação. *Acta Botanica Brasilica*, v. 24, p. 883-897, 2010.

PROCÓPIO, Lilian Costa; SECCO, Ricardo de Souza. A importância da identificação botânica nos inventários florestais: o exemplo do "tauari" (*Couratari spp.* e *Cariniana spp.*-*Lecythidaceae*) em duas áreas manejadas no estado do Pará. *Acta amazonica*, v. 38, p. 31-44, 2008.

RAABE, J.; DEL MENEZZI, C.; GONÇALEZ, J. Avaliação da superfície de lâminas decorativas de curupixá (*Micropholis venulosa* Mart. Eichler). **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2016.

RAMALHO DE OLIVEIRA, Luiz Felipe et al. Cultivo de meliáceas arbóreas no Brasil. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science/Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, v. 12, n. 2, p.139- 151, 2019.

REIS, P. C. M. R.; REIS, L. P. SOUZA, A.L.; CARVALHO, A. M. M. L.; MAZZEI, L.; REIS, A. R. S.; TORRES, C. M. M. E. Agrupamento de espécies madeireiras da Amazônia com base em propriedades físicas e mecânicas. *Ciência Florestal*, v. 29, n. 1, p. 336-346, 2019.

RIBEIRO, Edilene Silva. Propriedades tecnológicas de vinte espécies de madeiras tropicais comercializadas pelo estado de Mato Grosso. 2017.

RODRIGUES, Brunela et al. *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (*Lecythidaceae*): descrição dendrológica e anatômica. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

Santin, CK, Rocha, TLA de C., Gehm, GOS, & Schwade, PV (2023). Produção de tinta com resíduos de casca de laranja e poliestireno expandido (EPS). *DELOS: DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE*, 16 (47), 2705–2718.

SANTINI JUNIOR, Luiz. **Descrição macroscópica e microscópica da madeira aplicada na identificação das principais espécies comercializadas no estado de São Paulo-Programas São Paulo Amigo da Amazônia e Cadmadeira**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SANTOS JUNIOR, M. C.; MACHADO, A. R.; COSTA, E. S.; BARROZO, M. A. S. Efeito das propriedades mecânicas e condições de corte sobre a rugosidade no torneamento de ligas de alumínio. Anais do 6o Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 2011, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.

SANTOS, J. X.; VIEIRA, H. C.; SILVA, E. L.; MUÑIZ, G. I. B.; SOFFIATTI, P.; NISGOSKI, S. Near infrared spectroscopy for separation of tauari wood in brazilian amazon native forest. *Journal of Tropical Forest Science*, v. 32, n. 3, p. 227-236, 2020.

SANTOS, José António dos; DUARTE, Carlota. Degradação e proteção superficial da madeira em exterior. *Revista Corrosão e Protecção de Materiais*, v. 32, p. 10-18, 2013.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS – LPF. Banco de Dados de Madeira Brasileiras,[online]. Brasília, 2021 <https://lpf.florestal.gov.br/pt-br/madeiras-brasileiras>. Acesso em: 20 de outubro de 2023.

SILVA, Emily Caroline Deolinda da et al. Análise de metais pesados oriundos da fabricação de tintas. 2022.

SILVA, José Reinaldo Moreira da et al. BT 49-Indicações técnicas para o dimensionamento do setor de acabamento de móveis de madeira e derivados. 2021.

SILVA, José Reinaldo Moreira da. Relações da usinabilidade e aderência do verniz com as propriedades fundamentais do *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. 2013.

SILVA, JRM et al. Produtos utilizados no setor de acabamento de móveis de madeira—características e técnicas de aplicação. SIF: Viçosa, s/d, 2002.

SILVA, L.F. Comportamento de lâminas de madeiras de três espécies florestais submetidas à fotodegradação artificial após serem tratadas com diferentes produtos de acabamentos. 2021. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília.

SORAGI, L.C. Qualidade de superfícies usinadas em madeira de *Toona ciliata* M. Roem. 2009. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.

SOUSA, Fátima Regina da Rocha et al. Estudo do envernizamento de madeiras exóticas com vernizes aquosos. 2008.

TRINDADE, Gilmar. Consciência ambiental: resíduos gerados pelas tintas e solventes em flexografia.

VARASQUIM, Francisco Mateus Faria de Almeida. Efeitos da granulometria, do desgaste e do tipo de material abrasivo no lixamento plano de madeiras. 2014.

ZACARIAS, Demétrio. Análise do processo de lixamento tubular da madeira de *Corymbia citriodora*. 2012.