

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Efeito do Lixamento e da Aplicação de Seladora na Qualidade da Superfície da Madeira de Jequitibá (*Cariniana micrantha* Ducke).

Estudante: Gabriela de Souza Neves
Matrícula: 11/0118715

Linha de Pesquisa: Tecnologia de Produtos Florestais
Orientador: Prof. Dr. Joaquim Carlos Gonzalez - EFL/UnB
Coorientadora: Msc. Marcella Hermida de Paula

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

Brasília-DF, junho de 2016

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

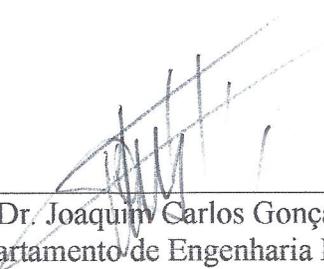
Efeito do Lixamento e da Aplicação de Seladora na Qualidade da Superfície da Madeira de Jequitibá (*Cariniana micrantha* Ducke).

Estudante: Gabriela de Souza Neves

Matrícula: 11/0118715

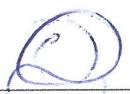
Menção: SS

Aprovada por



Prof. Dr. Joaquim Carlos Gonzalez (Orientador)
Departamento de Engenharia Florestal – UnB

Dr. Thiago Oliveira Rodrigues
Departamento de Engenharia Florestal - UnB



Edilene Silva Ribeiro
Doutoranda em Ciências Florestais - UnB

Brasília, junho de 2016.

*À minha mãe Ana Karla, ao meu pai
Lázaro, aos meus irmãos Gustavo,
Luiz e Amanda e aos meus sobrinhos,
pela energia transmitida que me dá
forças para sempre seguir em frente.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Joaquim Carlos Gonzalez, pelos ensinamentos e orientação.

À minha coorientadora, Msc. Marcella Hermida de Paula, por quem tenho grande admiração, pelo seu apoio, paciência, transmissão de conhecimentos, incentivo, bom humor, amizade e por sempre estar à disposição.

À Empresa JB Madeiras por ter disponibilizado a madeira e viabilizado o trabalho.

À todo o pessoal do Departamento de Engenharia Florestal, pelos equipamentos disponibilizados e orientações.

Ao Msc. Robert Rossi Silva de Mesquita por sempre estar presente durante meus encontros com minha coorientadora, e por também me auxiliar, transmitir conhecimentos e divertir o ambiente.

Ao doutorando Joabel Raabe pelo auxílio na execução das medidas de permeabilidade.

À minha mãe e ao meu pai, Ana Karla Souza de Oliveira e Lázaro Luiz Neves, pela revisão do trabalho e por sempre acreditarem em mim.

Ao meu companheiro, Matheus Martins Maranhão, pelo apoio e ajuda na revisão do trabalho.

Aos meus amigos de graduação que sempre fizeram parte deste longo caminho.

À todos o meu muito obrigada!

RESUMO

O jequitibá (*Cariniana micrantha* Ducke) é uma espécie florestal nativa da Floresta Amazônica que possui uma madeira de qualidade e que pode ser utilizada para diversos fins. O objetivo deste estudo foi avaliar a superfície da madeira de jequitibá submetida a diferentes tipos de lixas e tratada com produto de acabamento, sendo observado o comportamento da cor, textura e molhabilidade, visando sua utilização no segmento moveleiro. O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília. Uma peça de madeira de jequitibá cedida pela empresa JB Madeiras (Brasília) foi desdobrada em 20 corpos de prova, submetidos aos ensaios de rugosidade, colorimetria e de molhabilidade. Os ensaios foram realizados antes e depois do material ser submetido ao lixamento com três diferentes lixas, e depois da aplicação de uma seladora. Um tratamento adicional foi realizado seguindo o procedimento padrão das indústrias, onde os corpos de prova foram lixados por todas as lixas, finalizando-se com a aplicação da seladora. A superfície da madeira de jequitibá apresentou, de maneira geral, pouca diferença em sua rugosidade entre os tratamentos. No entanto, o tratamento seguindo o procedimento industrial tornou a sua superfície mais lisa. A madeira inicialmente classificada como de cor rosa-acinzentado não apresentou diferenças significativas na cor quando lixada. Já a aplicação da seladora e o tratamento industrial promoveram seu escurecimento, classificando-a como de cor marrom-claro e marrom-avermelhada, respectivamente. Não foram verificadas alterações na molhabilidade da madeira estudada. A indústria moveleira pode maximizar as etapas de acabamento desta espécie com base nestas informações.

Palavras-chave: madeira, *Cariniana micrantha*, rugosidade, cor, molhabilidade, indústria.

ABSTRACT

Jequitibá (*Cariniana micrantha* Ducke) is a native forest species from Amazon rainforest which wood is valued and used for many purposes. This work's objective was to evaluate the surface of the jequitibá wood submitted to different types of sandpaper and treated with a finish product, looking up its color, texture and wettability behavior, aiming its usage at the furniture market. This work was performed at the Wood Technology Laboratory of the Department of Forestry Engineering at the University of Brasília. A piece of jequitibá wood was provided by JB Madeiras (Brasília) and was unfolded in 20 (twenty) samples, submitted to roughness trial, colorimetry trial, and wettability. The trials were performed before and after the samples were submitted to manual sanding with three different sandpapers, and after the application of the sealer. An additional treatment was performed following industries standards, where the samples were submitted to manual sanding with all the sandpapers, ending up with the application of the sealer. In general, the surface of the jequitibá wood revealed little roughness difference among the treatments realized. However, the treatment following industries standards turned the surface plainer. The wood color initially classified as greyish pink has not presented significant differences in the color when manually sanded. On the other hand, the sealer application and the industrial treatment promoted its darkening, classifying it as light brown and reddish brown, respectively. No variations were verified at the studied wood wettability. The furniture market can maximize this species finishing steps based on this information.

Key-words: wood, *Cariniana micrantha*, roughness, color, wettability, industry.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
3	REVISÃO DA LITERATURA	12
3.1	Jequitibá (<i>Cariniana micrantha</i> Ducke)	12
3.2	TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE	13
3.2.1	Lixamento.....	13
3.2.2	Aplicação de seladora.....	13
3.3	ASPEREZA DA MADEIRA	14
3.4	COR DA MADEIRA	15
3.5	PERMEABILIDADE DA MADEIRA	18
4	METODOLOGIA	18
4.1	ORIGEM E CONFEÇÃO DOS CORPOS DE PROVA	18
4.2	TRATAMENTO SUPERFICIAL DA MADEIRA	19
4.3	TRATAMENTOS	19
4.4	ENSAIO DE RUGOSIDADE	20
4.5	ENSAIO DE COLORIMETRIA	21
4.6	ENSAIO DE GONIOMETRIA	22
4.7	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	22
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1	RUGOSIDADE DA MADEIRA DE JEQUITIBÁ	23
5.2	COLORIMETRIA DA MADEIRA DE JEQUITIBÁ	28
5.3	PERMEABILIDADE DA MADEIRA DE JEQUITIBÁ	35
6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	37
7	REFERÊNCIAS	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem do perfil da rugosidade média	15
Figura 2 - Imagem do perfil da rugosidade de profundidade média	15
Figura 3 – Representação do Sistema Colorimétrico CIE L*a*b* 1976	17
Figura 4 - Sistema de Coordenadas de Cores CIE L*a*b* 1976	17
Figura 5 – Rugosímetro Surfrest SJ - 400 (Mitutoyo).....	21
Figura 6 - Espectrofotômetro Color Eye XTH - X-Rite.....	22
Figura 7 – Goniômetro Krüss DSA30.....	22
Figura 8 – Perfil do parâmetro R_a de um corpo de prova sem tratamento.	25
Figura 9 – Perfil do parâmetro R_a de um corpo de prova lixado.....	26
Figura 10 – Perfil do parâmetro R_a de um corpo de prova lixado com seladora.	26
Figura 11 - Perfil do parâmetro R_a de um dos corpos de prova antes de receber o tratamento padrão.....	27
Figura 12 - Perfil do parâmetro R_a o corpo de prova após receber o tratamento padrão. ...	27
Figura 13 - Amostras testemunhas.	32
Figura 14 - Amostras com lixa 120 e seladora.....	32
Figura 15 - Amostras com lixa 220 e seladora.....	32
Figura 16 - Amostras com lixa 320 e seladora.....	33
Figura 17 - Amostras com tratamento padrão.	33
Figura 18 - Curvas de reflectâncias dos diferentes tratamentos da madeira de jequitibá ...	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Procedimentos realizados nos corpos de prova.	20
Tabela 2 - Valores dos parâmetros de rugosidade da madeira de jequitibá dos tratamentos estudados.	24
Tabela 3 - Valores dos parâmetros colorimétricos da madeira de jequitibá nos tratamentos estudados.	29
Tabela 4 - Classificação das cores dos tratamentos estudados, segundo a tabela de cores elaborada por Camargos e Gonzalez (2001).	31
Tabela 5 - Valores médios dos ângulos de gotas depositadas na madeira de jequitibá em corpos de prova testemunhas e de tratamento padrão.	35
Tabela 6 - Valores médios dos ângulos de gotas depositadas na madeira de jequitibá em corpos de prova sem seladora e lixadas com diferentes gramaturas de lixas.	35
Tabela 7 - Valores médios dos ângulos das gotas depositadas na madeira de jequitibá em corpos de prova com seladora e lixadas com diferentes gramaturas de lixa.	36

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui 8.515.000km² de extensão territorial (IBGE, 2015), sendo 422 milhões de hectares de florestas nativas e 6,1 milhões de hectares de florestas plantadas (VITAL, 2009). Devido ao seu território extenso e clima ideal na maioria de suas regiões, o Brasil se tornou um grande produtor madeireiro.

A partir da conferência mundial Rio - 92, países Europeus, como França, Finlândia e Alemanha, consideraram a aplicação da madeira na construção como um fator importante para o desenvolvimento sustentável (MEIRELLES, 2007).

Em consequência da extensa escala de produção de madeira no território brasileiro, o setor moveleiro nacional avançou muito na década de 90, quando sua produtividade, em alguns segmentos, se aproximou aos dos níveis internacionais, possibilitando um grande salto como exportador nesta década (GORINI, 1998). Mas, com o tempo, a indústria moveleira mundial vem experimentando importantes inovações que causaram a perda de competitividade dos móveis brasileiros no mercado (GALINARI, 2010).

Para reverter este quadro, se faz necessário a ocorrência de novos estudos e experimentos no Brasil com enfoque na qualidade da madeira destinada para construção de móveis, de modo a determinar a melhor forma de acabamento para os diferentes tipos de madeiras utilizadas nesse setor. A partir destes estudos será possível introduzir o país no mercado interno de forma a competir com as empresas internacionais inseridas no território brasileiro, e atuar também no mercado internacional.

Atualmente, madeiras alternativas estão sendo estudadas e usadas no setor moveleiro com o objetivo de aumentar a variedade de produtos, amenizando a dificuldade de disponibilidade de espécies nativas tradicionais.

O jequitibá é uma espécie nativa da Floresta Amazônica que ocorre principalmente no norte do país, nos estados do Acre, Amazonas e Rondônia (SMITH et. Al, 2015), e possui uma madeira muito valorizada e utilizada para construção de rodapés, embarcações, miolo de chapas compensadas, miolo de portas, cabos de ferramentas (IPT, 2013), bem como na construção de artigos de escritório, molduras para quadros, forros, instrumentos musicais e parte interna de móveis finos (AMATA, 2013). É uma madeira fácil de ser trabalhada, uma vez que possui excelente acabamento superficial em plainas e também lixas, apesar de ser considerada uma madeira de baixa durabilidade natural (SOUZA,

1997; CAMARGOS, 2001), sendo recomendado a impregnação com produtos de acabamento.

Existem inúmeras maneiras de determinar a qualidade da madeira. Por exemplo, para avaliar a qualidade de um perfil bidimensional da superfície da madeira utiliza-se o rugosímetro, um equipamento eletrônico que percorre as superfícies com uma ponta de contato em que este movimento é captado por sensores eletrônicos apresentando a rugosidade em gráficos e valores dos parâmetros (GUEDES, 2014).

A análise da cor é um dos fatores mais importantes da estética, que se associa à superfície e ao desenho de uma peça de madeira, e pode ser determinada por um espectrofotômetro. Segundo Camargos (2001), esta característica da madeira é uma das mais importantes para identificação e indicação de usos de espécies.

Segundo Hansmann (2002), a permeabilidade da madeira para líquidos e gases desempenha um importante papel em um número de processos técnicos, como o tratamento da madeira com preservativos químicos, no processo de polpação ou na secagem da madeira, de maneira que quanto mais permeável a madeira, mais facilmente ela é processada ou tratada. Para medir a molhabilidade, estudos normalmente apresentam a medida do ângulo de contato, indicando o grau de molhabilidade quando um sólido e um líquido interagem (YUAN, 2013), e essa medição é feita com a ajuda de um goniômetro.

Estes parâmetros para avaliar a qualidade da madeira vêm se tornando cada vez mais frequentes na indústria. O estudo destes contribui para esclarecer os usos destas técnicas na melhoria da qualidade superficial de produtos de madeira.

2 OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo avaliar a rugosidade, a cor e a molhabilidade da madeira de jequitibá (*Cariniana micrantha* Ducke) quando tratada com diferentes tipos de lixas e um produto de acabamento, visando ampliar e orientar sua utilização na indústria de móveis.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Jequitibá (*Cariniana micrantha* Ducke)

Segundo o Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia (2007), o jequitibá (*Cariniana micrantha* Ducke) é popularmente conhecido como castanha-de-macaco, cachimbeira, castanha-vermelha, cerú, tauari, tauari-cachimbo, tauari-coco e tauari-vermelho. Pertencente à família Lecythidaceae, o gênero *Cariniana* possui espécies muito parecidas fisicamente, por isso é comum serem comercializadas sem distinção.

A árvore é emergente ou co-dominante do dossel da floresta, podendo atingir até 60m de altura e 150cm de DAP; seu tronco é cilíndrico com base reta ou com sapopemas baixas; casca marrom-escura a cinza, com fissuras rasas sem se desprender do fuste; ramos glabros, mas quando jovens, possuem revestimento de pelos acinzentados; folhas simples, com disposição alterna e textura cartácea, pecíolo curto e levemente alado, lâmina oblonga a lanceolada, glabra e verde-clara. Possui inflorescência com flores pequenas, branco-amareladas e aromáticas, e frutos marrom avermelhados. Sua semente é de cor marrom, mede 1,5cm de comprimento e 0,7cm de largura e possui ala unilateral membranácea, translúcida e marrom-clara (INFORMATIVO TÉCNICO REDE DE SEMENTES DA AMAZÔNIA, 2007).

O principal produto da espécie é a sua madeira, considerada de média densidade por possuir densidade básica de 580 kg/m³, densidade a 12% de umidade de 680 a 690 kg/m³ e densidade verde de 1.060 kg/m³(IBAMA). De cor castanho-amarelado no cerne e mais clara no alburno, fácil de ser trabalhada, secagem rápida mas com leve tendência à rachadura superficial, encaçamento, torcimento e encurvamento. A espécie ocorre em florestas maduras de terra-firme da Amazônia Central, nos estados do Amazonas, Rondônia e Pará (INFORMATIVO TÉCNICO REDE DE SEMENTES DA AMAZÔNIA, 2007).

É uma espécie utilizada em marcenaria, construção geral, cabo de ferramentas, caixa e engradado, canoas e remos (SOUZA, 1997), entretanto, tem o seu uso mais voltado para a construção de móveis e armações (RODRIGUES, 2012), motivo pelo qual a espécie foi escolhida para o estudo.

A *Cariniana micrantha* está entre as 19 espécies de madeira mais transportadas e, conseqüentemente, mais comercializadas com o uso do Documento de Origem Florestal

(DOF) na região amazônica, cujo preço do metro cúbico da madeira é de R\$520,00 (IBAMA, 2008 apud RIBEIRO, 2013).

É uma espécie que possui madeira com grã direita, textura média, brilho moderado e não possui cheiro (SOUZA, 1997). Sua madeira é macia ao corte e tem baixa resistência natural ao ataque de organismos xilófagos, porém, é bastante permeável a soluções preservativas, o que aumenta consideravelmente sua resistência natural. Possui raios finos visíveis no topo e na face tangencial, identificáveis apenas sob lente, com camadas de crescimento distintas (IPT, 2013).

3.2 TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE

3.2.1 Lixamento

O lixamento da superfície da madeira é o primeiro e o mais comum processo de tratamento. Segundo Zacarias (2012), o lixamento é considerado um dos processos primordiais para se aplicar acabamento em uma madeira além de ser um processo complexo de se estudar, devido a heterogeneidade da madeira.

Esse tratamento tem como intuito remover pequenas impurezas que se incrustam na madeira durante o manuseio ou remover material para ajuste de dimensões (SANTIAGO, 2011). Além disso, o lixamento permite que produtos de acabamento que serão aplicados posteriormente, como seladora, colagem, pintura, sejam aplicados de forma uniforme por toda sua superfície, influenciando diretamente no resultado final do móvel ou objeto de madeira (REMADE, 2008).

3.2.2 Aplicação de seladora

Há diversas formas de prevenir à madeira da fotodegradação, como a aplicação de compostos químicos inorgânicos, a aplicação de produtos de acabamento como vernizes, stains e tintas, que embora forneçam algum tipo de proteção podem alterar o aspecto natural da madeira (GONÇALEZ, 2010).

A seladora utilizada em indústrias, da marca Sayerlack NL 9245 00, é recomendada para móveis em geral de interiores, para o mercado americano e europeu, com o intuito de tratar e conservar a madeira (Renner Sayerlack S.A., 2011).

3.3 ASPEREZA DA MADEIRA

A aspereza da madeira é uma das características mais importantes relacionada à qualidade da madeira, de modo que quanto menor a aspereza, melhor o produto, apresentando menos imperfeições, irregularidades e captando menos sujeira, de modo que a madeira áspera dificulta na limpeza (HENZ, 2005).

Fatores como ângulo de direção das fibras, velocidade do corte, profundidade, teor de umidade da madeira durante o corte, direção do corte, número de lâminas, tipo de madeira influenciam diretamente na aspereza da sua superfície. Quando todos os outros fatores são mantidos constantes, são obtidos diferentes valores de suavidade nos diferentes tipos de madeira e seções (radial ou tangencial) (BURDURLU, 2005).

Segundo Burdurlu (2005), a aspereza é definida como desvios de altitude em uma superfície, de modo que é perfeitamente lisa aquela que não houver desvios. O mercado moveleiro procura por uma madeira lisa, por isso a importância da utilização de um rugosímetro.

O rugosímetro é um aparelho eletrônico muito usado na indústria para determinar perfis lineares em superfícies de materiais. Ele mede variações verticais em função de um deslocamento horizontal e é usado para verificar rugosidade em materiais como metais, plásticos, superfícies de dentes, madeiras entre outros (SORAGI, 2009). São calculados três parâmetros de amplitude a partir do gráfico construído durante a medição da rugosidade da superfície, sendo eles R_a , R_q e R_z , que, segundo Santos (2011), R_a é o parâmetro de controle para se verificar alterações em processos industriais, e R_q e R_z são parâmetros que servem para diferenciar a rugosidade de superfícies que possuam o mesmo R_a .

A norma ISO 4287 (1997) explica os parâmetros de amplitude da rugosidade, em que R_a é a rugosidade média, ou seja, média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de afastamento (y_i), dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média, dentro do percurso de medição (l_m), assim, como o valor de R_a é uma média, grandes alterações na superfície do material (defeitos) são ocultados (DIAS, 2013) (Figura 1).

O valor de R_q é o desvio médio quadrático, é correspondente ao R_a , assim sua elevação ao quadrado aumenta o efeito das irregularidades que se afasta da média (METROLOGIA – RUGOSIDADE, 2012). Por sua vez, o valor de R_z corresponde ao

valor da rugosidade de profundidade média, em que se calcula a distância vertical entre o pico mais alto e o vale mais profundo dentro de um comprimento de amostragem (l_e), fazendo-se a média aritmética dos R_z em amostragens consecutivas, isto é, é a soma dos valores absolutos das ordenadas dos pontos de maior afastamento, acima e abaixo da linha média, contidos no plano de observação (DIAS, 2013) (Figura 2).

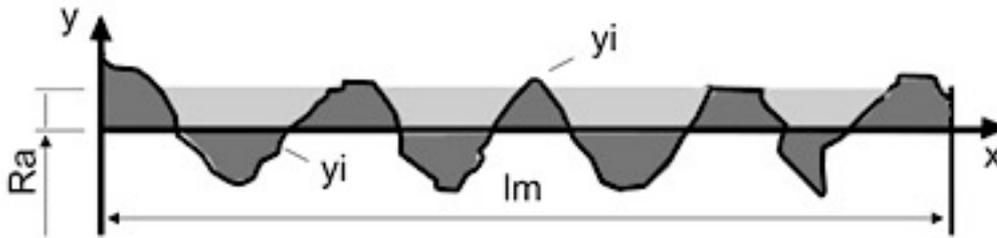


Figura 1 - Imagem do perfil da rugosidade média. Fonte: LOPES, 2014 apud CASTRO, 2000.

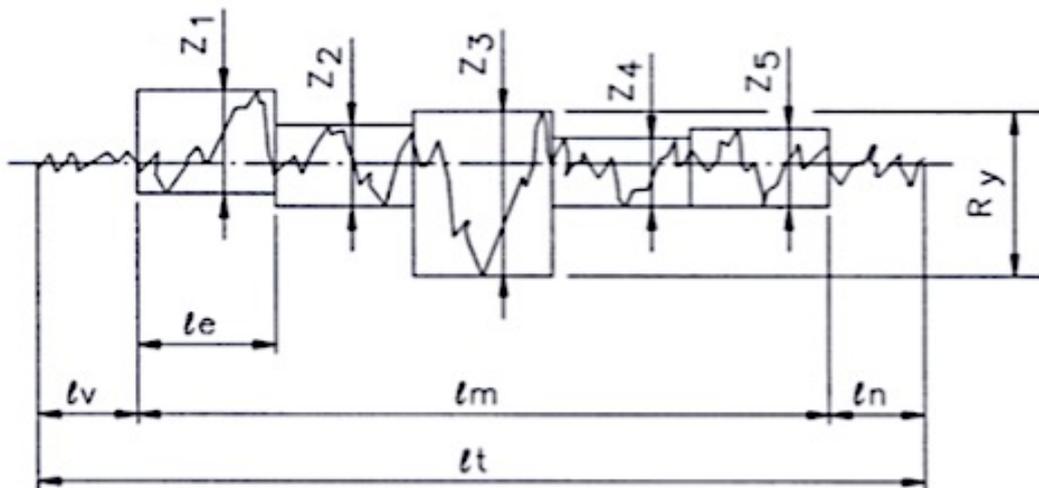


Figura 2 - Imagem do perfil da rugosidade de profundidade média. Fonte: ALVEZ, 2011 apud DIN 4762, 1989.

3.4 COR DA MADEIRA

Segundo Mori (2004), características como densidade, textura, grã e dureza são bastante utilizadas na classificação e avaliação da qualidade da madeira, mas recentemente, a cor também vem sendo considerada como um índice de classificação e qualidade.

A análise final da cor de qualquer produto lhe garante um padrão de qualidade no mercado, ela é um dos componentes mais importantes da estética, que se associa à superfície e ao desenho de uma peça de madeira (DE PAULA, 2016).

O uso em larga escala de uma determinada espécie, levando em conta apenas sua cor e desenho, é muito comum, por isso, com estas características é possível obter a valorização de espécies pouco conhecidas, fazendo analogias com espécies já tradicionais (CAMARGOS e GONÇALEZ, 2001).

Por ser uma característica associada a aspectos de textura e desenho, a cor é uma das características mais importantes para a identificação e indicação de usos de espécies de madeira, e é uma característica que pode ser modificada com o teor de umidade, temperatura, degradações provocadas por ataques de organismos xilófagos ou por reações fotoquímicas dos elementos químicos presentes na estrutura (CAMARGOS e GONÇALEZ, 2001). Para determinar a cor da madeira utiliza-se o aparelho espectrofotômetro.

Camargos e Gonzalez (2001), diz que o sistema CIE (Comission Internacional de L'Eclairageou, Comissão Internacional de Iluminantes) é um método que define a sensação da cor baseado em três elementos: a luminosidade ou claridade, que define a escala cinza entre o branco e o preto, sendo representada graficamente por uma reta perpendicular a um círculo, passando pelo seu centro, e expressa pela variável “L”, variando de 0 (preto absoluto) a 100 (branco total); a tonalidade ou matiz, expressa pelas cores vermelho, verde, amarelo e azul, identificadas respectivamente por “+a*”, “-a*”, “+b*” e “-b*”, e representada graficamente em forma de um círculo cortado por duas retas perpendiculares (horizontal e vertical) que passam pelo centro (Figura 3).

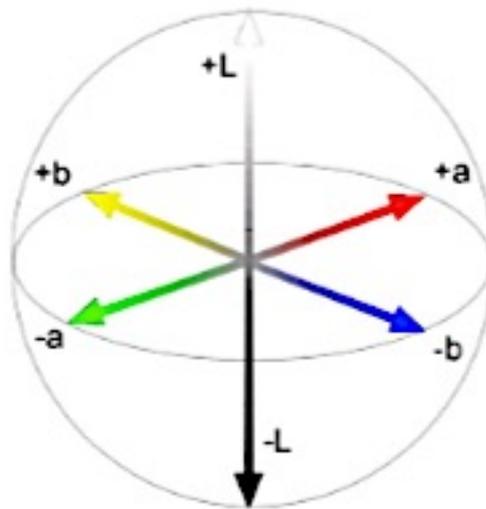


Figura 3 – Representação do Sistema Colorimétrico CIE $L^*a^*b^*$ 1976. Fonte: GRIEBELER, 2013.

Ainda segundo este autor, o parâmetro h^* derivado destas coordenadas, variando de 0 a 60, em que, quanto mais próximo de 0 mais vermelha a madeira e quanto mais próximo de 60 mais amarela é a madeira; e a saturação ou cromaticidade, expressa pela variável “C”, que é o desvio a partir do ponto correspondente ao cinza no eixo L ou de luminosidade, e que, quanto mais distante do eixo, mais saturada é sua cor, variando de 0 a 60 (Figura 4).

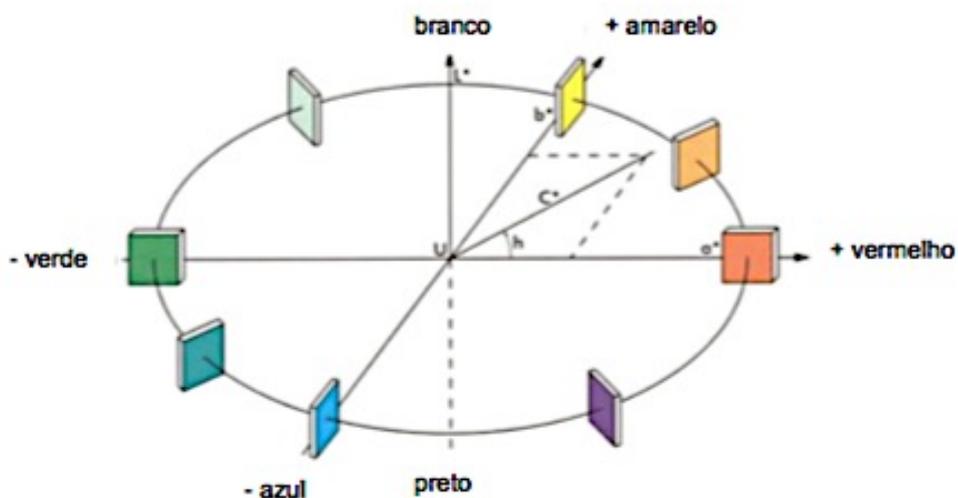


Figura 4 - Sistema de Coordenadas de Cores CIE $L^*a^*b^*$ 1976. Fonte: GRIEBELER, 2013.

3.5 PERMEABILIDADE DA MADEIRA

A permeabilidade é a medida da facilidade com que fluidos são transportados através de um sólido poroso, sob a influência de um gradiente de pressão (SIAU, 1971 apud BARAÚNA, 2010).

Através do conhecimento da permeabilidade da madeira, pode-se inferir na qualidade do seu acabamento em relação à penetração de produtos, pois quanto mais permeável a superfície, maior é a impregnação de produtos de acabamento, e assim, maior o tempo de vida útil do material (BRISOLARI, 2008). De acordo com Baraúna (2010), informações sobre permeabilidade influenciam também nas condições e no tempo de processamento de produtos à base de madeira.

A madeira de *Cariniana micrantha* Ducke é de baixa resistência natural ao ataque de organismos xilófagos, porém, é uma madeira altamente permeável à produtos preservativos e de acabamento, adquirindo alta resistência, e assim, facilitando sua utilização e aumentando sua visibilidade no setor moveleiro (IPT, 2013).

Para definir a permeabilidade da madeira é utilizado o goniômetro, um equipamento que mede o ângulo de contato da gota de água destilada com o corpo de prova através do tempo, identificando a permeabilidade do material, ou seja, a facilidade ou não de um determinado fluido (líquido ou gás) de penetrar pelas suas estruturas celulares (BRISOLARI, 2008).

4 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília.

4.1 ORIGEM E CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

A madeira de jequitibá utilizada no estudo é proveniente de uma peça de madeira livre de defeitos, como nós e rachaduras, cedida exclusivamente para o trabalho pela empresa JB madeiras, situada em Taguatinga Norte, Brasília-DF.

Para o estudo, a prancha recebida teve sua identificação confirmada por anatomistas do Laboratório de Produtos Florestais (LPF-SFB) em Brasília, e também foi desdobrada em amostras e aplainada em uma de suas superfícies (superfície esta que não será utilizada para os testes). A peça foi transformada em 20 corpos de prova com dimensões de 3 x 7,5 x 0,5 cm de largura, comprimento e espessura, respectivamente.

4.2 TRATAMENTO SUPERFICIAL DA MADEIRA

Foram escolhidas três grana de lixa para o tratamento superficial de lixamento manual nos corpos de prova: 120, 220 e 320. Todas as lixas provêm da marca Norton e foram escolhidas em função de seus usos cotidianos pela indústria.

Como produto de acabamento utilizou-se uma seladora da marca Sayerlack NL 9245 00, a base de Nitro celulose transparente, possuindo secagem rápida e limitada resistência química e física (Renner Sayerlack S.A., 2011). A aplicação da seladora foi realizada com um pincel pequeno próprio para madeiras da marca Tigre, com 19mm de largura de cerca de giz, de referência 186.

Para verificar alterações das amostras com os diferentes tipos de tratamentos de acabamento da madeira foram feitos testes de rugosidade, molhabilidade e de determinação da cor da madeira.

4.3 TRATAMENTOS

Primeiramente todos os 20 corpos de prova foram submetidos aos ensaios de rugosidade (rugosímetro), molhabilidade (goniômetro) e colorimetria (espectrofotômetro) na superfície mais áspera da face tangencial, uma vez que a superfície mais lisa foi lixada por uma plaina, e dessa forma seriam alterados os resultados da pesquisa. Assim, 4 dos 20 corpos de prova foram separados para servirem de testemunha.

Outros 4 corpos de prova foram lixados manualmente com a primeira lixa (120 de grão) na mesma superfície, passando a lixa por 10 vezes na madeira, em movimentos de ida e volta. Estes corpos de prova, após o tratamento da lixa, foram ensaiados pelos três equipamentos. Em seguida foi aplicada a seladora na mesma superfície, passando o pincel por 4 vezes contínuas também em movimentos de ida e volta. As amostras ficaram de

repouso por 30 minutos para secar, e então foram realizadas novas medições (cor, rugosidade e molhabilidade).

Outros 4 corpos de prova foram lixados com a lixa de 120 de grão e posteriormente com a lixa de 220 de grão, e então foi realizado o mesmo procedimento dos corpos de prova anteriores. Novos 4 corpos de prova foram lixados com a lixa 120, 220 e 320 de grão, nesta sequência, realizando-se o mesmo procedimento dos demais corpos de prova.

As últimas 4 amostras foram submetidas ao processo padrão de indústrias madeireiras, desta forma foram lixadas com a lixa de 120, posteriormente tratadas com a seladora, depois lixadas com a lixa de 220 e também tratadas e, por último, lixadas com a lixa de 320 e tratadas, sendo deixadas para secar por 30 minutos em cada aplicação da seladora.

No final do processo esses corpos de prova foram medidos pelos 3 equipamentos, obtendo-se a cor, a rugosidade e a molhabilidade. A Tabela 1 exemplifica os procedimentos nos diferentes corpos de prova com seus respectivos códigos.

Tabela 1 – Procedimentos realizados nos corpos de prova.

Código	Lixa	Seladora
T	não	não
SS 120	120	não
SS 220	120, 220	não
SS 320	120, 220, 320	não
CS 120	120	sim
CS 220	120, 220	sim
CS 320	120, 220, 320	sim
TP	120, 220, 320	sim

Em que: T = testemunha; SS 120 = sem seladora e com lixa 120 de grão; SS 220 = sem seladora e com lixa 220 de grão; SS 320 = sem seladora e com lixa de 320 de grão; CS 120 = com seladora e com lixa 120 de grão; CS 220 = com seladora e com lixa de 220 de grão; CS 320 = com seladora e com lixa de 320 de grão; TP = tratamento padrão.

4.4 ENSAIO DE RUGOSIDADE

Para o ensaio de rugosidade utilizou-se um rugosímetro Surfrest SJ - 400 (Mitutoyo) (Figura 5), de acordo com a norma JIS B 0601 (JIS, 2001), com *cut-off* de 0,8 mm e percurso de avaliação de 8mm. Para a realização deste teste foram feitas 3 leituras em cada corpo de prova de cada tratamento.

Os locais em que foram feitas as leituras em cada corpo de prova eram equidistantes e a leitura foi feita antes e após cada tratamento. Com a ajuda de um gabarito, a leitura em todos os corpos de prova foram realizadas no mesmo local e a agulha passou no sentido transversal às fibras.



Figura 5 – Rugosímetro Surfrest SJ - 400 (Mitutoyo).

4.5 ENSAIO DE COLORIMETRIA

Para o ensaio de colorimetria da madeira utilizou-se um espectrofotômetro, Color Eye XTH - X-Rite (Figura 6), com resolução de 3nm, equipado com uma esfera integradora de refletância difusa, iluminante D65 e ângulo de 10° C, sempre em temperatura ambiente, acoplado a um microcomputador. A metodologia adotada para a determinação dos parâmetros colorimétricos foi o sistema CIELAB 1976, conforme Gonzalez (1993). Os parâmetros colorimétricos determinados foram: L* (claridade), coordenadas a* e b* (coloração vermelho e amarelo), C (saturação) e h* (ângulo de tinta). Para cada tratamento foram realizadas 15 leituras na face tangencial não aplainada da madeira submetidas aos tratamentos.



Figura 6 - Espectrofotômetro Color Eye XTH - X-Rite.

4.6 ENSAIO DE GONIOMETRIA

Para o ensaio de molhabilidade de superfície da madeira utilizou-se um goniômetro, Krüss DSA30 (Figura 7) e software DSA30. Este teste avalia a diferença de permeabilidade adquirida pela madeira após o processo de lixamento e após a aplicação da seladora. Desta forma, foi depositada por uma agulha uma gota de volume $12\mu\text{L}$ na superfície dos corpos de prova e o equipamento fez as medições do ângulo da gota a cada segundo, durante 60 segundos. O ensaio foi realizado para todos os tratamentos.

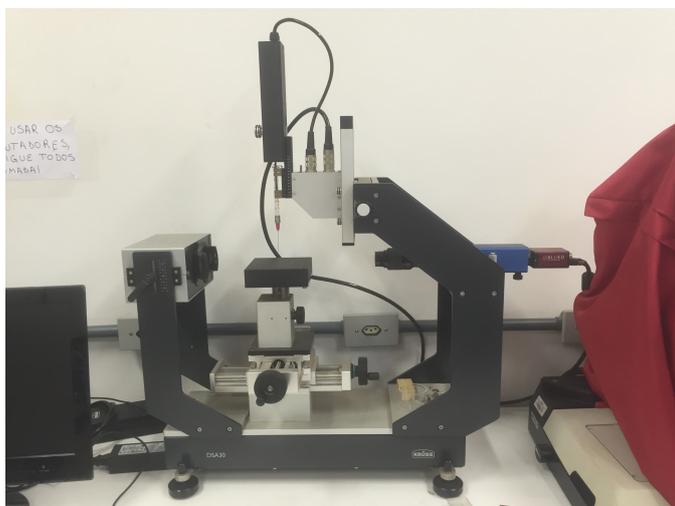


Figura 7 – Goniômetro Krüss DSA30.

4.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos foram submetidos a análise estatística descritiva contendo as médias, desvios padrões e coeficientes de variação. Também foi realizado à análise de

variância (ANOVA) com o auxílio do programa ASSISTAT 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2002), a fim de verificar se existe diferença estatística entre a média dos parâmetros para os tratamentos. Para os dados que foram diferentes estatisticamente, ou seja, os dados em que o valor de F foi significativo ($\alpha = 0,05$) aplicou-se o teste de médias de Tukey a 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RUGOSIDADE DA MADEIRA DE JEQUITIBÁ

A Tabela 2 mostra os valores dos parâmetros de rugosidade que caracterizam a madeira de *Cariniana micrantha* Ducke.

Tabela 2 - Valores dos parâmetros de rugosidade da madeira de jequitibá dos tratamentos estudados.

		Parâmetros de rugosidade		
		Ra	Rz	Rq
T	Média	4,49a	26,42a	5,73a
	Máximo	5,36	29,33	6,77
	Mínimo	3,91	24,13	5,01
	Desv.P.	0,62	2,43	0,76
	CV(%)	13,89	9,18	13,33
SS 120	Média	5,36a	32,91a	6,99a
	Máximo	5,97	38,27	7,95
	Mínimo	4,54	25,70	5,68
	Desv.P.	0,60	5,29	0,95
	CV(%)	11,18	16,07	13,59
SS 220	Média	5,31a	33,07a	6,99a
	Máximo	6,71	43,60	9,47
	Mínimo	4,22	26,33	5,32
	Desv.P.	1,16	7,98	1,87
	CV(%)	21,79	24,12	26,73
SS 320	Média	4,10a	25,66a	5,33a
	Máximo	4,59	28,60	6,01
	Mínimo	3,61	24,63	4,74
	Desv.P.	0,44	1,96	0,55
	CV(%)	10,82	7,64	10,39
CS 120	Média	4,89a	31,54a	6,48a
	Máximo	5,59	35,57	7,59
	Mínimo	3,98	23,93	5,18
	Desv.P.	0,81	5,38	1,11
	CV(%)	16,48	17,05	17,06
CS 220	Média	4,58a	29,13a	6,07a
	Máximo	6,29	39,63	8,15
	Mínimo	3,04	18,73	3,90
	Desv.P.	1,34	8,58	1,75
	CV(%)	29,22	29,47	28,86
CS 320	Média	4,55a	29,55a	6,17a
	Máximo	6,33	36,00	8,30
	Mínimo	3,69	24,47	4,89
	Desv.P.	1,24	5,85	1,55
	CV(%)	27,30	19,79	25,09
TP	Média	2,28b	12,67b	2,91b
	Máximo	2,76	15,97	3,54
	Mínimo	1,92	10,97	2,54
	Desv.P.	0,37	2,33	0,47
	CV(%)	16,26	18,37	16,18

Em que: R_a = rugosidade média; R_q = desvio médio quadrático; R_z = valor da rugosidade de profundidade média; T = testemunha; SS 120 = sem seladora e com lixa 120 de grão; SS 220 = sem seladora e com lixa 220 de grão; SS 320 = sem seladora e com lixa de 320 de grão; CS 120 = com seladora e com lixa 120 de grão; CS 220 = com seladora e com lixa de 220 de grão; CS 320 = com seladora e com lixa de 320 de grão; TP = tratamento padrão. As médias seguidas pela mesma letra em uma mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os resultados foram submetidos ao teste de F por meio da ANOVA, a 5% de probabilidade, e verificou-se que para os três parâmetros R_a , R_z e R_q não houveram diferenças estatísticas entre as médias, dos tratamentos, exceto para o tratamento padrão. Quanto menor o valor da média dos parâmetros, mais lisa é a superfície. Os valores médios da rugosidade do tratamento padrão foram inferiores, mostrando maior eficiência no acabamento, apresentando superfícies mais lisas em relação aos demais. É interessante observar que tanto o uso de lixa como de seladora nos outros tratamentos, sem ser o padrão, não importando o grão da lixa, não houve efeito significativo na superfície de acabamento da madeira desta espécie. O uso separado de uma lixa ou outra com ou sem seladora não é recomendado como etapas de finalização do processo. No entanto, nota-se que todas as amostras submetidas a lixa e posteriormente submetidas a seladora apresentaram valores menores, apesar de não significativos, para todos os parâmetros após a aplicação da seladora, exceto as amostras tratadas com lixa 320 de grão.

Analisando ainda os parâmetros de rugosidades, percebe-se que as amostras do tratamento padrão apresentaram menores distâncias verticais entre os picos mais altos e os vales mais profundos na superfície da madeira, ou seja, menor diferença na sua profundidade média. As Figuras 8, 9 e 10 apresentam os perfis do parâmetro R_a da superfície da madeira de jequitibá sem tratamento, depois de lixada e após a aplicação da seladora respectivamente.

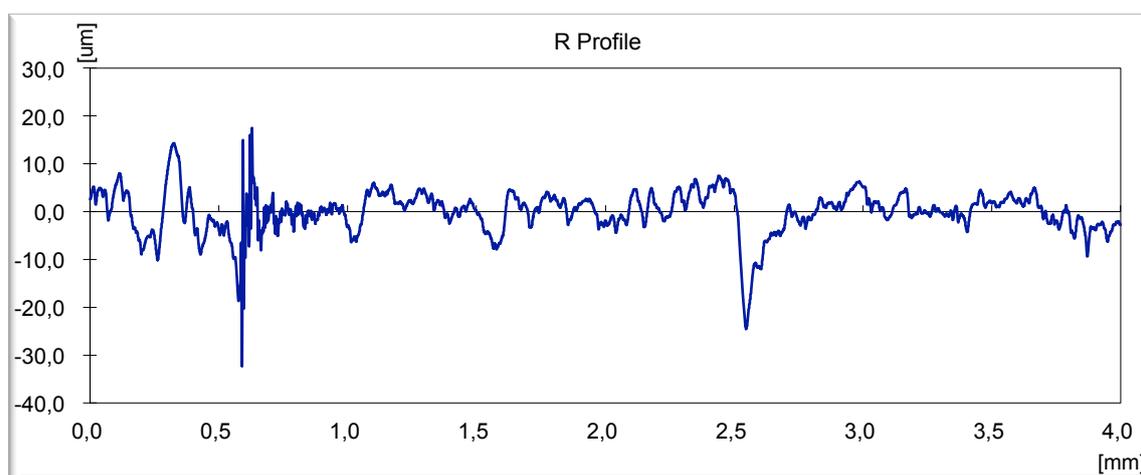


Figura 8 – Perfil do parâmetro R_a de um corpo de prova sem tratamento.

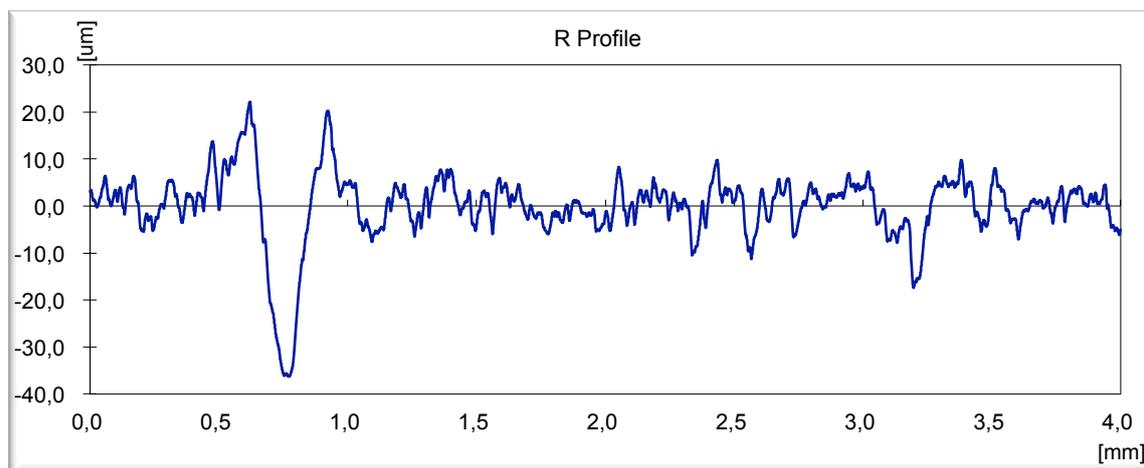


Figura 9 – Perfil do parâmetro R_a de um corpo de prova lixado.

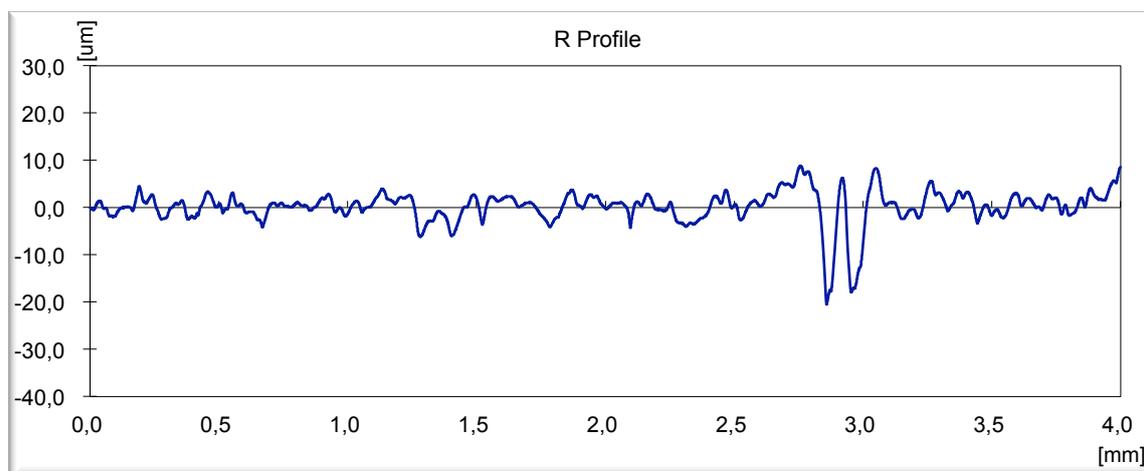


Figura 10 – Perfil do parâmetro R_a de um corpo de prova lixado com seladora.

Comparando as figuras, pode-se afirmar que conforme a madeira foi sendo tratada com lixamento e, posteriormente, com seladora, as distâncias entre os picos e vales nas figuras foram se tornando cada vez menores. Isso pode ser explicado pelo efeito da lixa no alisamento da superfície e pelo preenchimento da rugosidade pela seladora.

As figuras 11 e 12 apresentam os perfis do parâmetro R_a da superfície de um dos corpos de prova antes e depois de ser submetido ao tratamento padrão das indústrias.

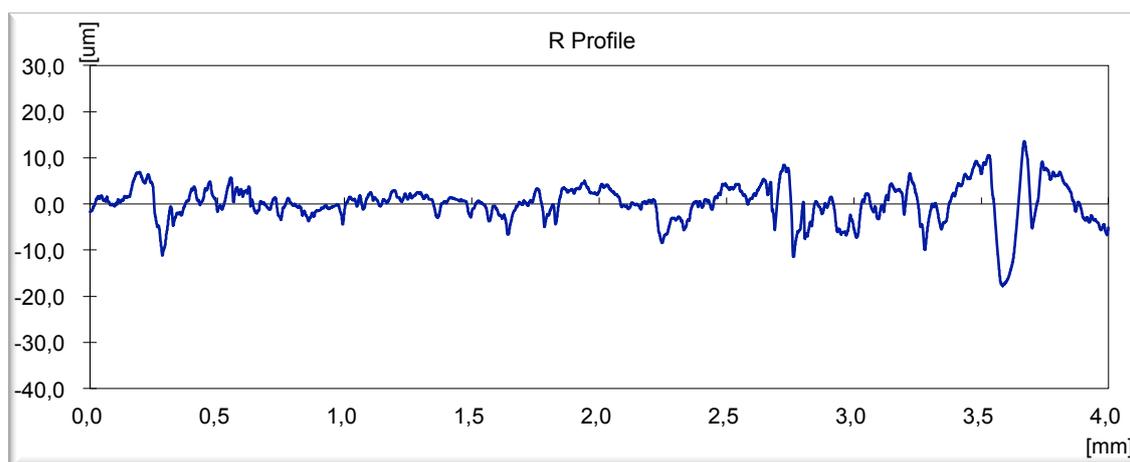


Figura 11 - Perfil do parâmetro R_a de um dos corpos de prova antes de receber o tratamento padrão.

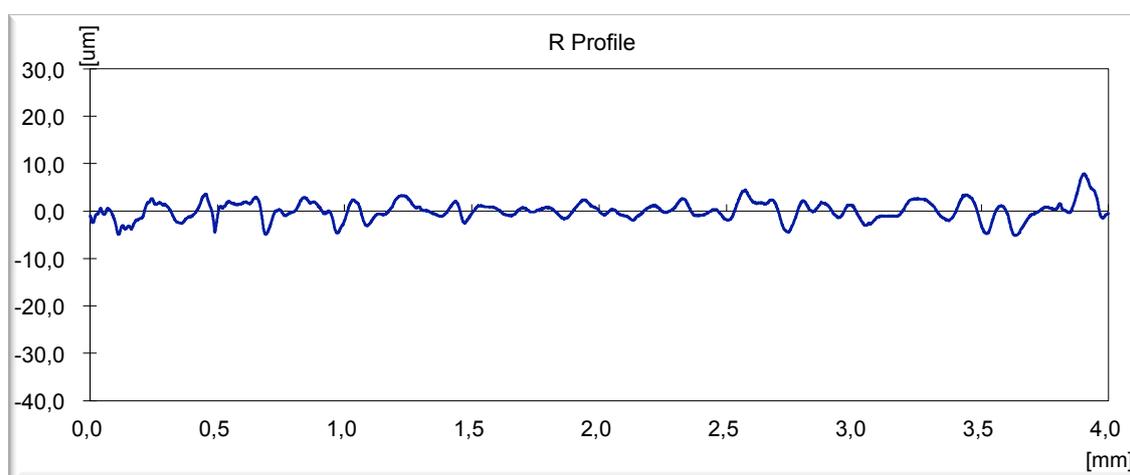


Figura 12 - Perfil do parâmetro R_a o corpo de prova após receber o tratamento padrão.

Comparando todas as cinco figuras dos perfis, pode-se observar que o tratamento padrão torna a superfície mais lisa se comparado com os outros tratamentos pois permite um maior alisamento da superfície e preenchimento da rugosidade pela seladora.

Lopes (2014), estudando as madeiras de três espécies de Eucalipto aplainadas com diferentes velocidades de avanço da plaina, obteve valor médio de R_a de 2,49 μm . Este valor é superior ao encontrado nas amostras de tratamento padrão. No trabalho de Braga (2014), em que foi feita a avaliação da qualidade da superfície de madeira de *Coffea arabica* com três velocidades diferentes de corte, verificou-se que o valor do parâmetro R_a no tratamento com menor velocidade da plaina foi de 6,70 μm , superior ao tratamento padrão deste trabalho, e o valor de R_z foi de 34,2 μm , superior a todas as amostras do presente trabalho. Mas os valores de R_a e R_z para as duas velocidades maiores da plaina foram inferiores a todos os resultados das amostras deste trabalho. Hiziroglu (2014) fez

uma avaliação da superfície aplainada de Pinus, Carvalho e Nyatoh, e todos os valores de R_a foram superiores aos de R_a das presentes amostras. Na pesquisa de Imirzi (2014), foi comparado o efeito da temperatura de densificação na rugosidade da madeira de *Pinus sylvestris* L. e os valores de R_a giraram em torno dos valores encontrados das amostras do presente trabalho, variando de 7,53 μm a 2,28 μm para os diversos tratamentos em que as amostras foram submetidas após terem passado por uma plaina.

Em síntese, observa-se que a espécie, assim como os equipamentos e materiais utilizados no acabamento da madeira terá influência na superfície acabada da madeira. É importante também lembrar que o operador que está executando os trabalhos tem participação significativa no processo influenciando no resultado final.

5.2 COLORIMETRIA DA MADEIRA DE JEQUITIBÁ

A Tabela 3 mostra os valores dos parâmetros colorimétricos que caracterizam a madeira de *Cariniana micrantha* Ducke.

Tabela 3 - Valores dos parâmetros colorimétricos da madeira de jequitibá nos tratamentos estudados.

		Parâmetros colorimétricos				
		L*	a*	b*	C	h*
T	Média	62,89a	10,48c	17,91b	20,75c	59,70ab
	Máximo	64,53	11,04	18,37	21,44	60,46
	Mínimo	61,84	9,68	17,09	19,64	59,03
	Desv.P.	1,16	0,58	0,57	0,77	0,70
	CV(%)	1,84	5,58	3,17	3,73	1,17
	<hr/>					
SS	Média	61,00a	10,28c	17,77bc	20,53cd	59,95a
	Máximo	62,71	10,50	17,95	20,79	60,74
	Mínimo	59,49	9,86	17,59	20,17	59,18
	Desv.P.	1,58	0,30	0,20	0,27	0,67
	CV(%)	2,58	2,94	1,10	1,30	1,12
	<hr/>					
SS	Média	62,04a	9,80c	16,48cd	19,17de	59,27ab
	Máximo	63,06	10,24	16,95	19,80	60,52
	Mínimo	59,53	9,11	16,12	18,51	58,15
	Desv.P.	1,68	0,51	0,36	0,53	1,01
	CV(%)	2,70	5,23	2,16	2,75	1,70
	<hr/>					
SS	Média	61,24a	9,59c	16,20d	18,83e	59,37ab
	Máximo	64,29	10,04	16,81	19,21	61,04
	Mínimo	59,19	9,30	15,51	18,14	58,41
	Desv.P.	2,16	0,33	0,54	0,50	1,16
	CV(%)	3,53	3,44	3,32	2,65	1,96
	<hr/>					
CS	Média	52,45bc	11,77b	19,75a	22,99b	59,21ab
	Máximo	53,58	12,05	20,32	23,62	59,82
	Mínimo	51,62	11,34	19,49	22,55	58,76
	Desv.P.	0,92	0,31	0,39	0,46	0,47
	CV(%)	1,76	2,63	1,97	1,99	0,80
	<hr/>					
CS	Média	54,30b	12,40ab	20,91a	24,31ab	59,33ab
	Máximo	55,37	12,98	21,44	25,07	60,24
	Mínimo	52,85	11,47	20,06	23,11	58,81
	Desv.P.	1,09	0,66	0,63	0,87	0,63
	CV(%)	2,01	5,29	3,02	3,59	1,06
	<hr/>					
CS	Média	53,00bc	11,82b	19,72a	22,99b	59,04ab
	Máximo	54,81	11,89	20,40	23,50	60,24
	Mínimo	51,89	11,66	19,04	22,42	58,11
	Desv.P.	1,40	0,11	0,66	0,53	0,99
	CV(%)	2,64	0,91	3,34	2,32	1,68
	<hr/>					
TP	Média	50,70c	13,03a	20,79a	24,54a	57,91b
	Máximo	51,68	13,40	21,79	25,58	58,40
	Mínimo	49,90	12,66	19,65	23,38	57,21
	Desv.P.	0,74	0,31	0,90	0,92	0,53
	CV(%)	1,46	2,35	4,31	3,74	0,92

Em que: L* = luminosidade; a* = matizes do eixo vermelho-verde; b* = matizes do eixo amarelo-azul; C = saturação; h* = ângulo de tinta; T = testemunha; SS 120 = sem seladora e com lixa 120

de grão; SS 220 = sem seladora e com lixa 220 de grão; SS 320 = sem seladora e com lixa de 320 de grão; CS 120 = com seladora e com lixa 120 de grão; CS 220 = com seladora e com lixa de 220 de grão; CS 320 = com seladora e com lixa de 320 de grão; TP = tratamento padrão. As médias seguidas pela mesma letra em uma mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Utilizando-se a tabela de cores proposta por Camargos e Gonzalez (2001) a madeira de jequitibá é de cor rosa-acinzentado, caracterizada pelos parâmetros $L^* = 62,89$, $a^* = 10,48$, $b^* = 17,91$, $C = 20,75$ e $h^* = 59,70$. O valor do parâmetro b^* foi maior que o parâmetro a^* em todos os casos, demonstrando que a cor da madeira está no primeiro quadrante e mais próxima do eixo amarelo do sistema CIE $L^*a^*b^*$. Os valores de h^* (ângulo da tinta) confirmam esse resultado.

Com a aplicação do teste de F por meio da ANOVA, a 5% de significância, verificou-se que houve diferenças estatísticas entre as médias dos parâmetros colorimétricos dos diferentes tratamentos.

Conforme verificado visualmente, a madeira se tornou cada vez mais escura com os diferentes tratamentos. A aplicação de lixas escureceu a madeira em relação a testemunha, apesar de não significativo estatisticamente. Em seguida, com a aplicação da seladora, a madeira continuou a escurecer, sendo significativo estatisticamente quando comparado com a testemunha e com os tratamentos que receberam lixas. A diminuição dos valores de L^* dos tratamentos mostra esta constatação. Observa-se ainda que a coordenada b^* foi a que mais detectou esta mudança de cor se comparada a coordenada a^* . Provavelmente, a seladora tem uma carga maior de pigmento amarelo em sua composição, levando o aumento da coordenada b^* . O tratamento padrão (TP) foi o que mais escureceu a madeira (menor L^* e maiores valores das coordenadas a^* e b^*). Segundo estudos de Gouveia (2008) e Stangerlin (2013), os valores para os parâmetros colorimétricos da madeira de jequitibá foram inferiores ao presente trabalho, comparando testemunhas. Essa diferença de valores colorimétricos em uma mesma espécie pode se dar por diversos fatores, como por exemplo, pela qualidade de sítio em que a árvore se desenvolveu, levando em conta fatores climáticos, edáficos e topográficos, que influenciam no seu crescimento, e consequentemente nas propriedades colorimétricas da madeira (GONÇALEZ, 2009).

Analisando ainda a Tabela 3, observa-se que os valores das coordenadas para os tratamentos sem seladora diminuíram conforme o aumento das granas de lixa, mas mantendo a diferença entre os valores das coordenadas a^* e b^* , por isso, os valores de h^* continuaram parecidos. Os corpos de prova que foram submetidos ao tratamento padrão

tiveram aumento nas coordenadas a^* e b^* se comparados com a maioria dos demais corpos de prova, e o valor de h^* diminuiu. A saturação da cor da madeira diminuiu conforme o aumento da grana de lixa, devido ao desgaste que a lixa causa à superfície da madeira, tornando-a cada vez mais acinzentada. Mas a saturação aumentou nos corpos de prova com seladora conforme o aumento da grana da lixa, provavelmente porque o aumento da lixa proporciona uma maior absorção do produto na madeira, tornando a cor da madeira mais saturada.

Observando-se a Tabela 4, onde encontram-se os tratamentos estudados e considerando-se a tabela de cores de madeira elaborada por Camargos e Gonzalez (2001), verificou-se que as amostras testemunhas e todas as amostras sem seladora em diferentes granas de lixa são classificadas como rosa-acinzentada. Já as amostras com aplicação de seladora são classificadas como marrom-claro e as amostras de tratamento padrão classificadas como marrom-avermelhado. Estes resultados confirmam as estatísticas do teste de Tukey obtidos na Tabela 3.

Tabela 4 - Classificação das cores dos tratamentos estudados, segundo a tabela de cores elaborada por Camargos e Gonzalez (2001).

Amostras	Cor
T	Rosa-acinzentado
SS120	Rosa-acinzentado
SS220	Rosa-acinzentado
SS320	Rosa-acinzentado
CS120	Marrom-claro
CS220	Marrom-claro
CS320	Marrom-claro
TP	Marrom-avermelhado

Em que T = testemunha; SS 120 = sem seladora e com lixa 120 de grão; SS 220 = sem seladora e com lixa 220 de grão; SS 320 = sem seladora e com lixa de 320 de grão; CS 120 = com seladora e com lixa 120 de grão; CS 220 = com seladora e com lixa de 220 de grão; CS 320 = com seladora e com lixa de 320 de grão; TP = tratamento padrão.

Novamente, conforme apontado na Tabela 4, percebe-se que o lixamento não provocou diferenciação evidente entre os intervalos de classificação de cor da madeira, alterando-se com a aplicação da seladora. A cor dos corpos de prova com tratamento padrão das indústrias foi a que mais se diferenciou da cor dos demais tratamentos, modificando completamente a cor original da madeira, apresentando a cor mais escura. As Figuras 13 a 17 mostram a diferenciação da cor da madeira para cada um dos tratamentos.



Figura 13 - Amostras testemunhas.

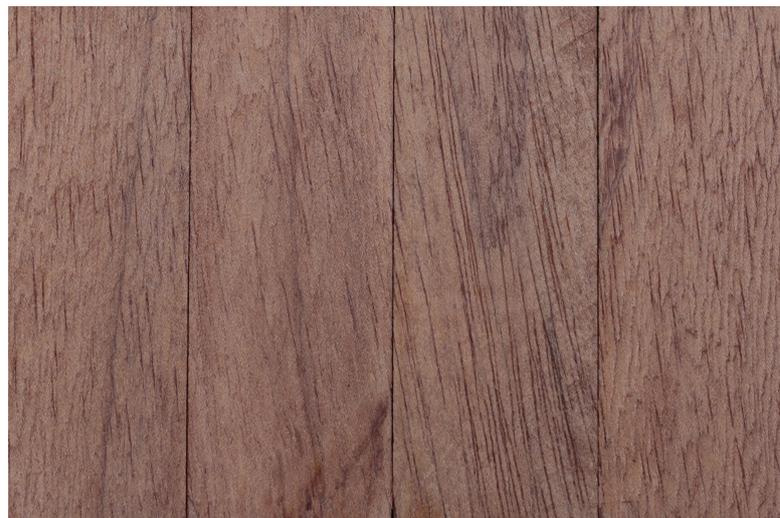


Figura 14 - Amostras com lixa 120 e seladora.

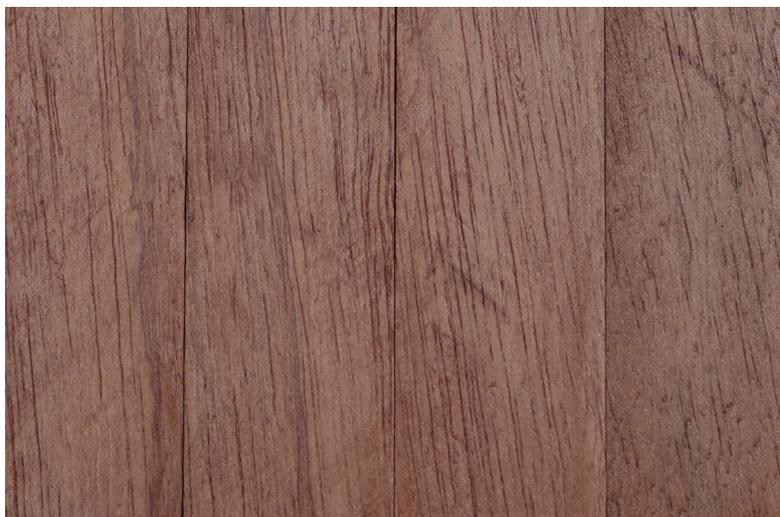


Figura 15 - Amostras com lixa 220 e seladora.



Figura 16 - Amostras com lixa 320 e seladora.

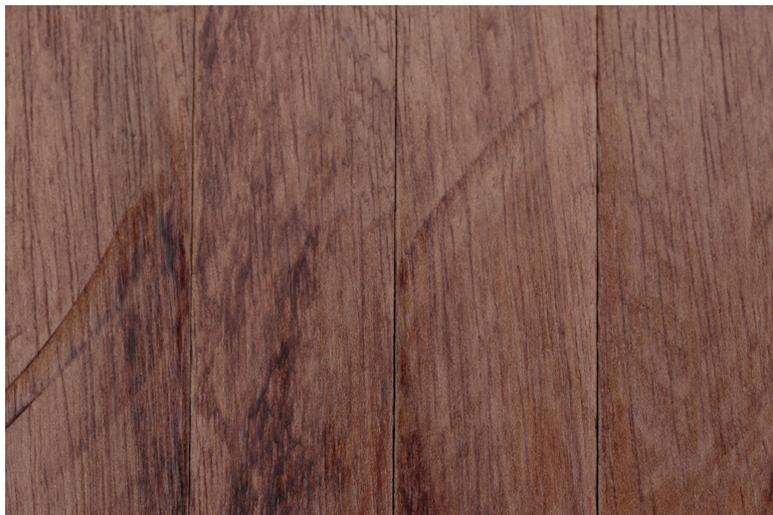


Figura 17 - Amostras com tratamento padrão.

A Figura 18 mostra as curvas de reflectância para os diferentes tratamentos.

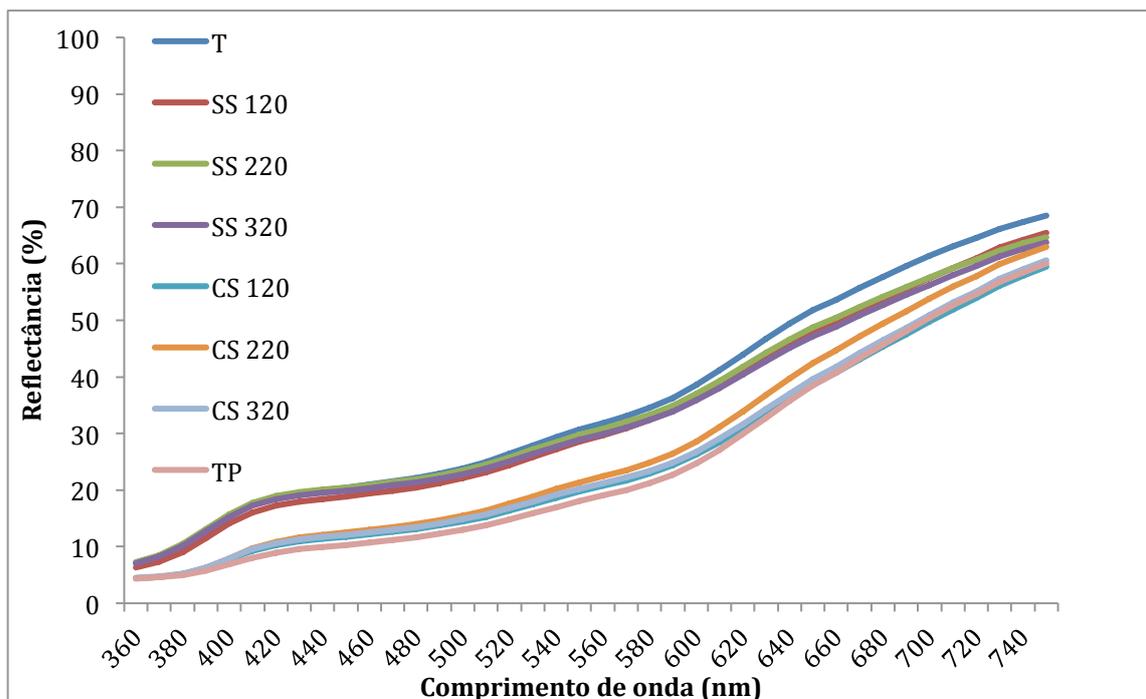


Figura 18 - Curvas de reflectâncias dos diferentes tratamentos da madeira de jequitibá. Em que T = testemunha; SS 120 = sem seladora e com lixa 120 de grão; SS 220 = sem seladora e com lixa 220 de grão; SS 320 = sem seladora e com lixa de 320 de grão; CS 120 = com seladora e com lixa 120 de grão; CS 220 = com seladora e com lixa de 220 de grão; CS 320 = com seladora e com lixa de 320 de grão; TP = tratamento padrão.

Verifica-se que cada tratamento proporciona um posicionamento diferente da curva, de modo que as amostras com tratamento padrão na maior parte dos comprimentos de onda refletem menos luz do que as demais amostras, sendo a curva de posição mais inferior do gráfico. Os corpos de prova com seladora refletem menos luz do que os sem seladora, por isso se posicionam abaixo deles, e os corpos de prova testemunha foram os que tiveram maior valor de reflectância em relação ao comprimento de onda, pois são as amostras mais claras. Todas as curvas foram ascendentes, o que mostra que as amostras refletem mais luz em cores com maiores comprimentos de onda, refletindo mais as cores vermelho, laranja e amarelo.

No trabalho de Abrahão (2005), com corpos de prova sem tratamento de *Eucalyptus urophylla*, a curva espectral apresentou comportamento similar ao da madeira de jequitibá, sendo ascendente e atingindo 70% de reflectância em comprimentos de onda entre 700 e 800 nm. Segundo o trabalho de Lippert (2013), com lâminas de madeira sem tratamento de angelim, cabriúva, carvalho, cedro, cerejeira, freijó, noqueira, pau-marfim, tauari e teca, as curvas espectrais também foram todas ascendentes. Nos comprimentos de onda entre 700 e 800 nm, a madeira que apresentou menor reflectância foi a de noqueira

(25%) e a madeira de tauari foi a que apresentou maior reflectância (78%), de modo que as demais madeiras variaram de 50 a 75% de reflectância para este comprimento de onda, mostrando que a madeira de jequitibá é uma madeira com alta reflectância em relação a outras espécies.

5.3 PERMEABILIDADE DA MADEIRA DE JEQUITIBÁ

As Tabelas 5 a 7 mostram os valores médios dos ângulos de gotas que mede a permeabilidade da madeira de jequitibá, mostrando a facilidade com que fluidos são transportados através de um sólido poroso.

Tabela 5 - Valores médios dos ângulos de gotas depositadas na madeira de jequitibá em corpos de prova testemunhas e de tratamento padrão.

		Ângulo		Ângulo	
T	Média	67,93a	TP	Média	74,19a
	Máximo	76,15		Máximo	80,56
	Mínimo	61,68		Mínimo	70,73
	Desv.P.	6,22		Desv.P.	4,61
	CV(%)	9,16		CV(%)	6,21

Em que: T = testemunha; TP = tratamento padrão. As médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 6 - Valores médios dos ângulos de gotas depositadas na madeira de jequitibá em corpos de prova sem seladora e lixadas com diferentes gramaturas de lixas.

Ângulo			Ângulo			Ângulo		
SS			SS			SS		
120	Média	61,05a	220	Média	77,42a	320	Média	72,17a
	Máximo	66,80		Máximo	88,46		Máximo	89,76
	Mínimo	52,55		Mínimo	59,88		Mínimo	61,97
	Desv.P.	6,92		Desv.P.	12,58		Desv.P.	12,16
	CV(%)	11,33		CV(%)	16,26		CV(%)	16,84

Em que: SS 120 = sem seladora e com lixa 120 de grão; SS 220 = sem seladora e com lixa 220 de grão; SS 320 = sem seladora e com lixa de 320 de grão. As médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 7 - Valores médios dos ângulos das gotas depositadas na madeira de jequitibá em corpos de prova com seladora e lixadas com diferentes gramaturas de lixa.

		Ângulo			Ângulo			Ângulo
CS			CS			CS		
120	Média	75,54a	220	Média	75,96a	320	Média	72,10a
	Máximo	79,92		Máximo	85,27		Máximo	72,90
	Mínimo	71,41		Mínimo	71,55		Mínimo	70,90
	Desv.P.	4,17		Desv.P.	6,35		Desv.P.	0,85
	CV(%)	5,52		CV(%)	8,36		CV(%)	1,18

Em que: ; CS 120 = com seladora e com lixa 120 de grão; CS 220 = com seladora e com lixa de 220 de grão; CS 320 = com seladora e com lixa de 320 de grão. As médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Foi aplicado do teste de F por meio da ANOVA, a 5% de probabilidade, verificando-se que não houve diferenças estatísticas entre as médias dos ângulos de gota nos diferentes tratamentos.

O valor médio do ângulo de gota para as amostras testemunhas foi de 67,93°. Já nas amostras de tratamento padrão o ângulo foi igual a 74,19°. Nas amostras sem seladora com lixas 120, 220 e 320, os ângulos foram, respectivamente, de 61,05°, 77,42° e 72,17°. Após lixadas e aplicada seladora, os ângulos para as lixas 120, 220 e 320, foram respectivamente, de 75,54°, 75,96° e 72,10°.

Quanto maior for o ângulo da gota menor é a absorção de água pela superfície da madeira, ou seja, menos hidrofílica a sua superfície. Com os valores dos experimentos nos diferentes tratamentos percebe-se que eles não se diferem estatisticamente, isso pode ser explicado pelo tempo que a gota ficou em contato com a madeira. Talvez se a gota fosse deixada por mais de 60 segundos, fossem identificadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, uma vez que é esperado diferenças de permeabilidades em uma superfície de madeira antes e após a aplicação de uma seladora.

Comparando valores, observa-se que os maiores ângulos de gota foram dos tratamentos com seladora com as lixas 120 e 220 de grão, sendo superiores aos valores do tratamento com seladora e com lixa de 320 de grão e do tratamento padrão das indústrias. Isso mostra que não é necessário utilizar altos valores de grão de lixa para obter um resultado satisfatório na molhabilidade da madeira, obtendo valores superiores com lixas de menor grão combinada com seladora. Da mesma forma em que não é necessária, em relação a esse parâmetro, a aplicação da seladora por mais de uma vez na superfície da madeira, como realizado no tratamento padrão das indústrias moveleiras.

Em pesquisa desenvolvida por Raabe et al. (2015) em lâminas de *Micropholis venulosa* Mart. & Eichler (curupixá) acabadas com seladora, todos os valores de ângulo de contato de gota séssil foi superior a 70°. O mesmo foi observado para a madeira de jequitibá deste trabalho, exceto para a testemunha e o acabamento com lixa 120 sem seladora.

No trabalho de Brisolari (2008), com madeira impermeabilizada de *Pinus elliottii*, *Araucária angustifolia*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora*, que compara as diferentes respostas da madeira em relação ao ângulo de contato da gota de água em diferentes temperaturas, os resultados para *Pinus elliottii* em temperatura ambiente foram inferiores para a face tangencial comparando com o presente trabalho, sendo de 40°. Em relação a araucária, o ângulo de contato no alburno foi de 95° e no cerne de 85°, ambos superiores aos ângulos encontrados para jequitibá. Os resultados da madeira de *Eucalyptus grandis* foram inferiores ao da espécie estudada, de 45° para o alburno e 60° para o cerne. Já a madeira de *Eucalyptus citriodora* foi a que apresentou valores que giraram em torno dos encontrados no presente trabalho, de 65° no alburno e 75° no cerne.

De acordo com Yuan e Lee (2013), ângulos menores que 90° ocorrem em superfícies de materiais com alta molhabilidade, isso indica que a permeabilidade da superfície é favorável à absorção do líquido, por sua vez, ângulos de contato maiores que 90° correspondem a superfícies de materiais com baixa molhabilidade, ou seja, a superfície não é favorável à absorção, diminuindo o seu contato com o líquido. Isso demonstra que superfícies de madeira de fato são de alta molhabilidade se comparadas com superfícies de demais materiais, pois a madeira é um material orgânico. Isso também pode ser verificado no presente trabalho.

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A madeira de jequitibá (*Cariniana micrantha* Ducke), em relação aos testes de rugosidade da superfície, apresentou diferenças estatísticas em todos os parâmetros apenas no tratamento padrão, indicando que esse tratamento oferece menor diferença na profundidade média da superfície da madeira, devido ao fato de possuir três camadas de seladora combinadas com três lixamentos da superfície. Desta forma, superfície da madeira de jequitibá em relação à textura não apresentou diferença quando lixada e quando foi

aplicada a seladora, entretanto quando foi feito o tratamento padrão, alternando o lixamento manual e a aplicação da seladora a superfície tornou-se mais lisa.

Nos testes de colorimetria houveram diferenças estatísticas em relação à claridade (L^*), parâmetro a^* , b^* e C , em que todos os tratamentos sem seladora tiveram valores estatisticamente diferente de todos os tratamentos com seladora, de modo que conforme a seladora foi aplicada, mais escura e saturada a madeira se tornou, mostrando que o tratamento padrão é o que mais escurece e, conseqüentemente, modifica a cor da madeira. Os corpos de prova testemunha e sem seladora foram classificados como rosa-acinzentado segundo a tabela de cores, desta forma verificou-se que o lixamento manual não alterou a cor da madeira. Os corpos de prova com a aplicação de seladora, entretanto, passaram a ser classificados como marrom-claro e os corpos de prova de tratamento padrão como marrom-avermelhado. Assim, o lixamento manual não altera a cor da madeira, mas a seladora a modifica e o tratamento padrão muda completamente a sua cor original.

A aplicação de lixas e seladora não alteram significativamente a molhabilidade da madeira desta espécie. Os ângulos de gotas, menor que 90° , indica que a permeabilidade da superfície da madeira de jequitibá é favorável à absorção do líquido.

A madeira de jequitibá apresentou muito bom comportamento de acabamento perante os tipos de lixas utilizadas e o produto químico seladora. A indústria, principalmente a moveleira poderá utilizar esta espécie como mais uma opção de madeira para fabricar seus produtos.

Recomenda-se que em trabalhos futuros de permeabilidade da madeira, quando estuda-se a influência de lixas e de produtos de acabamentos, prolongar o tempo para medir o ângulo de gota sobre a sua superfície. Outros grãos de lixas, assim como outros produtos de acabamentos também devem de ser testados. A utilização de equipamentos de acabamentos como, por exemplo, a plaina também seria mais uma opção para estudos.

7 REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, P. C. Estimativa de algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus urophylla* por espectrometria. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 182f., 2005.
- ALVES, M. L. Reconhecimento da rugosidade em imagens monocromáticas por meio de análise de textura. **Tese** (Doutorado em Engenharia mecânica) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2011.
- AMATA. **Guia de madeiras**, 2013. Disponível em: <<http://www.amatabrasil.com.br/conteudo/xiloteca/jequitiba>>. Acesso em: 04 dez. 2015.
- BARAÚNA, E. E. P. Permeabilidade das madeiras de Amapá: (*Brosimum parinarioides* Ducke) e faveira (*Parkia gigantocarpa* Ducke). 2010. 71 f. **Tese** (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira)– Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2010.
- BRAGA, P. P. C.; SILVA, J. R. M.; NÉRI, A. C.; CALEGÁRIO, N.; LIMA, J.T. Qualidade da superfície de madeira de *Coffea arábica*. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 21-28 jan./mar. 2014.
- BRISOLARI, A. Estudo da molhabilidade em madeiras tropicais ou de reflorestamento por medidas de ângulo de contato e de permeabilidade. 2008. 98 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais)- Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- BURDURLU, E.; USTA, I.; ULUPINAR, M.; AKSU, B.; ERARSLAN, T. Ç. The Effect Of The Number Of Blades And The Grain Size Of Abrasives In Planning And Sanding On The Surface Roughness Of European Black Pine And Lombardy Poplar. **Turk J Agric For**, Hacettepe University, Department of Wood Products Industrial Engineering, p. 315-321. Ankara, Turquia, 2005.
- CAMARGOS, J. A. A.; GONÇALEZ, J. C. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. **Revista Científica do Laboratório de Produtos Florestais – LPF**, Brasil Florestal, n. 71, set. 2001.
- DE PAULA, M.H. (2016). Efeito do tratamento térmico em propriedades tecnológicas das madeiras de Angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke) e sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess). **Dissertação** de Mestrado em Engenharia Florestal, Publicação PPGEFL.DM - /2016. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF.
- DIAS, R. C. C. Microescultura por laser de superfícies metálicas para manufatura de laminados híbridos metal/fibra. 2013. **Dissertação** (Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais)– Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- GALINARI, R.; JUNIOR, J. R. T.; MORGADO, R. R. **A competitividade da indústria de móveis do Brasil: situação atual e perspectivas**. Rio de Janeiro: BNDES

Setorial,2010. Disponível em:

<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/co nhecimento/bnset/set3706.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.

GONÇALEZ, J.C. Caracterisation technologique de quatre especes peuconnues de laforêt Amazonienne: anatomie, chimie, couleur, propriétésphysiques et mécaniques.1993. 445 f. **Thèse** (Doctorat en Sciences Forestières)- EcoleNationale du GénieRural, des Eauxet des Forêts, Nancy, France, 1993.

GONÇALEZ, J. C.; FÉLIX, T. L. F.; GOUVEIA, F. N.; CAMARGOS, J. A. A.; RIBEIRO, P. G. Efeito da radiação ultraviolet na cor da madeira de freijó (*Cordia goeldiana* Huber) após receber produtos de acabamentos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 657-664, out-dez., 2010.

GONÇALEZ, J. C.; VIEIRA, F. S.; CAMARGOS, J. A. A.; ZERBINI, N. J. Influência do sítio nas propriedades da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Cerne**, vol. 15, núm. 2, abril-junho, 2009, pp. 251-255. Universidade Federal de Lavras, Brasil.

GORINI, A. P. F. **Panorama do setor moveleiro no Brasil, com ênfase na competitividade externa a partir do desenvolvimento da cadeia industrial de produtos sólidos de madeira**. [S.L.]: BNDES, 1998.

GOUVEIA, F. N.; Aplicação de tratamentos térmicos para estabilização colorimétrica de madeiras tropicais. 2008. 131 p. **Tese** de Doutorado em Ciências Florestais – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Distrito Federal, 2008.

GRIEBELER, C. G.O. Colorimetria da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hillex Maiden modificada termicamente. 2013. 69 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Pós-graduação em Engenharia Florestal no Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2013.

GUEDES, D. E. Análise metrológica de acabamento de superfícies aplicada a componentes mecânicos. **Dissertação** (Mestrado em Ciências de Engenharia Mecânica) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2014.

HANSMANN, C.; GINDI, W.; WIMMER, R.; TEISCHINGER, A. Permeability of wood – a review. **Wood Research**, University of Natural Resources an Applied Life Sciences, Vienna, Austria. 1-16p., 2002.

HENZ, G. P.; CARDOSO, F. B. Absorção de água e proliferação de fungos em madeira de *Pinus* usada como embalagem para hortaliças. **Hortic. Bras.** vol. 23 no.1 Brasília Jan./Mar. 2005.

HIZIROGLU, S.; ZHONG, Z. W.; ONG, W. K. Evaluating of bonding strenght of pine, oak and nyatoh wood species related to their surfasse roughness. **Measurement** 49 (2014), p. 397 – 400.

IMIRZI, H. O.; ULKER, O.; BURDURLU, E. Effect of densification temperature and some surfacing techniques on the surfasse roughness of densified scots pine

(*Pinussylvestris* L.). **BioResources** 9(1), p. 191 – 209. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Área territorial brasileira**. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm>. Acesso em: 04 dez. 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO 4287.

Geometrical product for specifications (GPS): Surface texture: profile method: terms, definition and surface texture parameters. European Committee for Standardization, Committee 031 – Geometrical product specification requirement and verification. 1997 10p. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=10132>. Acesso em: 15 jan. 2016.

INFORMATIVO TÉCNICO REDE DE SEMENTES DA AMAZÔNIA. **Castanha de macaco**: *Cariniana micrantha* Ducke. Disponível

em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:uAli8cZq_r0J:leonet.com/semencesrsa/semences/pdf/17Castanha-de-macaco.pdf+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&client=safari>. Acesso em: 15 jan. 2016.

IPT (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS). **Catálogo de Madeiras**

Brasileiras Para a Construção Civil. NAHUZ, Augusto Rabelo (Coord.). São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013.

JIS - JAPANESE Industrial Standard. **Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters. JIS B 0601**. Tokyo, 2001.

LIPPERT, D. B.; BENEDETTI, A. C. P.; NUNES, M. M. C.; KERVALD, L. A.; SCHUH, M. S.; PEREIRA, R. S. Spectroradiometry of commercial woos veneers in the visible and near infrared spectra. **Florestal**, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, p. 125 – 132, jan./mar. 2014.

LOPES, C. S. D; NOLASCO, A. M.; FILHO, M. T.; DIAS, C. T. S. Avaliação da rugosidade superficial da madeira de *Eucalyptus* sp submetida ao fresamento periférico. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 3, p. 471-476. 2014.

MEIRELLES, C. R. M.; DINIS, H.; SEGALL, M. L.; SANTANNA, S. S. **Considerações sobre o uso da madeira no Brasil em construções habitacionais**. III Fórum de Pesquisa Fau. Mackenzie, 2007.

METROLOGIA – Rugosidade. Disponível em:

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAD9UAA/metrologia-rugosidade?part=2>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

MORI, C. L. S.; MORI, F. A.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F.; OLIVERIA, A. C. Influência das características tecnológicas na cor da madeira de eucaliptos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 123-132, 2004.

RAABE, J.; DEL MENEZZI, C. H. S.; GONÇALEZ, J. C. **Efeito do lixamento manual e da aplicação de seladora na qualidade de superfície de lâminas decorativas de curupixá (*Micropholis venulosa* Mart. & Eichler)**. No prelo.

Renner Sayerlack S.A. **Produtos e processos de pintura**. Terceira edição, maio de 2011. Disponível em: <http://www.sayerlack.com.br/wp-content/themes/sayerlack/material_tecnico/Manual_Industria_09-05-11a.pdf>. Acesso em: 31 Mai. 2016.

Remade. **Lixamento é a primeira etapa de um bom acabamento**. Edição N° 111, março de 2008. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1222&subject=E>. Acesso em: 13 jun. 2016.

RIBEIRO, E. S. Comercialização de madeira serrada de florestas naturais em Mato Grosso: um diagnóstico do setor de base florestal. 2013. 116 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Cuiabá, 2013.

RODRIGUES, B. P.; SILVA, A. G.; MAURI, R.; OLIVEIRA, J. T. S. *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (Lecythidaceae): Descrição Dendrológica e Anatômica. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15; p.427, 2012.

SANTIAGO, L. F. F. Caracterização da influência da velocidade de corte, pressão e granulometria de lixa no lixamento plano do *Pinus elliottii*. 2011. 125 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Materiais Lignocelulósicos)– Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011.

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.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4,n.1, p. 71-78, 2002.

SMITH, N.P.; MORI, S.A.; PRANCE, G.T. *Lecythidaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB23427>>. Acesso em: 04 dez. 2015.

SORAGI, L. C. Qualidade de superfícies usinadas em madeira de *Toona ciliata* M. Roem. 2009, 61 f. **Dissertação** (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 2009.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A. **Madeiras tropicais brasileiras – Brazilian tropical woods**. Brasília: IBAMA. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Laboratório de Produtos Florestais, 152 p., 1997.

STANGERLIN, D. M.; COSTA, A. F.; GONÇALEZ J. C.; PASTORE, T. C. M.; GARLET, A. Monitoramento da biodegradação da madeira de três espécies amazônicas pela técnica da colorimetria. **Acta Amazonica**. VOL. 43(4): 429 – 438, 2013.

VITAL, M. H. F. **Florestas independentes no Brasil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p. 77-130, mar. 2009.

ZACARIAS, D. Análise do processo de lixamento tubular da madeira de *Corymbia citriodora*. 2012. 110 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia)– Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012.

YUAN, Y.; LEE, T.R. **Surface Sciences Thechniques**. Chapter 1 - Contact angle and wetting properties. Department of Chemistry, University of Houston, v. 51, p. 3-34, 2013.