

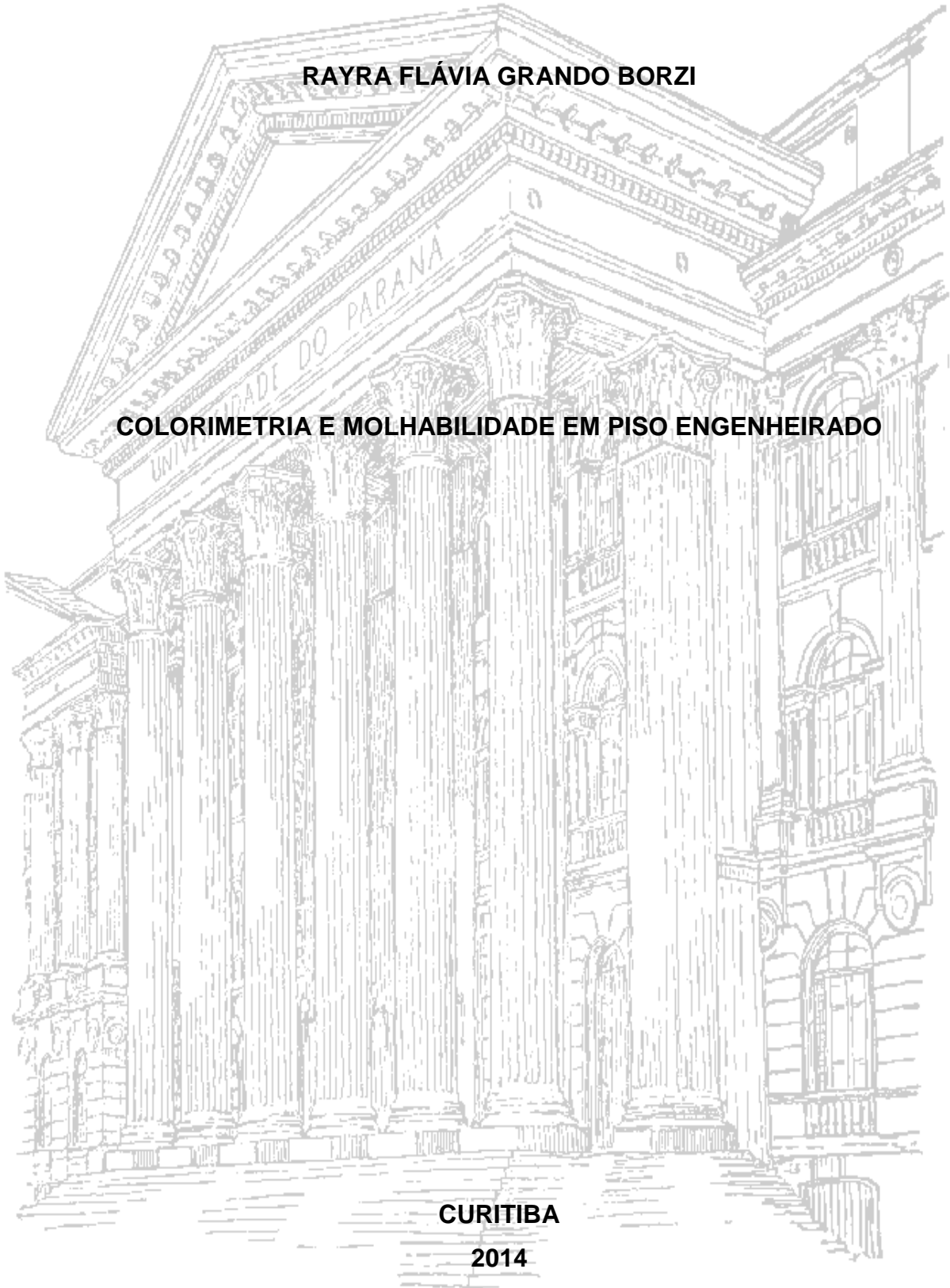
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RAYRA FLÁVIA GRANDO BORZI

COLORIMETRIA E MOLHABILIDADE EM PISO ENGENHEIRADO

CURITIBA

2014



RAYRA FLÁVIA GRANDO BORZI

COLORIMETRIA E MOLHABILIDADE EM PISO ENGENHEIRADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Disciplina Estágio Profissionalizante em Engenharia Industrial Madeireira - Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, do Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de “Engenheiro Industrial Madeireiro”.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvana Nisgoski

CURITIBA

2014

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná pela oportunidade e disponibilização dos laboratórios.

Aos meus pais, Nelson Antonio Oliveira Borzi e Izabel Celina Grandó Borzi pelo amor, incentivo e por acreditar em todas as fases da minha vida para a realização dos meus sonhos.

À minha irmã Nyara Regina Grandó Borzi, por tudo que passamos juntas e que continuaremos a passar, pelo carinho, amor e confidências.

Aos meus amigos André Simon, Italo Lopes, Letícia da Silva Soler e Paulo Gomes Aviz, por todos esses anos que passamos juntos e por toda ajuda e companheirismo. Aos companheiros do Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da Universidade Federal do Paraná.

Um agradecimento especial à minha orientadora Prof^a. Dr^a. Silvana Nisgoski, que sempre esteve presente no processo de elaboração deste trabalho, nos bons e maus momentos.

À Prof^a. Dr^a. Graciela Inés Bolzon de Muñiz pela amizade, incentivo e apoio, nos bons e maus momentos.

A todos os amigos que, direta ou indiretamente, ajudaram no desenvolvimento do estudo.

À Master Piso e a Indusparquet pela oportunidade e todo o aprendizado, em especial ao Frederico, Rafael, ao Alessandro e aos meus companheiros de trabalho Leidiane, Patrícia e Osvaldo, por toda a ajuda e compreensão.

RESUMO

A cor é uma propriedade da madeira importante para o mercado de piso envernizado e pode ser afetada por composição química, procedência da espécie, secagem, exposição ao sol e aplicação de produtos de acabamentos como o verniz. O verniz proporciona também qualidade à madeira e altera a higroscopicidade da mesma. Neste trabalho foram estudadas sete espécies madeiras: Amendoim (*Pterogyne vogelianun*), Cumaru (*Dipteryx odorata*), Guajuvira (*Patagonula americana*), Ipê (*Handroanthus* spp.), Jatobá (*Hymenaea* spp.), Muiracatiara (*Astronium lecointei*) e Peroba Mica (*Aspidosperma* sp.). Para todas as espécies foram feitas análises de colorimetria e de ângulo de contato a fim de comparar os parâmetros de cor e avaliar a molhabilidade da madeira *in natura* e após a aplicação do verniz no piso envernizado. Entre os resultados encontrados verificou-se que para todas as espécies o verniz escureceu a madeira, e em relação à molhabilidade, o verniz padronizou a superfície, tornando as peças hidrofóbicas.

Palavras-chave: avaliação da cor; piso de madeira; CIE-L*a*b*; absorção da água; ângulo de contato.

ABSTRACT

The color is an important property of wood to the market of engineered floor, and can be affected by chemical composition, origin of species, drying, sun exposure and applying finishing products such as varnish. The varnish also provides quality to wood and changes its hygroscopicity. In this work seven timber species were studied: Amendoim (*Pterogyne vogelianun*), Cumaru (*Dipteryx odorata*), Guajuvira (*Patagonula americana*), Ipe (*Handroanthus* spp.), Jatoba (*Hymenaea* spp.), Muiracatiara (*Astronium lecointei*) and Peroba Mica (*Aspidosperma* sp.). For all species were made analysis of colorimetry and contact angle in order to compare the color parameters and evaluate the wettability of natural wood and after applying the varnish in engineered flooring. Among the results it was observed that all species with varnish are darkener, and with respect to the wettability, the varnish standardized surface coating, making it hydrophobic.

Keywords: Evaluation of color; wood floors; CIE-L*a*b*; water absorption; contact angle.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA MASTER PISO.....	13
FIGURA 2 - AMENDOIM	16
FIGURA 3 - CUMARU	16
FIGURA 4 - GUAJUVIRA	17
FIGURA 5- IPÊ.....	18
FIGURA 6- JATOBÁ.....	19
FIGURA 7- MUIRACATIARA.....	20
FIGURA 8- PEROBA MICA	20
FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA COLORIMÉTRICO CIE-L*A*B* (1976).....	23
FIGURA 10- ESPALHAMENTO DE UMA GOTÍCULA DE UM LÍQUIDO SOBRE A SUPERFÍCIE	24
FIGURA 11 - CORPOS DE PROVAS DO PISO ENGENHEIRADO <i>IN NATURA</i> E ENVERNIZADO	25
FIGURA 12 – ESPECTOFOTÔMETRO DE COR.	26
FIGURA 13 - EQUIPAMENTO GONIÔMETRO UTILIZADO PARA MEDIÇÕES DO ÂNGULO DE CONTATO APARENTE.....	29
FIGURA 14 - CURVAS DE REFLECTÂNCIA E ANÁLISE DA COR EM RELAÇÃO AO COMPRIMENTO DE ONDA	34
FIGURA 15 - IMAGEM MACROSCÓPICA. (A) JATOBÁ, (B) IPÊ.....	36
FIGURA 16 - IMAGEM MACROSCÓPICA COLOCAR AS ESPÉCIES (A) AMENDOIM, (B) GUAJUVIRA E (C) PEROBA MICA	37
FIGURA 17- IMAGEM MACROSCÓPICA (A) CUMARU E (B) MUIRACATIARA.	37

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DA VARIAÇÃO TOTAL DA COR (ΔE^*) DE MADEIRAS.....	28
TABELA 2 - VALORES MÉDIOS E DESVIO-PADRÃO PARA OS PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS DE CADA AMOSTRA.....	31
TABELA 3 - VARIAÇÕES OCORRIDAS ENTRE OS VALORES DOS PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS DAS AMOSTRAS APÓS A APLICAÇÃO DO VERNIZ.....	32
TABELA 4 - COLORAÇÃO EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS L^* A^* B^*	33
TABELA 5 - RESULTADOS ANGULO DE CONTATO PARA TEMPO DE 5 E 10 SEGUNDOS PARA MADEIRA <i>IN NATURA</i> E COM VERNIZ	35
TABELA 6 - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA TEMPO DE 5 SEGUNDOS.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

- a* - Coordenada cromática verde-vermelho
- ASTM - *American Society for Testing and Materials*
- b* - Coordenada cromática azul-amarelo
- C - Croma
- CIE - *Commission Internationale de l'Éclairage*
- IAWA - International Association of Wood Anatomists
- H - Matiz
- L* - Luminosidade
- UFPR - Universidade Federal do Paraná
- V - Valor

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 PISOS DE MADEIRA	12
3.2 ESPÉCIES UTILIZADAS	15
3.2.1 AMENDOIM - <i>Pterogyne vogelianun</i> Walp.	15
3.2.2 CUMARU - <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Wild.	16
3.2.3 GUAJUVIRA - <i>Patagonula americana</i> L.	17
3.2.4 IPÊ - <i>Handroanthus</i> spp.	17
3.2.5 JATOBÁ - <i>Hymenaea</i> spp.	18
3.2.6 MUIRACATIARA - <i>Astronium lecointei</i> Ducke.	19
3.2.7 PEROBA MICA - <i>Aspidosperma</i> sp.	20
3.3 COR DA MADEIRA	21
3.3.1 CIE-L*a*b*	22
3.4 MOLHABILIDADE DA MADEIRA E ÂNGULO DE CONTATO	23
4 MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 MATERIAIS	25
4.2 MÉTODOS	26
4.2.1 ANÁLISE DA COR.....	26
4.2.2 ÂNGULO DE CONTATO APARENTE	29
4.2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

A produção de pisos de madeira no Brasil vem crescendo expressivamente a partir de meados da década de 90, tendo alcançado em 2006 cerca de 33 milhões de m², sendo que quase 75% dessa produção correspondem aos “pisos engenheirados”. Por sua vez, o piso maciço é produzido normalmente com madeiras nobres e mantém-se ainda com destaque, porém, com produção menor e sem crescimento significativo nos últimos dez anos (ABIMCI, 2007).

Com a dificuldade de compra de algumas espécies de madeiras tropicais e devido ao alto custo de aquisição, empresas buscam alternativas para melhor aproveitar a madeira, gerando produtos com maior qualidade e valor agregado. Uma das alternativas encontradas é o piso engenheirado.

O piso engenheirado destinado ao mercado nacional é uma alternativa de substituição do piso maciço e tem sido bem aceito pelo mercado consumidor. Trata-se de um piso com uma camada de madeira nobre na superfície (lamela), podendo variar de 2 a 4 mm de espessura, coladas a uma base, podendo ser constituída de painel compensado, painel de fibra de madeira (MDF) ou até mesmo painel com tiras de madeiras orientadas (OSB). A utilização de painéis na base, além de proporcionar um produto com maior estabilidade dimensional, contribui para a diminuição do emprego de madeira nobre.

Para o mercado de pisos é importante avaliar dois parâmetros, a cor e a absorção da água no produto final. A cor é uma característica macroscópica, que pode variar em função de vários fatores como, a procedência das espécies, composição do solo, composição química da madeira, ataque de agentes biológicos, tempo de exposição ao sol. A cor pode ser alterada pela aplicação de produtos de acabamento, como o verniz, que além de produzir alta resistência à abrasão, alterar a qualidade e brilho, torna a madeira hidrofóbica.

É de grande importância saber se o produto final após a aplicação do verniz continua a absorver água, assim, a anatomia da madeira ajuda a explicar o quanto uma espécie absorve de água. Isso é definido pelos tamanhos de vasos e frequência e pelas dimensões das fibras.

2 OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivo geral comparar os parâmetros de cor e a molhabilidade da madeira *in natura* e após a aplicação do verniz no piso engenheirado.

Os objetivos específicos são:

- Coletar os parâmetros de cor de sete espécies florestais de uso comercial através do sistema CIE - $L^*a^*b^*$;
- Comparar a variação de cor entre as amostras *in natura* e envernizadas;
- Avaliar a curva de reflectância das espécies;
- Comparar entre as amostra *in natura* qual obteve maior molhabilidade.
- Comparar entre as espécies *in natura* e envernizadas a influência da aplicação do verniz no ângulo de contato aparente.
- Comparar a influência da estrutura anatômica da madeira das espécies na medição do ângulo de contato.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PISOS DE MADEIRA

O piso maciço é composto por uma peça única de madeira maciça usinada nos topos e nas laterais e com chanfro, em geral, nos quatro lados. Podem ser fabricados para serem vendidos *in natura* (requerem raspagem e aplicação do acabamento) ou produto acabado (que já sai da fábrica com aplicação de verniz). As peças são comercializadas com diversas medidas, a espessura pode variar desde 8 mm ou 9 mm até 19, as larguras variam de 90 a 180 mm e os comprimentos de 304,8 mm a 2200 mm (RECOMA, 2014).

O termo piso engenheirado é recente, do inglês *engineered flooring*. É um produto composto por uma base de compensado ou painel de MDF e uma lâmina ou lamela colada sobre este painel. A utilização do painel de compensado ou MDF garante maior estabilidade dimensional do produto final.

Pisos engenheirados oferecem toda a beleza dos pisos de madeira tradicionais, e podem ser instalados em áreas com maior variação de umidade e colados ao contrapiso. O piso engenheirado pode ser colado diretamente sobre o concreto curado (REMADE, 2006).

Além de ser prático em sua instalação, o piso engenheirado tem a opção de vir envernizado, e apresenta menor valor agregado quando comparado com o piso maciço, uma vez que sua base é feita com um painel compensado ou MDF (RECOMA, 2014).

Existem variações como:

- Piso engenheirado lamela: é composto por uma base de compensado de pinus ou eucalipto. Porém, a sua capa é uma lamela serrada de madeira nobre, com espessura de 2 mm a 4 mm, que são coladas apenas na face da régua. Os pisos lamela possuem espessuras de comercialização que variam de 8,76 mm a 14 mm.

- Piso engenheirado multilaminado: é composto por uma base de compensado de pinus ou eucalipto. Nesta base é colada uma lâmina, torneada de primeira qualidade de madeira nobre, na capa e contra capa. São denominados internacionalmente como *engineered hardwood flooring*. A

espessura da capa varia de 1,4 mm a 1,6 mm e a espessura final deste tipo de piso é de 8,76 mm a 9,55 mm (RECOMA, 2014).

3.1.1 PROCESSO PRODUTIVO DA FABRICAÇÃO DO PISO ENGENHEIRADO

O Fluxograma a seguir (figura 1) descreve o processo produtivo da Empresa Master Piso, e o detalhamento é descrito na sequência.



FIGURA 1- FLUXOGRAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA MASTER PISO.

Fonte: Autora (2014)

O recebimento das lâminas é a primeira etapa do processo produtivo da empresa. É nesta fase que são conferidas as espessuras e o teor de umidade das lâminas. Caso essas estejam fora dos padrões combinados durante a compra são devolvidas ao fornecedor, se estiverem conformes são estocadas.

A próxima etapa é a classificação, as lâminas são separadas e classificadas em relação a seu uso (capa, contra-capas, miolo seco e miolo úmido). As que não atingirem o tamanho padrão desejado na produção são separadas para serem passadas na juntadeira. Após essa etapa é verificado o valor do teor de umidade das lâminas, se alguma estiver com este parâmetro acima do permitido pelas normas internas de produção, estas seguem para o secador.

A próxima etapa é o processo de montagem que é realizada de acordo com a espessura do painel. Os painéis com espessuras superiores a 9,8 mm passam por uma pré-prensa a frio, com pressão de 200 kgf/cm² e o tempo de prensagem de 2 a 3 minutos. Em seguida entram na prensa quente, nesta etapa o tempo e temperatura de prensagem são influenciados pela espessura do painel. Para painéis de 6,1 mm o tempo é 5 minutos; já para 6,8 mm 5,5 minutos; ambos com temperatura em torno de 105 °C. Para painéis com espessura de 9,8 mm e 12,5 mm o tempo de prensagem é de 6,5 minutos, para a espessura de 15,2 mm o tempo é de 8 minutos e para painéis de 16,2mm o tempo é 8,5 minutos; a temperatura de prensagem para todos é igual ou superior a 110 °C.

Após o painel esfriar e climatizar, passa pela esquadrejadeira, onde suas dimensões são definidas, resultando em um tamanho padrão. Seguindo passa para a lixadeira onde as superfícies dos painéis recebem um acabamento. Nesta fase é controlada a espessura do padrão dos painéis, os que não atingem são separados para retrabalho.

As tábuas são recebidas da empresa Indusparquet que são convertidas em lamelas ou às vezes a empresa já as recebe prontas. As lamelas são classificadas e nessa etapa do processo é preciso ter atenção nos parâmetros como teor de umidade da lamela, espessura, largura, comprimento e a variação da cor da madeira. Em seguida a madeira segue para um climatizador.

A próxima etapa é a colagem das lamelas nos painéis. É muito importante controlar parâmetros como umidade do painel com a cola, umidade da lamela e a gramatura da cola no painel, pois isso afeta a qualidade do produto final. Após a colagem o produto segue para a esquadrejadeira onde as peças são

dimensionadas de acordo com o comprimento das lamelas coladas sob o painel, passa para a lixadeira até atingir a espessura final e é realizado o corte de acordo com as larguras das lamelas.

Em seguida as peças seguem para a usinagem, nesta etapa é realizada a usinagem longitudinal e transversal nas peças. É importante que as peças estejam dentro dos padrões para que não surja defeito no final do processo. Em seguida as peças vão para a linha de pintura onde recebem o acabamento final.

A próxima etapa é a da classificação, nesta fase as peças com defeitos são separadas das peças com qualidades. As peças boas são separadas e as peças com defeitos seguem para o reaproveitamento. As peças já classificadas são encaminhadas para a embalagem onde o produto é colocado em caixa e separado por clientes.

Existem outras maneiras para a fabricação do piso engenheirado, cada empresa tem um modo de fabricação. É possível utilizar outros tipos de painéis como MDF e o OSB para a base do piso. A produção do piso engenheirado pode ser feita com diversas espécies, entre as quais na empresa Master Piso, pode-se destacar o amendoim, cumaru, guaiuvira, jatobá, ipê, muiracatiara e peroba mica.

3.2 ESPÉCIES UTILIZADAS

3.2.1 AMENDOIM - *Pterogyne vogelianun* Walp.

A espécie comercializada como amendoim (Figura 2), também é conhecida por guarucaia, amendoim bravo, viraró, ibiraró, pertence à família Fabaceae - Caesalpinioideae, e é encontrada principalmente na Argentina e no Paraguai.

É uma madeira pesada, com o cerne bege-rosado-escuro e alburno distinto na bege claro. Apresenta textura média, grã direita a irregular, superfície lustrosa e lisa ao tato, o cheiro é pouco perceptível e gosto ligeiramente adstringente.

Por apresentar baixa retratibilidade e aparência agradável, suas principais aplicações são para móveis finos, obtenção de folhas faqueadas, lambril, decoração interna. Na construção civil é usado para vigas, caibros, ripas, tacos e tábuas para assoalhos. Também é usada para construção de carrocerias, interiores de vagões ferroviários e de embarcações, implementos agrícolas, ligações encavilhadas, barris, e tanques para bebidas e produtos ácidos (MAINIERI e CHIMELO, 1989).



FIGURA 2 - AMENDOIM
Fonte: Autora (2014)

3.2.2 CUMARU - *Dipteryx odorata* (Aubl.) Wild.

Essa espécie é encontrada no Brasil nos estados do Acre, Amazônia, Amapá, Mato Grosso, Pará, Rondônia e em outros países como Bolívia, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname, Venezuela e América Central. O cumaru (Figura 3), também conhecido por camaru, camaru ferro, champanha, cumaru amarelo, cumaru roxo, cumaru verdadeiro pertence à família Fabaceae–Faboideae;

A sua madeira apresenta cerne e albúrnio distintos pela cor, sendo o cerne castanho-claro-amarelado, tem brilho moderado e o cheiro e o gosto é imperceptível. Apresenta alta densidade, grã reversa e sua textura variam de fina a média.

Suas principais aplicações na construção civil são em pontes, postes, mourões, estacas, esteios, cruzetas, dormentes, vigas, caibros, batentes, forros, lambris. Em assoalhos podem-se citar tacos, tábuas, parquetes e degraus de escada. No mobiliário para fazer partes decorativas, e em outros usos como cabos de ferramentas, transporte e embarcações (IPT, 2014).



FIGURA 3 - CUMARU
Fonte: IPT (2014)

3.2.3 GUAJUVIRA - *Patagonula americana* L.

No Brasil essa espécie é encontrada desde o estado de São Paulo até o estado do Rio Grande do Sul, principalmente nos vales do rio Paranapanema, Encontra-se também na Argentina, Uruguai e Paraguai onde é conhecida por Guayaibi. Também conhecido por guajuvira, guaiabira, guajivira, guarapuvira (Figura 4), pertence à família Boraginaceae.

A Guajuvira é considerada uma madeira pesada, a parte mais interna do cerne apresenta uma coloração pardo-escuro-acastanhado ou preto, com abundantes veios pretos que formam desenhos que são facilmente confundidos com o alburno, que apresenta coloração branco-palha. Sua textura é média, a grã é direita e a superfície lustrosa e lisa ao tato. O cheiro e gosto são imperceptíveis.

A madeira de guajuvira, por ser pesada, de aspecto agradável, resistência mecânica entre média e alta e retratibilidade média, é indicada para móveis de luxo, produção de folhas faqueadas decorativas; peças torneadas, como cabos em cutelaria, peças curvadas, guarnições cabos de ferramentas; em construção civil, como vigas, caibros, ripas, marcos de portas e janelas, tacos e tábuas para assoalhos e formas para calçados (MAINIERI e CHIMELO, 1989).



FIGURA 4 - GUAJUVIRA
Fonte: Autora (2014)

3.2.4 IPÊ - *Handroanthus* spp.

O Ipê (Figura 5), também conhecido no Brasil por ipê-amarelo, ipê-do-cerrado, ipê-pardo, ipê-preto, ipê-roxo, ipê-tabaco, ipê-una, ipeúva, pau-d'arco, pau-d'arco-amarelo, peúva, piúna, piúna-amarela, piúna-roxa, piúva, piúva-do-serrado, é da família Bignoniaceae.

Sua zona de ocorrência no Brasil é na Amazônia, Mata Atlântica, Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo. Também é

encontrada em países como Argentina, Bolívia, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname e America Central, onde são conhecidos por bethabara, ipê, ipê, lapacho, lapacho ararillo.

O ipê apresenta cerne e alborno distintos pela cor, o cerne é pardo ou castanho com reflexos amarelados ou esverdeados e o alborno é branco-amarelado. Sua superfície é sem brilho, tem cheiro e gosto imperceptíveis, grã irregular a reversa e textura fina.

Por ser uma madeira de alta densidade suas principais indicações para usos são para construção civil pontes, dormentes ferroviários, cruzetas, vigas, caibros, portas, janelas, batentes, guarnições, rodapés, forros, lambris. É indicado também para fabricação de assoalhos como tábuas, tacos, parquetes, degraus de escada, partes decorativas de móveis, artigos de esporte e brinquedos, cabos de ferramentas, implementos agrícolas, peças torneadas, transporte, instrumentos musicais ou parte deles (IPT, 2014).



FIGURA 5 - IPÊ
Fonte: IPT (2014)

3.2.5 JATOBÁ - *Hymenaea* spp.

Jatobá (Figura 6), também conhecido por copal, courbaril, jataí, jataíba, jatobá-curuba, jatobazinho, jutaí, jutaí-açu, jutaí-do-igapó, jutaí-grande, jutaí-mirim, jutaí-vermelho, quebra machado é da família Fabaceae – Caesalpinioideae.

No Brasil, a árvore é encontrada na Amazônia, Mata Atlântica, Acre, Amapá, Amazonas, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, Rondônia, São Paulo. Também é encontrada em outros países como América Central, Argentina, Bolívia, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Paraguai, Peru, Suriname onde é conhecida por lgarrobo, courbaril, loksi, lokus e rode locus.

A madeira de jatobá apresenta cerne e albarno distintos pela cor, o cerne varia do castanho-amarelado ao castanho-avermelhado e o albarno branco-amarelado. O cheiro e gosto são imperceptíveis. É uma madeira de densidade alta, a grã varia de regular a irregular; textura média e superfície pouco lustrosa.

Na construção civil a espécie é muito usada para dormentes ferroviários, cruzetas, vigas, caibros, tesouras, portas, janelas, batentes, guarnições, rodapés, painéis, forros e lambris. Na fabricação de assoalhos são feitos principalmente tábuas, tacos, parquetes e degraus de escada. É usado também para fazer móveis de alta qualidade, artigos de esporte e brinquedos, cabos de ferramentas, implementos agrícolas e peças torneadas (IPT, 2014).



FIGURA 6 - JATOBÁ

Fonte: IPT (2014)

3.2.6 MUIRACATIARA - *Astronium lecointei* Ducke.

A muiracatiara (Figura 7), também conhecida por aderno-preto, aroeira, aroeirão, baracatiara, gonçaleiro, gonçalo-alves, maracatiara, maracatiara-branca, maracatiara-vermelha, muiracatiara-rajada, muiraquatiara, sanguessugueira é da família Anacardiaceae.

Sua zona de ocorrência no Brasil é Amazônia, Acre, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia.

A madeira apresenta cerne e albarno distintos pela cor, o cerne varia do bege-rosado ao castanho-escuro-avermelhado, com estrias mais escuras. Apresenta brilho moderado, cheiro e gosto imperceptíveis. É uma madeira de densidade alta, grã irregular e textura média.

Os principais usos são construção civil, assoalhos e mobiliário. Também como lâminas decorativas, peças torneadas, decoração e adorno, cabos para cutelaria, peças encurvadas ou curvadas, cabos de ferramentas, implementos agrícolas e tanoaria (IPT, 2014).



FIGURA 7 - MUIRACATIARA

Fonte: IPT (2014)

3.2.7 PEROBA MICA - *Aspidosperma* sp.

A Peroba Mica (Figura 8), também conhecida por peroba mico, araracanga, jacamim, araraíba, araraúba da terra firme, pequiá marfim, paratudo branco, pertence à família das Apocynaceae.

Ocorre em toda a bacia do Rio Paraná, abrangendo os Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Rondônia, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, também na Argentina e Paraguai; sul do Estado da Bahia e norte do Estado do Espírito Santo, estendendo-se pelo Vale do Rio Doce e zona da mata no Estado de Minas Gerais.

É uma madeira que apresenta cerne amarelo avermelhado, distinto do alburno rosa. Anéis de crescimento distinto, grã reversa, textura média, brilho ausente e cheiro imperceptível.

Indicada principalmente em construção civil como, vigas, caibros, ripas, marcos de portas e janelas, venezianas, rodapés, tábuas e tacos para assoalhos, entre outros, móveis e carpintaria (SOUZA, 1997).



FIGURA 8 - PEROBA MICA

Fonte: Autora (2014)

3.3 COR DA MADEIRA

As madeiras apresentam uma grande variabilidade de cores com inúmeras tonalidades, reflexo da expressão do genoma das árvores crescendo em diferentes ambientes. De acordo com a *International Association of Wood Anatomists* - IAWA (1989) as cores das madeiras podem ser reunidas nos seguintes grupos: esbranquiçada, amarelada, avermelhada, acastanhada, parda, enegrecida e arroxeadas. Outras cores, eventualmente, podem ser observadas em madeiras, como verde ou aspecto rajado (PEREIRA et al., 2012)

A cor pode ser alterada pelo teor de umidade, pela temperatura, pelas degradações provocadas pelo ataque de organismos xilófagos ou, ainda, pelas reações fotoquímicas dos componentes químicos presentes em sua estrutura. A idade da madeira e da árvore também são fatores que influenciam a cor natural deste material, assim como os tratamentos silviculturais e o tipo de solo onde se desenvolveu a planta. A secagem em estufa e a degradação provocada pelo ataque de organismos xilófagos também se destacam como indicadores nas alterações da cor da madeira. Na secagem, geralmente a temperatura entre 60 °C e 100 °C, pode escurecer a madeira, e esta alteração na cor pode ser ainda mais intensa quando este material é submetido a temperaturas superiores (PEREIRA et al., 2012).

A análise final da cor de qualquer produto lhe garante um padrão de qualidade de mercado exigido mundialmente. Ela é um dos componentes da estética, que se associa à superfície e ao desenho de uma peça de madeira. Por essa razão, esta propriedade deve ser incorporada ao planejamento visando à caracterização tecnológica da madeira, para atender aos usos mais nobres deste material (GRIEBELER, 2013).

A medição da cor da madeira é efetuada por diferentes técnicas, como a colorimetria, que é não destrutiva e vem sendo utilizada por diferentes setores industriais a fim de definir e comparar a variação de cores existentes em seus produtos. Esta técnica descreve cada elemento da composição de uma cor, numericamente, por meio de aparelhos apropriados. Esta metodologia de análise é usada em diferentes sistemas de produção fabril, como, por exemplo, indústrias têxteis, automotivas, químicas e plásticas. Um dos sistemas mais utilizados para medição de cores é o CIELAB (Comissão Internacional de Iluminantes), que é

sintetizado através dos parâmetros colorimétricos: luminosidade (L^*), coordenada do eixo vermelho-verde (a^*), coordenada do eixo azul-amarelo (b^*), saturação (C) e ângulo de tinta (h^*) (CAMARGOS; GONÇALEZ, 2001).

Os colorímetros já foram os principais aparelhos para análise numérica da cor, por serem portáteis, de fácil manuseio, apresentar baixo custo de fabricação e permitirem a obtenção direta dos valores das medidas dos componentes cromáticos. Porém estes instrumentos são incapazes de gerar dados de refletância espectral, e limitam os resultados (GONÇALEZ; MACEDO, 2003).

Hoje, com o avanço da tecnologia, os espectrofotômetros se tornaram portáteis e com uma grande redução em seu custo. Assim os colorímetros perderam as vantagens competitivas que apresentavam no passado (ITG, 2006).

3.3.1 CIE- $L^*a^*b^*$

A CIE (*Comission Internationale de l'Eclairage, ou International Commission on Illumination*, ou ainda Comissão Internacional de Iluminação), como parte da sua missão, tem um comitê técnico para estudar o sistema visual e as cores, resultando numa diretriz para a colorimetria, desde a primeira padronização em Cambridge em 1931, na Inglaterra (LEÃO et al., 2005).

O sistema CIELAB-1976 é o mais utilizado para a quantificação e medição da cor, pois ele fornece um espaço mais uniforme da distribuição das cores. É baseado em três elementos: a luminosidade ou claridade, a tonalidade ou matiz e a saturação ou cromaticidade (CAMARGOS; GONÇALEZ, 2001).

O valor dos parâmetros colorimétricos de luminosidade (L^*) varia do branco ao preto e assume valor 0 (zero) para o preto absoluto e 100 para o branco total. O valor da coordenada cromática a^* pode variar de verde a vermelho e o valor da coordenada cromática b^* pode variar de azul a amarelo; analogamente à percepção das cores pelo cérebro, ou seja, cores opostas (Figura 9). Os valores destas variáveis encontram-se na faixa de 0 a 60, sem unidade de medida. Os pigmentos vermelho, verde, amarelo e azul são definidos pelas coordenadas $+ a^*$, $- a^*$, $+ b^*$ e $- b^*$, respectivamente (GONÇALEZ et al. 2001).

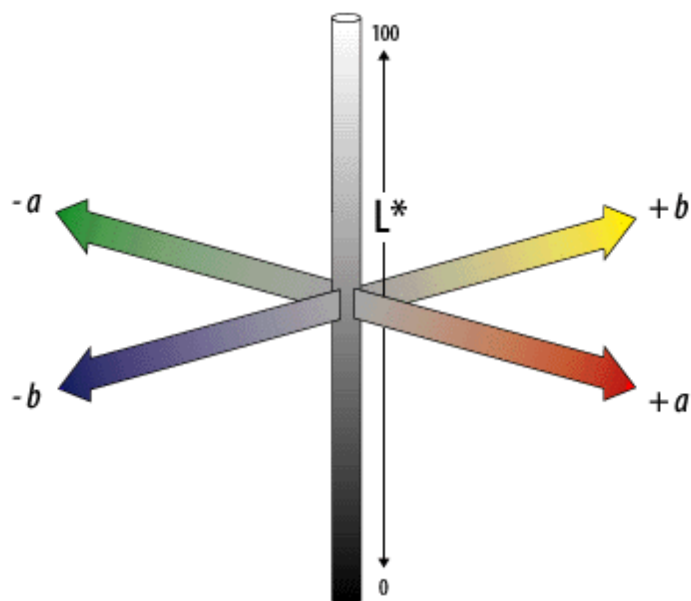


FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA COLORIMÉTRICO CIE-L*A*B* (1976).

Fonte: Adobe Systems Incorporated ©, 2000.

3.4 MOLHABILIDADE DA MADEIRA E ÂNGULO DE CONTATO

Molhabilidade é a condição que determina o quão rápido um líquido vai molhar ou espalhar sobre a uma superfície, ou se a mesma irá repelir o líquido. A molhabilidade da madeira depende de fatores característicos da espécie como tipo de cerne e alborno, exposição à luz, água, método de secagem, orientação das grãos, procedência do material, entre outros (SOARES et al, 2011).

A caracterização da molhabilidade, hidrofobia e durabilidade da água em um sólido de madeira é feita através do ângulo de contato de um líquido sobre uma superfície (LU, 2003). Este método consiste na medida do ângulo θ entre o plano tangente à superfície do líquido e o plano tangente à superfície do sólido (Figura 10-a). Para superfícies hidrofóbicas, que rejeitam a água, a gotícula tem a forma esférica (Figura 10-b), se a superfície for hidrofílica (Figura 10-c), a gotícula forma um filme sobre a superfície tornando-a completamente molhada pelo líquido, sendo o ângulo neste caso igual a zero (SOARES et al., 2011).

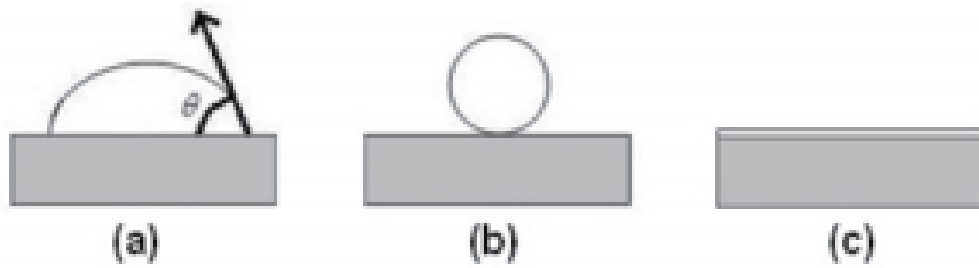


FIGURA 10- ESPALHAMENTO DE UMA GOTÍCULA DE UM LÍQUIDO SOBRE A SUPERFÍCIE (A) PARCIALMENTE HIDROFÓBICA, (B) TOTALMENTE HIDROFÓBICA, E (C) TOTALMENTE HIDROFÍLICA.

Fonte: SOARES et al. (2011).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Foram estudadas sete espécies florestais (Figura 11):

- AMENDOIM - *Pterogyne vogelianun Walp*
- CUMARU- *Dipteryx odorata (Aubl.) Wild*
- GUAJUVIRA- *Patagonula americana L*
- IPÊ - *Handroanthus spp.*
- JATOBÁ - *Hymenaea spp.*
- MUIRACATIARA - *Astronium lecointei Ducke*
- PEROBA MICA - *Aspidosperma sp.*

As amostras foram fornecidas pela empresa Master Piso. Foram coletadas cinco régua de piso de madeira, com o plano de corte longitudinal, sem acabamento final e com acabamento, de verniz. A partir dessas régua foram confeccionados cinco corpos de provas medindo aproximadamente 3 x 3 x 1,5 cm, totalizando 25 amostras por espécie e 75 medições por espécie.

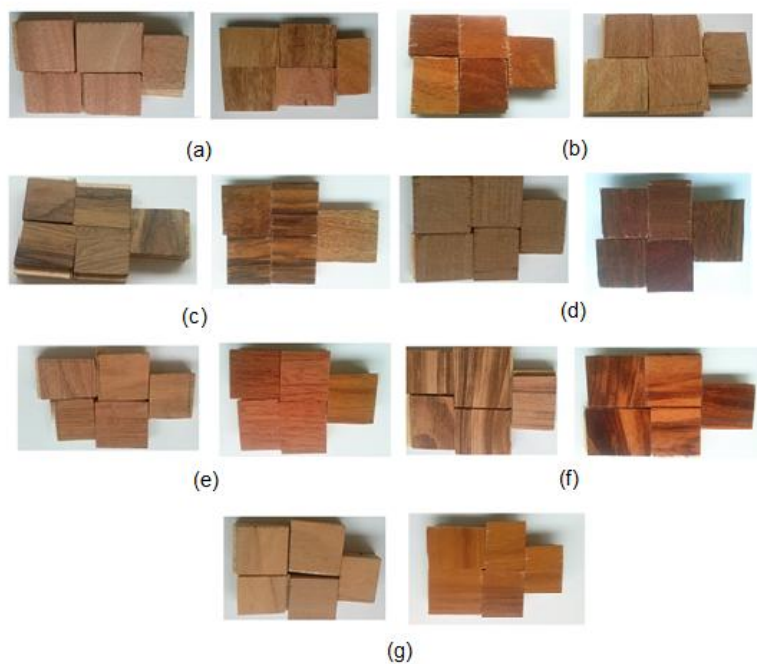


FIGURA 11 - CORPOS DE PROVAS DO PISO ENGENHEIRADO *IN NATURA* E ENVERNIZADO (A) AMENDOIM, (B) CUMARU, (C) GUAJUVIRA, (D) IPÊ, (E) JATOBÁ, (F) MUIRACATIARA, (G) PEROBA MICA.

Fonte: Autora (2014)

O verniz utilizado foi do tipo Top Coat B50, composto de natureza química a base de monômeros e resina, onde seus principais componentes são pentaeritritol, epóxi acrilada, sílica, 1,6 hexanediol diacrilato (HDODA).

4.2 MÉTODOS

4.2.1 ANÁLISE DA COR

Para a análise da variação da cor, os dados foram coletados no Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira - LANAQM, da UFPR. Foi utilizado um espectrofotômetro KONICA MINOLTA CM-5, acoplado a um computador (Figura 12). Este equipamento faz uma varredura na superfície dos corpos de provas, obtendo os dados de Luminosidade (L^*), e coordenadas cromáticas a^* (eixo vermelho-verde) e b^* (eixo azul-amarelo), além da curva de reflectância das amostras no comprimento de onda entre 350-720 nm.



FIGURA 12 – ESPECTROFOTÔMETRO DE COR.

Fonte: Autora (2014)

Foi utilizado o sistema CIE- L^*a^*b para a determinação da cor, com o iluminante D_{65} (luz difusa), que simula a radiação solar diurna através da lâmpada de xenônio, com o ângulo de observação de 10° (CIE 1964). As leituras foram realizadas em uma sala climatizada, com temperatura de 23°C e 65% de umidade relativa do ar. É importante ressaltar que não se tem uma norma de padronização de amostras para o estudo da colorimetria.

Para as medições da cor, foram obtidas 3 leituras por amostra na parte superior do piso, ou seja, na lamela superior, para cada espécie, com e sem acabamento final, totalizando 1050 leituras.

Os parâmetros colorimétricos obtidos foram os seguintes:

L*: luminosidade.

a*: matizes do eixo vermelho (+a) – verde (-a).

b*: matizes do eixo amarelo (+b) – azul (-b).

O cálculo do parâmetro de Saturação (C) foi efetuado pela equação:

$$C = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad (1)$$

Onde: C = saturação

a* = coordenada cromática sobre o eixo verde-vermelho

b* = coordenada cromática sobre o eixo azul-amarelo

O cálculo do parâmetro de ângulo da tinta (h*) foi efetuado pela equação:

$$h^* = \arctg \frac{b^*}{a^*} \quad (2)$$

Onde: h* = ângulo de tinta

Os dados de cor foram processados no programa Excel para que as variáveis colorimétricas utilizadas pelo sistema CIELAB pudessem ser avaliadas. Foram calculados valores médios das leituras feitas para cada parâmetro colorimétrico.

Para mensurar as alterações na cor do piso de madeira, após a aplicação do verniz utilizou-se a variação total da cor, expressa pela seguinte equação:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})} \quad (3)$$

Onde: ΔE^* = variação total da coloração

ΔL^* = variação da Luminosidade (L^* da amostra tratada menos L^* da testemunha)

Δa^* e Δb^* = variação das coordenadas cromáticas (amostra tratada menos testemunha)

Os sinais positivo e negativo resultantes da expressão significam, Tabela 1:

TABELA 1- VARIAÇÕES DAS COORDENADAS.

Varição	Característica
+ ΔL^*	Aumento da luminosidade
- ΔL^*	Redução da luminosidade
+ Δa^*	Aumento na cor vermelha
- Δa^*	Aumento na cor verde
+ Δb^*	Aumento na cor amarela
- Δb^*	Aumento na cor azul.

Para o cálculo da variação da cor também foi utilizada metodologia adotada por Esteves et al. (2008), com a diferença dos valores médios dos parâmetros L^* , a^* e b^* entre o piso de madeira com acabamento final e in natura, em percentagem do valor inicial, como segue o exemplo para ΔL^* :

$$\Delta L^* (\%) = \frac{(L^* \text{ com acabamento} - L^* \text{ in natura})}{L^* \text{ in natura}} \quad (4)$$

A classificação da variação total da cor foi efetuada seguindo a Tabela 2 elaborada por Hikita et al. ¹ (2001, citado por BARRETO; PASTORE, 2009) que se baseou em níveis de percepção da cor. Esta tabela foi desenvolvida para classificar os valores de variação de cor, ΔE^* .

TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DA VARIAÇÃO TOTAL DA COR (ΔE^*) DE MADEIRAS.

VARIAÇÃO DA COR (ΔE^*)	CLASSIFICAÇÃO
0,0 - 0,5	Desprezível
0,5 - 1,5	Ligeiramente perceptível
1,5 - 3,0	Notável
3,0 - 6,0	Apreciável
6,0 - 12,0	Muito apreciável

¹ HIKITA, Y.; TOYODA, T.; AZUMA, M. Weathering testing of timber – discoloration. In: IMAMURA, Y. High performance utilization of wood for outdoor uses. Kyoto, Japão: Press-net, 2001.

4.2.2 ÂNGULO DE CONTATO APARENTE

Para a realização das medidas do ângulo de contato, as amostras foram climatizadas por 4 dias a uma temperatura de 23 °C e 65% de umidade relativa do ar. As leituras foram realizadas em uma sala climatizada nas mesmas condições.

As medidas de ângulo de contato aparente foram feitas utilizando água deionizada, em um goniômetro, constituído com uma plataforma ajustável, com uma câmera CCD (*charge couple device*) acoplada a um computador, com uma fonte de luz com uma superfície refletora interna e dianteira de vidro transparente (Figura 13).



FIGURA 13 - EQUIPAMENTO GONIÔMETRO UTILIZADO PARA MEDIÇÕES DO ÂNGULO DE CONTATO APARENTE

Fonte: Autora (2014).

Foram realizadas duas medidas de ângulo de contato aparente em diferentes pontos da superfície da madeira, no sentido perpendicular às fibras. Com uma micro seringa automática, gotículas da água deionizada (5 μ l) foram dispensadas na superfície dos corpos de prova. Para cada gotícula adicionada, realizou-se a cinética em função do tempo de deposição na superfície do corpo de prova. Por meio do software DSA4, calculou-se o ângulo de contato aparente após 5 e 10 segundos de deposição da gotícula na superfície do corpo de prova.

Para avaliar a influência da estrutura anatômica das espécies na absorção de água e melhorar o entendimento dos resultados do ângulo de contato, foram obtidas imagens em Estereomicroscópio Discovery Z12, da Zeiss.

4.2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram comparados estatisticamente pelo teste de Tukey para comparação de médias a 5 % de probabilidade, mediante a utilização do programa computacional Statistica© 10.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COLORIMETRIA

A partir dos dados coletados pelo espectrofotômetro foram obtidas a média e desvio padrão por amostra de cada espécie (Tabela 3).

TABELA 3 - VALORES MÉDIOS E DESVIO-PADRÃO PARA OS PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS DE CADA AMOSTRA.

Espécie	L*		a*		b*		C		h*	
	<i>In natura</i>	Verniz	<i>In natura</i>	Verniz	<i>In natura</i>	Verniz	<i>In natura</i>	Verniz	<i>In natura</i>	Verniz
Amendoim	70,92a	57,91b	8,73a	14,58b	20,32a	27,38b	22,14a	31,03b	1,17a	1,0b
	5,3	6,9	15,0	8,9	6,4	7,2	7,1	6,8	3,8	3,0
Cumaru	56,96a	38,09b	9,97a	16,17b	25,98a	26,54a	27,91a	31,11b	1,20a	1,02b
	4,2	12,2	14,8	8,6	5,0	16,6	5,9	14,0	4,1	5,1
Guajuvira	51,58a	34,76b	5,67a	8,29b	16,96a	18,98b	17,90a	20,74b	1,25a	1,15 b
	4,6	12,1	33,1	16,8	7,9	20,6	10,5	19,4	4,7	5,4
Ipê	49,67a	32,45b	3,91a	8,37b	22,46a	12,15b	23,21a	14,78b	0,83a	0,97a
	8,2	4,40	48,7	18,37	6,0	18,07	8,1	17,18	7,2	5,90
Jatobá	51,62a	44,33b	13,60a	17,73b	21,73a	24,77b	25,71a	30,54 b	1,01a	0,95b
	7,6	7,61	10,3	6,74	5,2	11,73	195,8	7,57	7,2	7,34
Muiracatiara	42,76a	52,84b	14,32a	18,80b	23,18a	28,33b	27,27a	34,07b	1,02a	0,97b
	11,9	24,0	16,9	11,5	5,9	21,0	7,2	17,4	8,3	7,7
Peroba mica	61,84a	45,64b	10,77a	14,98b	24,94a	27,86b	27,17a	31,66b	1,16a	1,08b
	2,7	7,8	21,5	11,7	4,6	12,3	6,3	11,3	7,1	4,3

Média aritmética de 75 medições para cada amostra. Os valores abaixo das letras representam o desvio-padrões da média. Médias seguidas pela mesma letra, em cada parâmetro, na mesma linha, não se diferenciam estatisticamente ao nível de 95% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Os valores médios dos parâmetros colorimétricos apresentaram diferenças significativas entre as amostras *in natura* e envernizadas. Para todas as amostras é possível notar que houve alteração no padrão de Luminosidade (L*) das amostras *in natura* após seu envernizamento. As amostras da espécie Amendoim apresentam diminuição de 8,0% na luminosidade, Cumaru 6,7%, Guajuvira 8,2%, Ipê 6,5%, Jatobá 8,6% e Peroba Mica 7,4%, apenas na Muiracatiara houve um aumento da luminosidade de 23%, com diferenças significativas pelo teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Essa variação pode ser resultado da reação de algum dos componentes presentes do verniz, que interagiu com a composição química da espécie.

Tanto para o padrão a*, variação de cor do vermelho, como para o padrão b*, amarelo, pode-se observar que houve uma diferença nas médias, para o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, elas são significativamente diferentes entre si, exceto o cumaru que manteve o mesmo padrão de coloração amarela.

Para todas as espécies, após a aplicação do verniz houve uma elevação no padrão a*, isso mostra que o verniz alterou a coloração avermelhada, no padrão b*, houve aumento deste valor para a espécies, exceto o cumaru que se manteve igual e o ipê onde se observou uma diminuição de aproximadamente de 55 % da tonalidade amarelo.

Para o parâmetro de saturação (C), para a maioria das espécies houve um aumento, exceto para o ipê com redução de 63,68%. O Ângulo de tinta (h), para todas as espécies reduziu sendo estatisticamente diferente no teste de Tukey para 5 % de probabilidade de erro, apenas para o ipê não houve teve diferença estatística para este parâmetro.

Na Tabela 3 estão os resultados encontrados na variação da coloração (ΔE^*) determinado pela Equação 3.

TABELA 4 - VARIAÇÕES OCORRIDAS ENTRE OS VALORES DOS PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS DAS AMOSTRAS APÓS A APLICAÇÃO DO VERNIZ

Espécie	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
Amendoim	-0,2	0,7	0,3	0,8
Cumaru	-0,33	0,62	0,02	0,7
Guajuvira	-0,33	0,46	0,12	0,6
Ipê	-0,35	1,14	-0,46	1,3
Jatobá	-0,14	0,30	0,14	0,4
Muiracatiara	0,24	0,31	0,22	0,5
Peroba mica	-0,26	0,39	0,12	0,5

A mudança de cor da madeira causada pela aplicação do verniz ocorre pela redução da luminosidade, causando o escurecimento da madeira, e o aumento da coordenada a* (coloração vermelha) e pelo aumento da coordenada b* (coloração amarela), exceto para o Ipê que houve uma redução na coloração

amarela, o verniz provavelmente deve ter ofuscado a ipeína do ipê, substância de amarela- esverdeada, que o deixa com o aspecto mais amarelado.

De acordo com os critérios da Tabela 1, as espécies foram classificadas de acordo com a variação da total da cor (ΔE^*), da seguinte forma: Jatobá, Muiracatiara e Peroba Mica como desprezíveis e Amendoim, Cumaru, Guajuvira e Ipê como ligeiramente perceptíveis.

Com os parâmetros L^* , a^* e b^* , pode-se classificar os grupos de cores contidos no agrupamento de Cluster (Camargos e Gonzalez, 2001). A Tabela 5 mostra os agrupamentos obtidos para o piso de madeira *in natura* e com verniz.

TABELA 5 - COLORAÇÃO EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS $L^*a^*b^*$

ESPÉCIE	L^*	a^*	b^*	CLASSIFICAÇÃO
Amendoim in Natura	65,52	10,50	21,07	Rosa
Amendoim envernizado	57,42	13,43	26,45	Rosa
Cumaru in Natura	56,96	9,97	25,99	Marrom Oliva/ Oliva amarelo
Cumaru Envernizado	38,15	16,87	26,60	Marrom avermelhado
Guajuvira in Natura	48,95	5,83	17,02	Oliva
Guajuvira Envernizado	40,25	9,07	21,89	Oliva/ Marrom Oliva
Ipê in Natura	49,67	3,91	22,46	Oliva
Ipê Envernizado	32,45	8,37	12,15	Marrom Arroxeadado/ Marrom Escuro
Jatobá in Natura	51,62	13,60	21,73	Marrom avermelhado
Jatobá Envernizado	44,33	17,73	24,77	Marrom avermelhado
Muiracatiara in Natura	52,84	14,32	23,18	Marrom avermelhado
Muiracatiara Envernizado	42,76	18,80	28,33	Marrom Avermelhado
Peroba Mica in Natura	61,84	10,77	24,94	Marrom Claro
Peroba Mica Envernizado	45,64	14,98	27,86	Amarelo Amarronzado

Desta maneira, observando-se a variação da cor (ΔE) após a aplicação do verniz para espécies como amendoim, jatobá e muiracatiara, verifica-se que o verniz não altera o padrão da cor da madeira, já para a cumaru, guajuvira, ipê e peroba mica, o verniz escureceu a madeira.

Pelos gráficos das curvas de reflectância das espécies (Figura 14), pode-se observar que para todas as espécies houve redução da luminosidade após a

aplicação do verniz. Observa-se ainda que, para as todas as espécies, os comprimentos de onda de maior reflectância estão na faixa (570 a 740) nm, onde, de acordo com Atayde et al. (2011) é a faixa das cores amarelo-laranja-vermelho. Apenas a Guajuvira, apresenta uma inversão da curva de reflectância com a aplicação do verniz, acima de 720 nm a faixa de cor tende a ser marrom escura a preta. A reflectância do ipê inicialmente segue o padrão das outras espécies, mas à medida que o comprimento de onda aumenta a madeira envernizada reflete menos que a *in natura*.

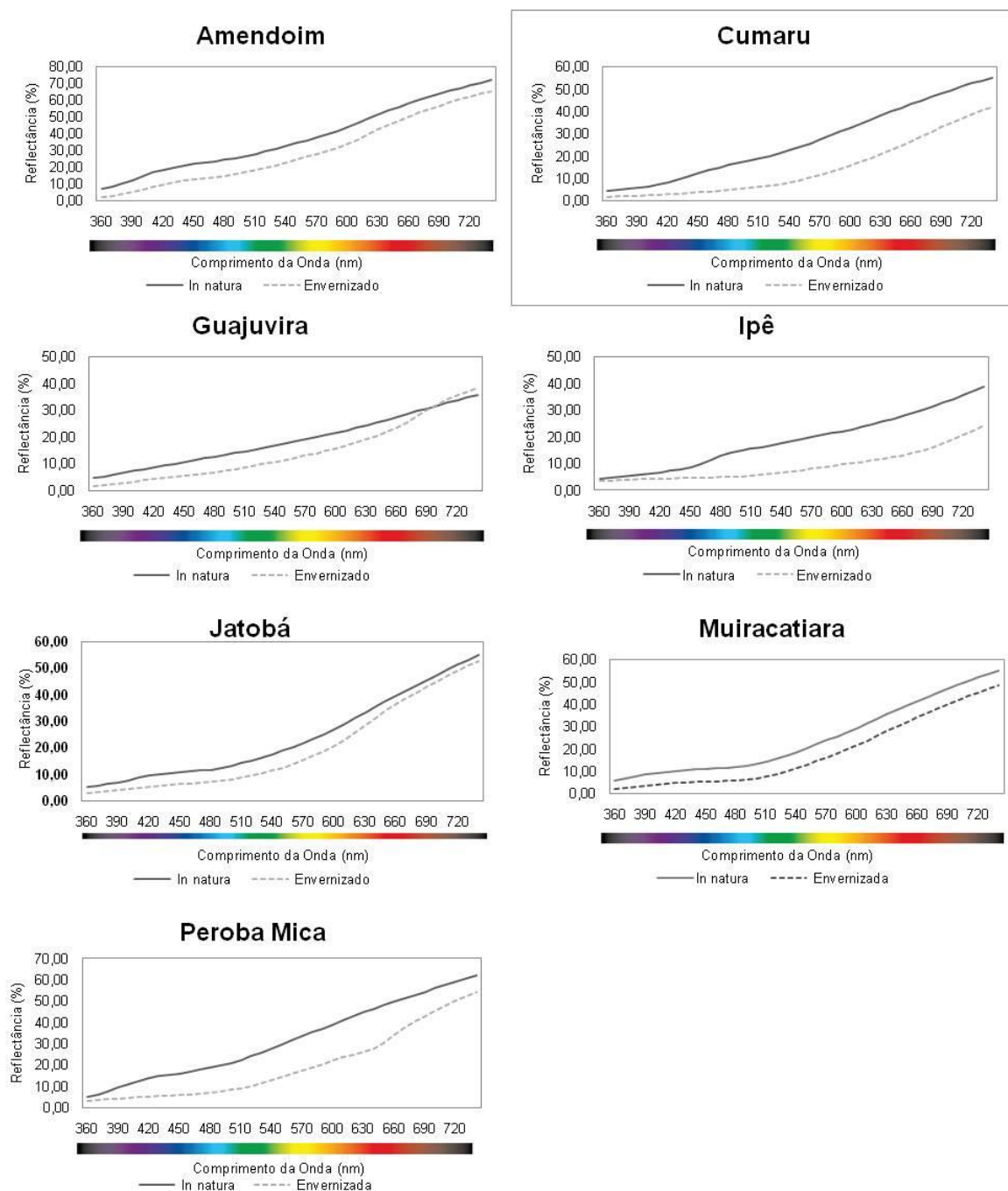


FIGURA 14 - CURVAS DE REFLECTÂNCIA E ANÁLISE DA COR EM RELAÇÃO AO COMPRIMENTO DE ONDA. Fonte: Autora (2014).

5.2 ÂNGULO DE CONTATO APARENTE

Os resultados das análises são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 - RESULTADOS DO ÂNGULO DE CONTATO PARA TEMPO DE 5 E 10 SEGUNDOS PARA MADEIRA *IN NATURA* E COM VERNIZ

ESPÉCIE	In Natura		Verniz	
	5 s	10 s	5 s	10 s
Amendoim	88,97° (21,66)	74,41° (19,94)	102,22° (2,46)	100,22° (2,64)
Cumaru	126,79° (16,04)	111,99° (15,25)	104,89° (5,96)	101,28° (5,33)
Guajuvira	94,35° (24,57)	74,72° (23,38)	109,89° (5,70)	105,86° (5,01)
Ipê	83,47° (42,26)	77,65° (42,89)	102,22° (2,47)	100,22° (2,64)
Jatobá	49,78° (14,14)	40,10° (10,93)	111,95° (6,28)	109,76° (6,34)
Muiracatiara	113,87° (12,95)	106,27° (25,51)	108,05° (5,49)	104,14° (3,78)
Peroba mica	84,29° (17,31)	75,56° (20,56)	109,24° (8,17)	106,65° (8,21)

Média aritmética de 10 medições para cada amostra. Os valores entre parênteses representam o desvio-padrão da média.

A literatura (WÄLINDER, STRÖM 2005) indica que o tempo de 5s é o tempo de estabilização da gota. Assim foi efetuada uma análise estatística para verificar a influência dos fatores inerentes à espécie, tipo de superfície e interação entre espécie e superfície (Tabela 6). O comportamento com o tempo de 10s seguiu os mesmos padrões.

Na madeira *In Natura*, comparando-se o tempo de 5 e 10 segundos houve uma diminuição de aproximadamente 19% para o Amendoim, 13 % para o Cumaru, 30% para a Guajuvira, 7% para o Ipê, 24% para o Jatobá, 7% para a Muiracatiara e 12% para a Peroba Mica. Com a aplicação do verniz, para a maioria das espécies houve o aumento do ângulo de contato aparente, exceto para o Cumaru e para a Muiracatiara onde observou-se uma redução de 21% e 5%, respectivamente.

As características anatômicas das espécies influenciam no cálculo do ângulo de contato, as espécies Cumaru e Muiracatiara apresentam muita

obstrução de vasos, isso pode causar variações nos resultados para as madeiras *in natura*, explicando o valor maior após a aplicação do verniz.

TABELA 7 - ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA TEMPO DE 5 SEGUNDOS.

Espécie	In natura	Com verniz
Amendoim	77,22 b A (17%)	102,22 a B (2%)
Cumaru	123,84 c A (11%)	104,89 ab B (6%)
Guajuvira	80,27 b A (10%)	109,89 abc B (5%)
Jatobá	52,2 a A (16%)	117,39 c B (8%)
Ipê	46,52 a A (22%)	111,95 bc B (6%)
Muiracatiara	113,87 c A (14%)	108,05 ab A (5%)
Peroba Mica	79,61 b A (12%)	109,24 abc B (7%)

Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra minúscula ou na mesma linha seguidas da mesma letra maiúscula não apresentam diferença estatística para o teste de Tukey HSD a 5% de probabilidade de erro. Valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

Pode-se observar que para todas as espécies *in natura* houve a absorção superficial da água e espalhamento no sentido da grã ou das fibras. Dentre as espécies pode-se destacar o Jatobá (Figura 15a) e o Ipê (Figura 15b) como sendo espécies que mais absorveram água, o que é resultado das dimensões das fibras e dos vasos, além da frequência dos vasos.

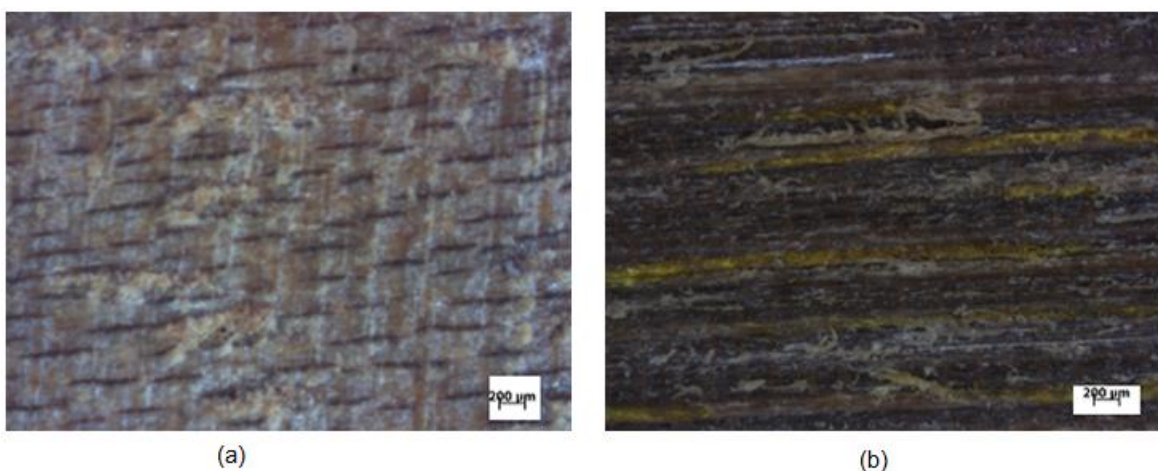


FIGURA 15 - IMAGEM MACROSCÓPICA (A) JATOBÁ, (B) IPÊ.
Fonte: Autora (2014)

Espécies como Amendoim (Figura 16a), Guajuvira (Figura 16b) e Peroba Mica (Figura 16c) tiveram uma absorção intermediária. Tamanhos dos vasos são medianos e as espessuras das fibras são médias.

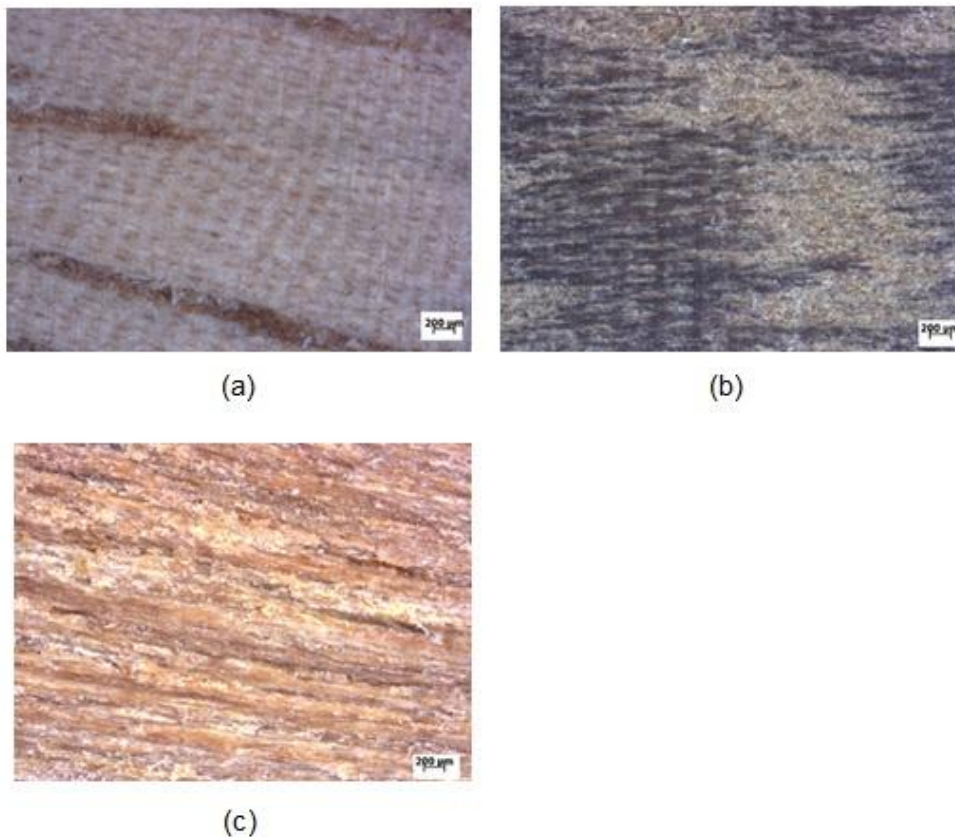


FIGURA 16 - IMAGEM MACROSCÓPICA (A) AMENDOIM, (B) GUAJUVIRA E (C) PEROBA MICA.

Fonte: Autora (2014)

As espécies Cumaru (Figura 17a) e Muiracatiara (Figura 17b) foram as que apresentaram maior hidrofobia. Essas espécies apresentam em suas características diâmetro de vasos médios, fibras estreitas e curtas, além de obstrução dos vasos.

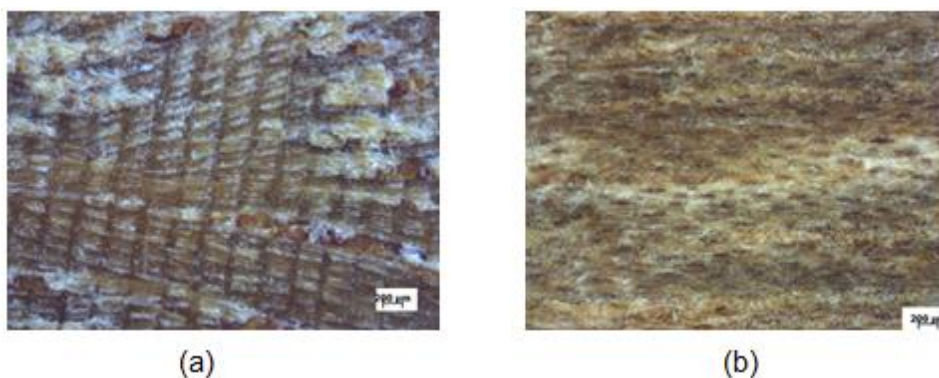


FIGURA 17- IMAGEM MACROSCÓPICA (A) CUMARU E (B) MUIRACATIARA.

Fonte: Autora (2014)

Na comparação no tempo 5 segundos e 10 segundos para madeira *in natura*, observa-se que o ângulo de contato diminui, ou seja, com o passar do tempo a madeira tende a absorver mais água.

Observa-se também que para todas as espécies com verniz, o ângulo de contato manteve-se estável em função do tempo de deposição. Isso mostra que o verniz sela os poros e as fibras da madeira, tornando-a uma superfície mais homogênea e repelente a água. A medição do ângulo de contato na madeira apresenta um alto grau de variação devido à composição heterogênea, ou seja, com distribuição característica das células em cada espécie, resultando numa superfície irregular, além de fatores inerentes do processo de corte e preparo do material (serra e lixa).

As características anatômicas da madeira, como espessura da parede da fibra, diâmetro e frequência de vasos, além da presença de obstruções nos vasos, variam naturalmente entre e dentro das espécies, afetando a absorção de água e verniz. Na madeira *in natura*, o desvio padrão é elevado, variando com o ponto em que a gota foi depositada, se parede ou lume das células. Após a aplicação do verniz, houve uma homogeneização da superfície, resultando em um desvio padrão pequeno.

6 CONCLUSÃO

Após as análises de resultados foi possível concluir que para todas as espécies a aplicação do verniz causou o escurecimento da cor, porém na classificação de variação de cor da madeira essa característica é desprezível a pouco perceptível.

Com relação à molhabilidade, o verniz padronizou a superfície, tornando as peças hidrofóbicas. A superfície irregular, além das características anatômicas das espécies fazem com que o comportamento na absorção superficial da água na madeira *in natura* seja distinto. Em função do tempo de deposição na superfície da madeira *in natura*, a peça tende a absorver ou espalhar mais a água.

REFERÊNCIAS

ABIMCI. Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente. **Estudo Setorial 2006**: Indústria de Madeira Processada Mecanicamente. Curitiba, 2007. Disponível em: <http://www.abimci.com.br/pt/> Acessado em: 12/10/2014.

ATAYDE, C. M.; GONÇALEZ, J. C.; CAMARGOS, J. A. Características colorimétricas entre as seções anatômicas da madeira de muirapiranga (*Brosimum sp.*). **Cerne**, Lavras, v.17, n.2, p.231-235, abr./jun. 2011.

BARRETO, C. C. K.; PASTORE, T. C. M. Resistência ao intemperismo artificial de quatro madeiras tropicais: o efeito dos extrativos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n.1, p.23-30, mar. 2009.

CAMARGOS, J.A.A.; GONÇALEZ, J.C. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. **Revista Brasil Florestal**, n. 71, setembro de 2001.

ESTEVES, B.; MARQUES, A. V.; DOMINGOS, I.; PEREIRA, H. Heat-Induced colour changes of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. **Wood Science and Technology**, v.42, n.5, p.369-384, 2008.

GONÇALEZ, J.C; JANIN, G.; SANTORO, A.C.S.; COSTA, A.F.da; VALLE, A.T.do. Colorimetria quantitativa: uma técnica objetiva de determinar a cor da madeira. **Revista Brasil Florestal**, n. 72, p. 47 – 48, 2001.

GONÇALEZ, J.C.; MACEDO, D.G. Colorimetria aplicada à madeira de eucalipto. **In: SILVA, J.C.; GOMES, J.M. (Eds.) II Seminário de Produtos Sólidos de Madeira de Eucalipto**. Belo Horizonte. p.81-95, 2003.

GRANETO, L. F. Processo produtivo de piso engenheirado de madeira. Curitiba 60f. **Trabalho de Conclusão de Curso**. (Bacharelado em Engenharia Industrial Madeireira)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2010.

GRIEBELER C.G.O. Colorimetria da madeira de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden modificada termicamente. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

IAWA - International association of wood anatomists. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin** v.10, n.3, p. 219-332, 1989.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Disponível em <http://www.ipt.br>. Acesso em: 10/10/2014.

ITG. Glossário sobre cor e colorimetria, 2006. Disponível em: http://www.itgcom.com/cor_colorimetria.html. Acesso em: 15/10/2014.

LEAO, A.C.; ARAUJO, A. de A; SOUZA, L.A.C. **Implementação de sistema de gerenciamento de cores para imagens digitais**. Editora PUC-Minas, Poços de Caldas, MG, Brasil, cap. 3, p. 61-96. 2005.

LU, Z. Chemical coupling in wood-polymer composites A. **Dissertação**. Louisiana State University Cap. 4, p. 90-131.2003.

MAINIERI, C., CHIMELO, J. P. Fichas de características das madeiras brasileiras. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989.

PEREIRA, K. R. M, SILVA, T. T. S, FROTA, V. B., ALVES, C. S, SOUZA, I., A. T. Avaliação da cor da madeira das espécies *Hymenaea oblongifolia* e *Ocotea myriantha* após exposição à intempéries. **V Congresso Florestal Paranaense**, 2012, Curitiba, PR.

SOARES, A. C, MARQUES, R. O, BRISOLARI, A. SALES, A. GONÇALES, D. Molhabilidade em amostras de *Araucaria angustifolia* e *Pinus elliottii* após tratamento térmico e envelhecimento. **Scientia Forestalis** v.39, n.92, p.447-456, dez. 2011.

SOUZA, M. H., MAGLIANO, M.M., CAMARGOS, J.A.A, **Madeiras tropicais brasileiras**, INPA, Brasília 1997.

RECOMA PRODUTOS DE MADEIRA. Disponível em <http://www.recoma.com.br>. Acesso em 05/10/2014.

REMADE. Adesivos para Pisos Engenheirados: da fabricação à instalação. **Revista da Madeira**. Curitiba, fevereiro 2006. Edição nº 94. Disponível em : <
http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=853&subject=Pisos&title=Adesivos%20para%20Pisos%20Engenheirados:%20aa%20fabrica%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20instala%C3%A7%C3%A3o> Acesso em 07/10/2014.

WÅLINDER M.E.P.; STRÖM G. Measurement of wood wettability by the Wilhelmy Method. Part 2. Determination of apparent contact angles. **Holzforschung**, v.55, n.1, p. 33–41. DOI: 10.1515/HF.2001.006, June 2005.