



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

JOSÉ HENRIQUE CAMARGO PACE

**AVALIAÇÃO DO ACABAMENTO SUPERFICIAL NA MADEIRA DE *Corymbia
citriodora* (HOOK) E *Khaya ivorensis* A. Chev.**

Profº Drº Alexandre Monteiro de Carvalho
Orientador

Seropédica - RJ
Agosto - 2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

JOSÉ HENRIQUE CAMARGO PACE

**AVALIAÇÃO DO ACABAMENTO SUPERFICIAL NA MADEIRA DE *Corymbia
citriodora* (HOOK) E *Khaya ivorensis* A. Chev.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof^o Dr^o Alexandre Monteiro de Carvalho
Orientador

Seropédica - RJ
Agosto - 2013

AVALIAÇÃO DO ACABAMENTO SUPERFICIAL NA MADEIRA DE *Corymbia citriodora* (HOOK) E *Khaya ivorensis* A. Chev.

Monografia aprovada em: __/__/__

Comissão examinadora:

Professor Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho
UFRRJ/IF/DPF
Orientador

Professor Dr. Alexandre Miguel Nascimento
UFRRJ/IF/DPF
Membro

Professor Dr. João Vicente de Figueiredo Latorraca
UFRRJ/IF/DPF
Membro

DEDICATÓRIA

“...dedico primeiramente a Deus por me manter no caminho certo, me fazer acreditar sempre e ao apoio incondicional da minha família...”

AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre a Deus por ter me dado a vida e poder desfrutar de tudo que passei, de ter me posto nesse caminho, onde pude cada vez mais me apaixonar por ele e por sempre ter me dado todas as forças necessárias para conseguir encarar tudo com calma e serenidade.

Agradeço a minha família por ter conseguido me dar oportunidades para que eu conseguisse chegar até aqui, onde estou, por ser meu porto seguro a qualquer hora, por eu ser o reizinho da minha mãe, rrsrrs, agradeço muito a vocês, conto com meu Pai Carlos Henrique Frota Pace, a minha Mãe Deborah Regina Camargo Pace, a minha adorável Irmã Stella Camargo Pace.

Agradeço a Deus, a minha família e a Rural, por poder ter conhecido uma das pessoas mais importantes na minha vida, minha namorada, Mariana Pereira de Souza. Eu te amo VIDA!!

Agradeço a Rural por ter me proporcionado experiências jamais vividas em outro lugar, dos perrengues, das alegrias, das amizades, das loucuras, e desse amadurecimento que acabei ganhando.

Agradeço aos professores por terem a paciência de um mestre quando eu perguntava qualquer que fosse a pergunta, e ganhava a resposta. Ao Professor Dr. Alexandre Monteiro de Carvalho que sempre me apoiou na vida acadêmica, do jeito dele, mas sempre com bons conselhos e boas conversas e risadas. Aos demais professores do Instituto de florestas pela criação de um novo Engenheiro Florestal.

Agradeço aos novos amigos, que como dizem são irmãos que nós escolhemos, com quem pude aprender muito e que eu tive o prazer de conhecer na melhor e mais louca república que já existiu, a Rep. Cocebaceae “Mais que uma república, uma família.” são eles Vandré Nunes (GERALDO), Cícero José (PINDA), Rodrigo de Freitas (FRUTAL), Carlos Eduardo (DUDU), Lucas Ferreira (BIXAO), e aos novos integrantes da república que deram suporte na etapa final Ricardo (CHILE), Caio (LADRÃO), Rodrigo (PENDEJO).

Agradeço as algazaras, as rizadas, as loucuras, as dificuldades por eles divididas, aos meus amigos velhos e novos amigos, que não existia dia, nem hora ruim, sempre era hora de uma boa risada. A minha família de Campo Grande (GALERA DO ROLÉ), que represento com Rubens, Lucas, Victor, Eduardo, Renato, Rafael, Miguel, Gerson, Paulo, Carla, dentre muitos que daria um grande livro se “botasse” todos.

Agradeço a minha turma 2007-II que desde que se conheceu em 17/09/2007, criou histórias, amizades, e boas horas de conversa.

Agradeço aos amigos que conheci nesse “Mundo Paralelo” que chamamos de Rural, onde me ensinaram muitas coisas sobre a vida, os outros, e as diferenças que existe no mundo falo do Alan Henrique (ACOSTA), Ananias Dias (MULA), Ana Carolina, Evelyn Giannyni (ANÃ), José Antônio (MONTANHA), Caio Marcos (CAIÃO), Felipe (ALÇA), Mônica Bezerra (NIKITA), Tainá Câmara (LOIRA), Pablo, dentre outros, que daria o segundo livro só de amigos, agradeço a todos pela oportunidade de conhecê-los.

Obrigado meu Deus por mais uma etapa da vida concluída, obrigado por tudo...

RESUMO

O eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora* (Hook)) e o mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) são duas espécies cultivadas em plantios florestais com a finalidade de suprir a demanda de madeira, pelo rápido crescimento e alto valor no mercado, respectivamente. Assim, este trabalho agrega informações para a utilização das espécies visando valorizar o produto que estas se destinam. Foram estudadas as respostas ao uso de acabamentos superficiais, sendo eles a aderência do verniz brilhante à base PU, e a variação da coloração das amostras. A aderência do verniz encaminhou-se como manda a norma NBR 11003, para a análise da colorimetria foi utilizado um espectrofotômetro que trabalha com o sistema CIE-L* a* b* (CIE), as amostras foram submetidas ao envelhecimento acelerado em um equipamento que trabalha com controle da exposição aos raios UV, da umidade e da temperatura (BASS-UUV-MP-SPRAY/2012). Ambas as espécies apresentaram resultados satisfatórios para a aderência do verniz antes e após do envelhecimento, logo, podendo ser recomendando o uso destas para finalidades nobres. Para a variação da cor as espécies apresentaram alterações significativas e perceptivas, sendo que com a aplicação do verniz as espécies reavivaram suas cores, tornando-se atrativas esteticamente, e quando analisadas depois da exposição aos raios UV, que simulam os raios solares, ambas apresentaram um escurecimento de suas cores, sendo essa alteração influenciada pela diminuição da variável L* (luminosidade), descobrindo-se um padrão de coloração nas amostras expostas aos raios UV, que simulam os raios solares. Pode-se concluir que as espécies estudadas podem ser utilizadas para produto de madeira om uso externo, em função da sua coloração proporcionando uma estética aceitável obtida após o envelhecimento e a sua ótima aderência do revestimento aplicado.

PALAVRAS-CHAVES: aderência do verniz; colorimetria; envelhecimento acelerado.

ABSTRACT

The lemon eucalyptus (*Corymbia citriodora* (Hook)) and african mahogany (*Khaya ivorensis* A. Chev.) Are two cultivated species in forest plantations in order to meet the demand for wood, the rapid growth and high market value, respectively. This work adds information for the use of targeting species that they enhance the product is intended. We studied the responses to the use of surface finishes, namely the adherence of glossy varnish, based PU, and the change in color of the samples. The adherence of the varnish was tested as mandated by the NBR 11003, for the analysis of colorimetric spectrophotometer user was working with the CIE-L * a * b * (CIE), the samples were subjected to accelerated aging in an equipment working with controlled exposure to UV rays, moisture and temperature (BASS-UUV-MP-SPRAY/2012). Both species showed satisfactory results for adherence of the lacquer before and after aging, so it can be recommended to the use of these noble purposes. For the color variation species and perceptual change significantly, whereas the application of the varnish species revived their colors, making it aesthetically attractive and when analyzed after exposure to UV rays simulating both exhibited a darkening of their color, and the variation was influenced by the reduction of the variable L * (lightness), discovering a pattern of staining in the samples exposed to UV light, simulating sunlight. It can be concluded that the species can be used to produce wood on external use, depending on their color providing an acceptable aesthetic obtained after aging and excellent adherence of a coating applied.

Key-words: varnish adhesion; colorimetric; accelerated aging.

Lista de Equações

Equação 1.	Variável L* (luminosidade) no sistema CIE-L*a*b*	9
Equação 2.	Variável cromática a* (eixo verde-vermelho) no sistema CIE-L*a*b*	9
Equação 3.	Variável cromática b* (eixo azul-amarelo) no sistema CIE-L*a*b*	9
Equação 4.	Densidade básica da madeira, g cm ⁻³ ; M(seca): massa da madeira seca em estufa à 103 ± 2 °C, g; V(saturado): volume saturado da madeira após imersão em água, cm ³	12
Equação 5.	Contração volumétrica da madeira, %; Vu: volume saturado do corpo-de-prova após imersão em água, cm ³ ; Vs: volume do corpo-de-prova seco em estufa a 103 ± 2 °C, cm ³	12
Equação 6.	Variação da variável L*(luminosidade)	16
Equação 7.	Variação da variável cromática b* (eixo verde-vermelho)	16
Equação 8.	Variação da variável cromática a* (eixo azul-amarelo)	16
Equação 9.	Variação total da cor com a aplicação do verniz	16
Equação 10.	Variação total da cor depois do ensaio de envelhecimento acelerado	16

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Autores e condições utilizadas para determinar a alteração de coloração da madeira após o envelhecimento	10
Tabela 2.	Separação dos grupos do trabalho	11
Tabela 3.	Notas de acordo com os resultados da área removida do revestimento	15
Tabela 4.	Resultados de densidade básica, densidade aparente e contração volumétrica	18
Tabela 5.	Classificação da Variação total da cor (ΔE) de madeiras	19
Tabela 6.	Tabela relacionando a variação da cor entre os tratamentos por processo (verniz e envelhecimento)	19
Tabela 7.	Tabela relacionando a espécie <i>Corymbia citriodora</i> com cada tratamento e sua variação de cor após o envelhecimento	20
Tabela 8.	Tabela relacionando a espécie <i>Khaya ivorensis</i> com cada tratamento e sua variação de cor após o envelhecimento.	21
Tabela 9.	Resultados dos testes de aderência ao verniz antes da exposição a UV e depois à exposição	22

Lista de Figuras

Figura 1.	No sentido horário começando pelo plantio. (1) Plantio de <i>C. citriodora</i> , (2) toras empilhadas de citriodora, (3) óleos e essências de citriodora, (4) tratamento de dormentes de citriodora. (Fonte: www.jampflorestal.com.br (20/05/2013), www.mfrural.com.br (21/05/2013)	4
Figura 2.	No sentido horário começando pelo plantio. (1) Plantio de <i>K. ivorensis</i> , (2) Peças serradas de <i>Khaya ivorensis</i> , (3) Observação da forma do fuste, (4) toras empilhadas para o desdobro. (Fonte: www.produto.mercadolivre.com.br 15/05/2013), www.sapanish.alibada.com 13/05/2013), www.preciolandia.com (20/05/2013)	6
Figura 3.	a) Círculo de cores com a variação das cores existentes. b) Sistema CIE – $L^* a^* b^*$ em uma imagem tridimensional, com as três variações. (Fonte: Konica Minolta, 1998)	9
Figura 4.	Espaço de cor. a) Variação das variáveis cromáticas a^* e b^* . b) Quadrante onde se encontram a classificação de cor da maioria das madeiras	9
Figura 5.	No sentido horário (1) Peças sendo lixadas na lixadeira de esteira MACPLAN, (2) Peças sendo lixadas na lixadeira manual marca Goodyear 250W GYFS 80250 (3) Lixas utilizadas no trabalho, lixa de grã 80, 120, 180, 220	13
Figura 6.	No sentido horário (1) Peças separadas e envernizadas, (2) Brilho das peças de mogno africano, (3) Peças de Mogno africano envernizado, (4) Peças de <i>C. citriodora</i> envernizadas	14
Figura 7.	Exemplo do risco feito conforme a norma NBR 11003-90, e exemplo do destacamento da película que seguem uma porcentagem da área, sendo 100% todos os quadradinhos removidos. (Fonte NBR 11003-90)	14
Figura 8.	Espectrofotômetro utilizado para mensurar as cores das espécies de acordo com as normas do CIE. (Espectrofotômetro portátil 2600d da Konica Minolta)	15
Figura 9.	No sentido horário (1) Câmara de envelhecimento acelerado BASS-UUV, (2) Arrumação dos corpos de prova no molde da maquina, (3) Localização dos copos de prova na câmara, (4) Área de exposição dos corpos de provas ao ambiente controlado.	17
Figura 10.	Corpos-de-prova do após o envelhecimento acelerado	21
Figura 11.	Teste de grade para testar a aderência do verniz	23

SUMÁRIO

Sumario de Listas de equações	vii
Sumario de Listas de tabelas	viii
Sumario de Listas de figuras	ix
1.Introdução	1
2. Objetivo	1
3. Revisão bibliográfica	2
3.1 Uso da madeira	2
3.2 Material genético utilizados	3
3.2.1 <i>Corymbia citriodora</i>	3
3.2.2 <i>Khaya ivorensis</i>	5
3.3 Acabamento superficial	6
3.3.1 Lixamento e aderência do verniz	6
3.3.2 Colorimetria	7
3.3.3 Ensaio de envelhecimento acelerado	9
4. Material e métodos	11
4.1 Material	11
4.2 Determinação das propriedades físicas	12
4.3 Avaliação do acabamento superficial	12
4.3.1 Lixamento	12
4.3.2 Teste de aderência do revestimento	13
4.3.3 Colorimetria das espécies	15
4.3.4 Ensaio de Envelhecimento Acelerado	16
5. Análise estatística	17
6. Resultado e discussão	18
7. Conclusões	23
8. Bibliografia	24
9. Anexo 1	28

1. Introdução

Com a ideologia do desenvolvimento sustentável, melhorar a qualidade de vida no planeta sem destruí-lo é o grande foco do século, logo procuramos aprender utilizá-lo sem que a perturbação gere prejuízos ao planeta, por isso procuramos novas alternativas para suprir nossas demandas dos produtos naturais. Nesse contexto encontra-se a utilização cada vez maior da madeira, que sempre foi um material muito cobiçado por diferentes setores, como: celulose e papel, construção e estruturas, energia, movelaria, dentre outros.

No Brasil, já a alguns anos, a confecção de moveis vem se tornando uma consumidora importante de matéria-prima do setor florestal, sendo responsável pela segunda maior fonte de renda da exploração da madeira de florestas no país.

A exploração das florestas plantadas para a indústria madeireira possui forte tendência de crescimento, para estas e outras finalidades. Como uma espécie de grande potencial, enquadra-se o *Corymbia citriodora*, ou eucalipto citriodora, muito plantada em reflorestamentos e que possui mercado específico. Atualmente outras espécies têm despertado o interesse no mercado madeireiro, como o *Khaya ivorensis*, ou mogno africano, que por apresentar um alto valor de sua madeira no mercado e ser resistente a pragas, tem a pretensão de substituir em parte a utilização do mogno nativo do Brasil (*Swietenia macrophylla* King).

Em relação a espécies madeireiras, com o auxílio da tecnologia, poderemos desenvolver trabalhos científicos que contenham informações para que se busque a utilização correta do material, e descobrir melhores alternativas de uso.

Esse trabalho teve como propósito agregar conhecimento em relação as espécies estudadas, a fim de gerar informações de como estas se comportam quando submetidas a diferentes acabamentos superficiais, como o lixamento com lixas de granulometrias diferentes, e como esse acabamento pode interferir na aderência do revestimento, sendo avaliado o uso de um verniz com pré-indicações para ambientes externos bastante utilizados para este fim. Posteriormente, foi analisado o comportamento das amostras das espécies estudadas e seus devidos acabamentos, em teste de envelhecimento acelerado, promovido por uma câmara controlada que possibilitou este procedimento e a avaliação.

2. Objetivo

O presente trabalho teve como objetivo saber o comportamento das espécies estudadas quando sofre um acabamento superficial, analisando as respostas da aderência do verniz à base de poliuretano, e da variação da cor ao longo de todo o processo, em madeira de *Corymbia citriodora* (Hook) e *Khaya ivorensis* A. Chev., antes e após ensaios em uma câmara de envelhecimento acelerado.

3. Revisão bibliográfica

3.1 Uso da madeira

Segundo Ponce (1995), a madeira constitui um dos materiais naturais mais utilizados no mundo, em função de suas características de resistência, durabilidade, trabalhabilidade, composição química, e principalmente, a facilidade de se obter seus

produtos. Existem relatos da utilização da madeira desde a pré-história até a época atual. Hoje ela é utilizada em setores como produção de papel, indústria naval, construção civil e nos mais requintados móveis, pisos e esquadrias.

Porém, por trás disso existe uma dinâmica da pressão do mercado, que necessita de madeira para os mais diversos usos, a todo instante. Essa demanda ocasionou novos estudos das propriedades da madeira, para que as novas espécies tenham aceitação no mercado e que possamos tornar viável a substituição da exploração das espécies tradicionais pelas que apresentarem bons resultados fazendo com que as espécies tradicionais, na maior parte nativa, perpetuem por mais tempo (Autran & Gonzalez, 2005).

Segundo Lima Júnior et al (2008) o mercado brasileiro possui um grande preconceito em relação a algumas espécies, por não conhecer as suas características e aplicabilidade, isso se dá em função da falta de trabalhos científicos que disponibilizem informações precisas sobre estas matérias-primas.

O mercado interno de madeira apresenta duas grandes vertentes, a produção de madeira de florestas nativas e a produção de madeira de florestas plantadas.

Segundo a ABRAF (2013), grande parte do abastecimento do setor florestal é proveniente de florestas plantadas, tendo os estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Bahia como os maiores produtores nacionais, onde também se encontram as maiores empresas de base florestal.

As espécies de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp. têm a maior expressão na produção de madeiras plantadas. O comércio destas espécies é responsável por 28,1% na participação do superávit da balança comercial nacional, que é de cerca de USD 5,5 bilhões, sendo a área ocupada por estas de florestas equivalente a mais ou menos 1% (6,8 milhões de ha) de todo território nacional, que apresenta 851 milhões de hectares (SFB, 2011).

A outra vertente é a produção de madeira proveniente de florestas nativas, onde estão situados os outros 60% restantes de área florestadas no território brasileiro. A maior parte dessa área encontra-se na Amazônia legal, onde ocorre 85% de toda a produção de madeira nativa no Brasil (Sobogal, Veríssimo et al, 2006).

De acordo com OIMT (2006) citado por SFB (2013), a produção amazônica de madeira tropical é considerada uma das maiores em escala mundial, só perdendo para a Malásia e Indonésia.

Porém, esse ritmo de exploração vem mostrando um declínio, como mostra o SBF e IMAZON (2010), sendo a produção de madeira levantada no trabalho perto dos 14,2 milhões de m³, patamar considerado o menor em 25 anos de exploração madeireira.

Essa diminuição na produção se deu por três fatores: substituição da madeira tropical por produtos concorrentes (PVC, Alumínio e a painéis de madeira); o aumento da fiscalização quanto ao desmatamento e em relação as licenças; e por último, a crise mundial em 2009, que afetou diretamente o mercado de exportação de madeira.

Em função disso, cada vez mais ampliam-se as áreas que tem como plano de exploração um PMFS (Plano de Manejo Florestal Sustentável), que segue uma exploração planejada, que assegura a manutenção da floresta e visa uma exploração futura ou até mesmo a recuperação do local (VERÍSSIMO et al, 2006).

Por mais que setor moveleiro seja considerado um ramo industrial recente, tendo seu maior desenvolvimento na década de 40, esse é um setor que demanda muita tecnologia no processo produtivo (SANTOS, 2005). Esse ramo é muito significativo na arrecadação dos produtos de base florestal. No Brasil, a muito que a confecção de móveis vem se tornando uma parte importante do setor florestal.

Segundo o IBGE (2010) dentro da categoria de móveis, 91% são de origem madeireira, e dentro dessa porcentagem, 59% são provenientes de madeira maciça serrada, sendo 26% de *Pinus* sp. e 33% de madeiras nativas, oriundas de desmatamentos e manejos sustentáveis das florestas naturais.

Atualmente os maiores produtores de movelarias e produtos afins localizam-se nas regiões Sul e Sudeste, sendo muito representativos os pólos da Grande São Paulo (SP), Bento Gonçalves (RS), São Bento do Sul (SC), Arapongas (PR) e Ubá (MG) (SANTOS, 2005).

Segundo o SBF (2013), o mercado apresenta uma previsão de aumento do consumo nessa categoria, seguindo a alavancada dos setores da construção civil, por isso, se faz eminente a busca por novas fontes de matéria-prima, para que o volume comercializado hoje, proveniente na maior parte da Amazônia, de desmatamentos ilegais, seja substituído por espécies que também apresentem qualidades para este setor, e que seu abastecimento seja eficiente, ou seja, de florestais plantadas, (PONCE, 1995).

Porém, com o avanço tecnológico ocorrendo em várias áreas, o setor madeireiro necessita de aprimoramentos e desenvolvimentos de seus processos, que envolvem a usinagem de peças, o desdobro das toras e o processamento da madeira. Sem a utilização correta da matéria-prima, as fábricas e serrarias industriais tendem sempre a elevar significativamente os custos e o uso de energia em seus processos (NERI, A.C., et al, 2000).

3.1 Material genético

3.2.1 *Corymbia citriodora*

O Brasil tornou-se referência no mundo com o cultivo de algumas espécies, parte delas pertencentes ao gênero *Eucalyptus*, devido ao grande trabalho de melhoramento genético que lhes foi submetido, descobrindo entre suas mais de 600 espécies, aquelas que seriam as mais apropriadas para certas finalidades e localidades de implantação. Isso foi possível pelo Brasil ser um país que conseguiu aumentar em muito os incrementos volumétricos silviculturais, passando em algumas regiões dos 45m³/ha/ano (ABRAF, 2013), favorecidos pelas condições edafo-climáticas e associados também às tecnologias aplicadas nos plantios (KAGEYAMA, 1983).

Carvalho et al (2010) também mencionam que para suprir a demanda de produtos serrados para as marcenarias e carpintarias, as espécies que tem um crescimento rápido como no gênero *Eucalyptus* sp. se mostram como possíveis substitutas das madeiras nativas. O *Corymbia citriodora*, antigo *Eucalyptus citriodora*, é uma madeira muito utilizada em construções civis, postes e dormentes. A espécie foi plantada como ornamental em muitas regiões do mundo e foram feitas também plantações comerciais estabelecidas na América do Sul, no sul da China, Índia, Sri Lanka, Congo, Quênia e na maioria dos países da África Austral (DILLON, S. K. et al, 2012). A espécie é nativa da Austrália e pode atingir alturas de 50 metros e diâmetros de 1,20m no DAP (Diâmetro na altura do peito).

Ensaio realizados por Lee (2010) indicam que o *Corymbia citriodora* tem um bom desempenho quando comparado com outros eucaliptos e corymbias, em crescimento, em propriedades da madeira, sobrevivência e tolerância a pragas e doenças. A espécie apresenta uma madeira com coloração clara, sendo a cor do alburno classificada como branco-amarelado e a do cerne como parda.



Figura 1. No sentido horário começando pelo plantio. (1) Plantio de *C. citriodora*, (2) toras empilhadas de citriodora, (3) óleos e essências de citriodora, (4) tratamento de dormentes de citriodora. (Fonte: www.jampflorestal.com.br (20/05/2013), www.mfrural.com.br (21/05/2013))

O *Corymbia citriodora* também apresenta outra característica marcante, a possibilidade de geração de óleos essenciais, muito conhecidos e utilizados para produção de produtos de limpeza. Uma das substâncias encontradas na espécie seria o *para*-metano-3,8-diol (PMD), sendo esse o principal componente ativo nos óleos essenciais de *C. citriodora*. Elmhalli et al (2009) relata que, além de funcionar como um ótimo repelente, em certas concentrações, pode também atuar como inseticida. Já Brito et al (2006) também menciona que o óleo de *Corymbia citriodora* é muito eficiente contra carunchos (*Callosobruchus maculatus*).

Com tantas utilidades apresentada pela espécie, ela também se enquadra em outra finalidade, com maior valor agregado, que seria o seu uso na indústria moveleira, pois segundo Dias Junior et al (2013), a espécie apresenta um bom potencial para este segmento. Sturion (1987) conclui que, pelo estudo feito com outras espécies de *Eucalyptus* sp, uma melhor utilização da madeira do eucalipto citriodoara seria para usos que requerem maiores resistências mecânicas das peças e também para geração de energia, pela sua alta densidade.

3.2.2 *Khaya ivorensis*

O mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev) é uma árvore considerada de alto porte, pertencente a família Meliaceae, que em seu ambiente natural pode atingir alturas de 40 a 50m com DAP de até 200 cm. Os indivíduos apresentam um caule retilíneo isento de ramificações até os 30m. O alburno tem coloração marrom-amarelada e o cerne coloração marrom-avermelhada, contendo uma casca com coloração marrom-avermelhado e com um gosto amargo, apresentando alta rugosidade e espessura.

Quando a espécie é submetida a ambientes áridos se torna caducifólia (FALESI, I.C. & BAENA, A.R, 1999).

A espécie apresenta taxas de crescimento boas a partir dos 7 a 8 anos quando começa a frutificar-se e os melhores períodos de corte se dão entre os 16 e 20 anos, já que nesta fase ela abre a sua copa e já se encontram DAPs de 60 cm. Em condições favoráveis se tem o conhecimento de um incremento de até 40 m³/ha/ano (MAGNAN, 2011).

Considera-se a madeira do mogno africano de alto padrão ou madeira nobre, sendo que a mesma tem uma boa aceitação no mercado internacional, pela sua beleza, com tonalidades avermelhadas e com boas características tecnológicas, sendo considerada moderadamente pesada com uma densidade, a 12% de umidade, variando de 570 a 800 kg/m³ (0,57 a 0,80 g/cm³)

O mogno africano vem se mostrando uma opção para a substituição do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King) no mercado internacional e nacional, pois além de estar cada vez mais difícil encontrar indivíduos da espécie nativa nas matas legais, onde é possível a exploração, o mesmo é protegido por lei, logo ilegalizando e burocratizando seu comércio.

O nome mogno africano, como o próprio já diz é nativo do continente africano e é utilizado vulgarmente para essas cinco espécies que se localizam no continente, *Khaya ivorensis*, *Khaya anthotheca*, *Khaya senegalensis* e *Khaya grandiflora*, porém a mais utilizada pra plantios comerciais é a *Khaya ivorensis*, pois apresenta crescimento mais retilíneo do seu fuste, sendo bom para a produção de madeira serrada.

Segundo Falesi & Galeão (2002), em reflorestamento no Pará obtive-se média de altura total de 8,54 m e de DAP de 15,45 cm aos 5 anos e 8 meses, e média de altura total de 9,15 m e DAP de 17,25 cm aos 6 anos e 4 meses.

Introduzida no Brasil em 1976, sendo os primeiros plantios e estudos se dando na cidade de Belém do Pará no estado do Pará, o mogno africano se tornou uma alternativa também pela sua resistência ao microlepidóptero *Hypsiphyla grandella*, conhecido vulgarmente como praga-do-broto-terminal ou broca-do-ponteiro, a principal praga do mogno-brasileiro e outras espécies da família Meliaceae (MARQUES et al, 2011).

O *Khaya ivorensis* apresenta em sua casca compostos limonóides, como: anel limonóides D-aberto e mexicanolides, que apresentam-se como matéria-prima para substâncias antifúngicas e antibacterianas, inibindo a ação desses organismos em 60 à 70% (ABDELGALEIL, 2005).



Figura 2. No sentido horário começando pelo plantio (1) Plantio de *K. ivorensis*, (2) Peças serradas de *khaya*, (3) Observação da forma do fuste, (4) toras empilhadas para o desdobro. (Fonte: www.produto.mercadolivre.com.br (15/05/2013), www.sapanish.alibada.com 13/05/2013), www.preciolandia.com(20/05/2013)

Segundo Acajou D'Afrique (1987) citado por Falesi, & Baena (1999), se tem relatos da comercialização do gênero *Khaya* sp. antes de 1919 na Costa do Marfim, sendo que as exportações, após a segunda guerra, acima de 81.000 m³ de madeira serrada. Seguindo os preços de mercado internacional as madeiras estariam avaliadas em 1996 por volta dos R\$ 2.000,00/m³, hoje como a madeira é melhor aceita no mercado encontramos preços de até R\$ 2.300,00/m³, com plantios rendendo 160m³/ha (PINHEIRO, 2011).

3.3 Acabamento superficial

3.3.1 Lixamento

De acordo com Gonzaga (2006) existem muitos tipos de tratamentos que se pode dar a madeira, fazendo com que o acabamento final tenha um aspecto desejado. Esses acabamentos podem: mexer com a cor natural da madeira deixando-a com aspectos mais nobres, remover irregularidades superficiais, servir como impermeabilizante alterando a durabilidade da madeira, pode-se também dar um aspecto de envelhecimento natural.

Para Souza (2007), o tipo de acabamento e o processo definido para o seu uso tem que se complementar para ressaltar a qualidade do produto final, pois os fatores que

influenciam no acabamento estão relacionados com: a superfície ancoradura, as condições ambientais da aplicação e o próprio método de aplicação.

Segundo Hernández & Cool (2008), analisando imagens microscópicas de superfícies preparadas com lixa e plaina, observou-se que na superfície lixada foram detectadas ranhuras típicas, produzidas pela ação do grão da lixa, os autores afirmam também que os lumes das células foram preenchidos pelo pó produzido pelo processo de lixamento, o qual dificulta a penetração de adesivos e produtos de acabamento como tintas vernizes e seladoras.

De acordo com Muenchow (2002) a superfície a ser colada deve estar formando um ângulo de 90°, e quando se optar pelo lixamento na preparação da superfície das peças, o mesmo autor recomenda utilizar lixa grão 50 a 80. Lixas com grãos mais finos podem ocasionar superfícies polidas, causando o efeito conhecido como vitrificação da superfície, as quais dificultam a penetração do adesivo na madeira.

Sulaiman et al (2009) citado por Martins (2011) destaca que no processo de lixamento, além das características da madeira, o número do grão e o tipo de abrasivo são importantes para a rugosidade.

Existem várias formas de potencializar a durabilidade da madeira, com a aplicação de compostos químicos inorgânicos preservativos, e a aplicação de produtos de acabamento como vernizes, stains e tintas, que podem fornecer algum tipo de proteção superficial (Gonçales, 2010).

Os primeiros vernizes eram extrativos vegetais diluídos em álcool, ou outro solvente, como exemplo pode-se citar a goma-laca. Com a evolução do mercado de tintas e vernizes, hoje é possível encontrar versões com proteção UV solar e ar salitrado e até mesmo vernizes a base de água (Gonzaga, 2006). Os produtos que revestem a madeira, mais utilizados na indústria moveleira são as tintas, os vernizes e seladoras.

Segundo Souza (2007) as resinas sintéticas como a de base poliuretano (PU) e a poliéster são formadas por dois componentes que reagem entre si, dos quais um contém grupos reativos (catalisador), estas são muito utilizadas na movelaria pela alta resistência e fácil aplicabilidade. A cura desse produto ocorre pela evaporação do solvente junto com reação química entre os componentes que é um processo irreversível. Possuem a desvantagem de serem produtos tóxicos, caros e exigirem mão-de-obra especializada para aplicação.

Os produtos à base de resina poliéster são utilizados quando se deseja uma película espessa com brilho, dando um aspecto vítreo.

Em estudos realizados por Avelino (2010) os resultados da aderência dos vernizes utilizados foram satisfatórios, pois o trabalho de aplanamento e lixamento feito nas peças deram esse suporte, já que as peças foram lixadas com lixas de grã 80 e 120.

Esses resultados foram superiores aos encontrados por Souza (2007), que trabalhou com *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* onde foram utilizadas as lixas de grão 80, grão 180 e grão 220. González (2000) também trabalhou com aplicação de revestimentos em madeira de Freijó (*Cordia goeldian* Huber), neste caso foi utilizada a seladora e o stain, sendo suas peças lixadas com lixas de grão 120, 220 e 360, melhorando a superfície para receber os revestimentos.

3.3.2 Colorimetria

A colorimetria quantitativa se adequou melhor para elaborar respostas mais precisas e reais, sem nenhuma subjetividade, para a mensuração da cor em madeiras,

apresentando-se como um método muito eficiente para se qualificar e caracterizar as madeiras, descartando os catálogos de cores subjetivas. (Autran & Gonzalez, 2001).

Para se fazer uma análise de cor, é importante tentar manter todas as condições que afetam na variação de cor, sendo elas: diferença na fonte de luz; diferenças no observador, diferenças no tamanho; diferenças de fundo e diferenças direcionais. (KONICA MINOLTA, 1998).

Não só é importante se conhecer a espécie que estamos trabalhando pelo nome, mas também pelo aspecto visual, que seriam cor e textura, a fim de saber sua origem e assim poder localizá-la geograficamente, eliminando a substituição maldosa de madeira na hora da comercialização do produto (JANIN et al, 2001).

A cor da madeira é um dos pontos primordiais antes da escolha de qualquer tipo de comercialização ou utilização que será destinada a madeira. A cor pode ser alterada através de umidades, temperaturas, degradações causadas pelo ataque de organismos xilófagos, fungos e bactérias, e reações fotoquímicas dos elementos químicos presentes nas células. (CAMARGOS, & GONZALES, 2001).

No mercado já há certos padrões de cores que são consideradas de boa aceitação, tais como o “padrão mogno”, caracterizado por cores mais escuras e avermelhadas e o “padrão cerejeira” com cores mais brandas tendendo a um bege, visto que a maioria das madeiras apresentam tonalidades que variam de madeiras amareladas, alaranjadas, avermelhadas, roxeadas e marrom escuro (MORI et al, 2005).

Também segundo Mori (2005) essa característica organoléptica da madeira, a cor, é um item importante para saber se a madeira será aceita ou não, já que esse impacto é classificado como o primeiro contato do consumidor com o produto.

Um dos sistemas mais utilizados no mundo para mensuração de cor em objetos, de diferentes materiais é o CIE-L* a* b* (ou CIELAB, 1976), onde que consegue medir a cor mediante os cálculos feitos através de três variáveis onde o L* seria a luminosidade, o a* a coordenada verde-vermelho e b* a coordenada azul-amarelo. Konica Minolta (1998) destaca que a cor é definida por três variáveis sendo essas: (1) Tonalidade, que seria a variação das cores existentes no círculo das cores (Figura 3a); (2) Luminosidade, que seria a variação das cores escuras a mais claras, variando do preto ao branco; (3) Saturação, que seria a variável que diz respeito a quantidade de cor viva ou cores mais turvas. (Figura 3b.)

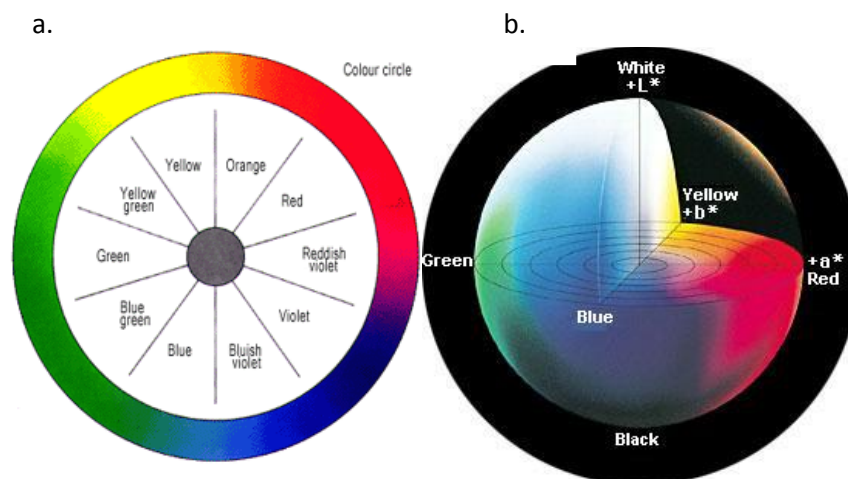


Figura 3. a) Círculo de cores com a variação das cores existentes. b) Sistema CIE – L* a* b* em uma imagem tridimensional, com as três variações. (Fonte: Konica Minolta, 1998)

Como a variação de tonalidades da cor das madeiras engloba, na grande maioria das vezes, tons avermelhados e amarelados logo, a maioria das cores estarão no primeiro quadrante do espaço de cor (Figura 4). Visto que esses resultados podem ser obtidos através das seguintes fórmulas: (1) servindo para a variável L^* , (2) servindo para variável cromática a^* e (3) para a variável cromática b^* (Equações 1, 2 e 3).

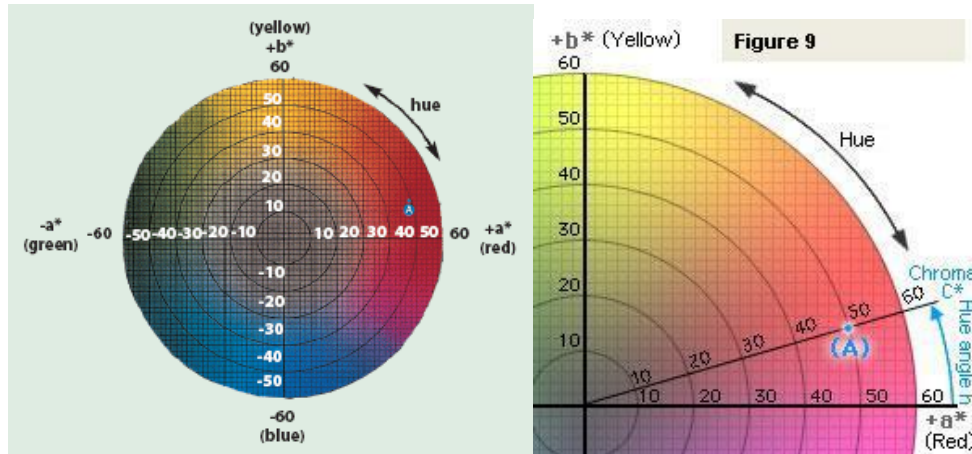


Figura 4. Espaço de cor. a) Variação das variáveis cromáticas a^* e b^* . b) Quadrante onde se encontram a classificação de cor da maioria das madeiras.

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16 \quad (1)$$

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} \right] \quad (2)$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right] \quad (3)$$

Onde: X, Y, Z: valores tristímulos XYZ (observador padrão 2°) ou X10, Y10 e Z10 (observador padrão 10°) da amostra; e X_n , Y_n e Z_n : valores tristímulos XYZ (observador padrão 2°) ou X10, Y10 e Z10 (observador padrão 10°) de um difusor de reflexo ideal. Dentro dos padrões da CIE. (Fonte: Konica Minolta, 1998)

3.3.3 Ensaio de envelhecimento acelerado

Os testes utilizando câmaras de ensaio de envelhecimento acelerado trabalham com o controle da atmosfera, monitorando a exposição aos raios UV (através de reatores fotoquímicos, lâmpadas de luz ultravioleta), umidade e temperatura, através de ciclos de exposições, fazendo com que se melhorem as informações tecnológicas das espécies madeireiras já utilizadas e as que apresentam potencial para o setor moveleiro, tentando

minimizar os danos da exploração exacerbada nas nativas, e aumentando a lista de possíveis espécies a serem exploradas, fornecendo assim novos dados de variação de resistências mecânicas, composição químicas, e variações de cor, que seriam para alguns ramos de produtos florestais madeireiros, a variável com mais interesse, pois trabalha com a estética e/ou contato visual.

Segundo Gonzalez (2000), a madeira que fica ao alcance da exposição à luz solar, sofre um tipo de degradação que chamamos de fotodegradação, onde em primeiro lugar ocorre uma degradação superficial, influenciando totalmente no aspecto da cor da madeira e em seguida uma alteração negativa em suas propriedades mecânicas. Essa alteração ocorre, segundo Lima et al (2013), porque na madeira há uma variação nos grupos cromóforos (carbonila, hidroxila, etc) e sistemas, quinonas e bifenil, por exemplo, que estão presentes na células superficiais da madeira responsáveis pela absorção dos raios solares.

A celulose apresenta uma resistência à oxidação fotoquímica enquanto que a lignina é considerada o componente que sofre maiores alterações estruturais na presença de raios UV, gerando grupos cromóforos (Hon, 2001). Segundo Mitsui et al (2004), as coníferas são menos resistentes a variação de cor por apresentarem uma quantidade de lignina menor que as folhosas.

De acordo com Lopes (2012) quando se utiliza a madeira em ambientes externos a mesma deve atender a exigências de qualidade, pois estará suscetível a fatores que podem ocasionar perdas na qualidade física, mecânica e estética do material. O ideal é que o material apresente boa estabilidade dimensional e alta durabilidade natural.

Para minimizar os efeitos da fotodegradação e diminuir esse impacto sofrido pela madeira existem vários produtos sintéticos que também servem como acabamentos, são os vernizes, tintas, óleos e stains. Esses revestimentos tem uma resistência menor quando expostos a ambientes externos (LIMA et al, 2013).

Em estudos feitos por Feist (1983), o autor definiu que madeiras com coloração escura tendem a uma descoloração e as madeiras com coloração mais claras tendem a ficar amareladas ou com tonalidade de próxima a cor marrom.

As cores das madeiras não são estáveis, tem uma gama de variação, porém quando expostas à luz acabam escurecendo e em alguns casos mais raros, tendem a sofrer um clareamento (ISHIGURI et al, 2003).

Segundo Ayadi (2003) os testes em câmaras de envelhecimento acelerado estão sendo bastante utilizados quando se pretende conhecer a resposta das madeiras submetidas a envelhecimento, devido a sua agilidade em obter os resultados e por ser um método não destrutivo.

Tabela 1. Autores e condições utilizadas para determinar a alteração de coloração da madeira após o envelhecimento:

Autores	Espécies	Aparelho utilizado	Horas de exposição	Protetores
Ayadiet al(2003)	<i>Fraxinus</i> sp, <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Populus</i> sp	Q-panel, modelo QUVweatheringtester, Lâmpadas UV A-340	835 horas	-
Gonzalez, J. C. et al	Freijó (<i>Cordia goeldiana</i> Huber)	Reator Fotoquímico Rayonet com 12 Lâmpadas UV, comprimento de onda 350 nm	168 horas	Seladora e stain

Lima, C. M., et al	Pau- Marfim (<i>Balfouro dedronriedelieum</i>)	-	500 horas	Seladora e cera de carnaúba
Prates &Gonçalez	Bambu (<i>Dendorcalamus giganteus</i>)	QUV, Q-lab Lâmpadas UV	200 horas	-
Ishiguri et al (2003)	<i>Cryptomeri japonica</i>	Lâmpadas UV portátil (Spectrincs, model ENF-280C) fonte de luz à uma distância de 25cm	40 horas	-
Lopes (2012)	Teca(<i>Tectona grandis</i>)	Q-LAB, modelo QUV/Spray 8 Lâmpadas UV A	168 horas	-
Mitisui et al (2004)	<i>Chamaecyparis obtusa, Cryptomeri japonica, Fagus crenata, Celtis occidentalis</i>	WEL-SUN-D (Suga Test Instruments)	60 horas (Luz UV, visível e infravermelho)	-

Segundo Lopes (2012) a maior variação de cor se deu no tempo de 42 horas de exposição. Este comportamento coincidiu com o observado por Oliveira (2008), que diz que as maiores modificações ocorrem nas primeiras 20 horas de exposição.

4. Material e métodos

4.1 Material

As espécies utilizadas neste trabalho são provenientes de plantios que se encontram dentro do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica, Rio de Janeiro, sendo a espécie *Khaya ivorenses* A. Chev. (mogno africano), com aproximadamente 30 anos e a espécie *Corymbia citriodora*, (eucalipto citriodora) com aproximadamente 60 anos, de tal forma que as toras retiradas para a realização do trabalho encontravam-se acima do DAP.

Posteriormente ao desbaste, as toras foram convertidas em corpos-de-prova no LPM (Laboratório de Processamento de Madeira - DPF/IF/UFRRJ), com dimensões de 150 x 75 x 10 mm (comprimento x largura x espessura), dimensões essas respeitadas para norma ASTM G 154 que se adequa à máquina de ensaio de envelhecimento acelerado (Câmara BASS modelo UUV - MP - SPRAY adaptada com 8 lâmpadas UV-A e UV-B, com bicos spray); e corpos-de-prova com dimensões de 2 x 3 x 5 cm para medição das características físicas, densidades e contrações volumétricas. Em todo o trabalho os corpos-de-prova utilizados foram divididos em grupos como ilustra a Tabela 1, de acordo com o acabamento utilizado e o revestimento testado.

Tabela 2. Separação dos grupos do trabalho:

Tratamentos	Acabamento superficial		Espécies	
	Lixa (grã)	Verniz	<i>Khaya ivorensis</i>	<i>Corymbia citriodora</i>
Trat 1	Plaina, sem lixa	Brilhante	Mv1	Cv1
Trat 2	80	Brilhante	Mv2	Cv2
Trat 3	80+120	Brilhante	Mv3	Cv3
Trat 4	80+120+180	Brilhante	Mv4	Cv4
Trat 5	80+120+180+220	Brilhante	Mv5	Cv5

Grupos com M pertencem a espécie *Khaya ivorensis* e grupos com C a espécie *Corymbia citriodora*. V significa que recebeu o verniz.

4.2 Determinação das propriedades físicas

Para se obter as propriedades físicas (densidade básica, densidade aparente e contração volumétrica) das espécies estudadas foram utilizados métodos que seguiram os procedimentos descritos na Norma NBR:7190-97 (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT), onde os corpo-de-prova foram imersos em água para conseguir atingir a saturação, sendo medido o peso das amostras (g) e as dimensões (cm) (radial, longitudinal e tangencial). Quando se deu a estagnação do peso, concluiu-se que as amostras já estavam saturadas, sendo as mesmas encaminhadas para uma estufa com temperatura de 103°C e medidas suas contrações e peso após 48 horas, até secagem por completo as amostras.

A densidade básica (ρ_{bas}) e a contração volumétrica (ϵ_i) da madeira foram determinadas pelas Equações 4 e 5. ρ

$$\rho_{bas} = M (\text{seca}) / V (\text{saturado}) \quad (4)$$

onde: ρ_{bas} : densidade básica da madeira, g/cm³; M(seca): massa da madeira seca em estufa à 103 ± 2 °C, g; V(saturado): volume saturado da madeira após imersão em água, cm³.

$$\epsilon_i = (V_u - V_s) / V_u \times 100 \quad (5)$$

onde: ϵ_i : contração volumétrica da madeira, %; V_u : volume saturado do corpo-de-prova após imersão em água, cm³; V_s : volume do corpo-de-prova seco em estufa a 103 ± 2 °C, cm³.

Considerou-se que a madeira estava seca, pois a mesma estava dentro do pátio do LPM a mais de 4 meses, levando em consideração a temperatura e a umidade do local (Seropédica-RJ), que apresenta o clima tropical subúmido, com o calor bem distribuído o ano todo, com ocorrência de temperaturas que variam de 42°C até 9°C, com média de 22,7°C,.

4.3 Avaliação do acabamento superficial

4.3.1 Lixamento e aderência do verniz

As peças utilizadas no trabalho passaram por um lixamento, de tal forma que cada peça, menos as do grupo controle (onde não se propôs nenhum acabamento superficial) foram submetida a um preparo com lixa (grão 80) em uma lixadeira de cinta estacionária com motor de rotação de 3500rpm, sendo trabalhados ambos os lados com as faces tangencias, com a intenção de retirar todas as imperfeições superficiais, permitindo o nivelamento e o alisamento das faces.

Após o preparo as peças continuaram a ser lixadas, porém agora com uma lixadeira manual de marca Goodyear 250W GYFS 80250, com potência e velocidade de 7.000 a 12.300 rpm, utilizando as lixas com grão 120, 180 e 220, fazendo com que a peça que recebeu o lixamento com granulometria mais fina, também fosse lixada pelas outras

com granulometria mais grosseiras, sendo a lixa de grã 220 a responsável pela granulometria mais fina retirada da madeira. Em cada lixamento, em ambas as máquinas e lixas utilizadas respeitaram-se um tempo de 30s para cada face. Após a seção de lixamento ser finalizada, de acordo com os grupos pré-definidos, as peças foram colocadas em uma sacola plástica preta longe do alcance de luz solar para evitar fotodegradações que interferissem nas cores, visando manter as condições de pós-polimento as melhores possíveis (Figura 6).

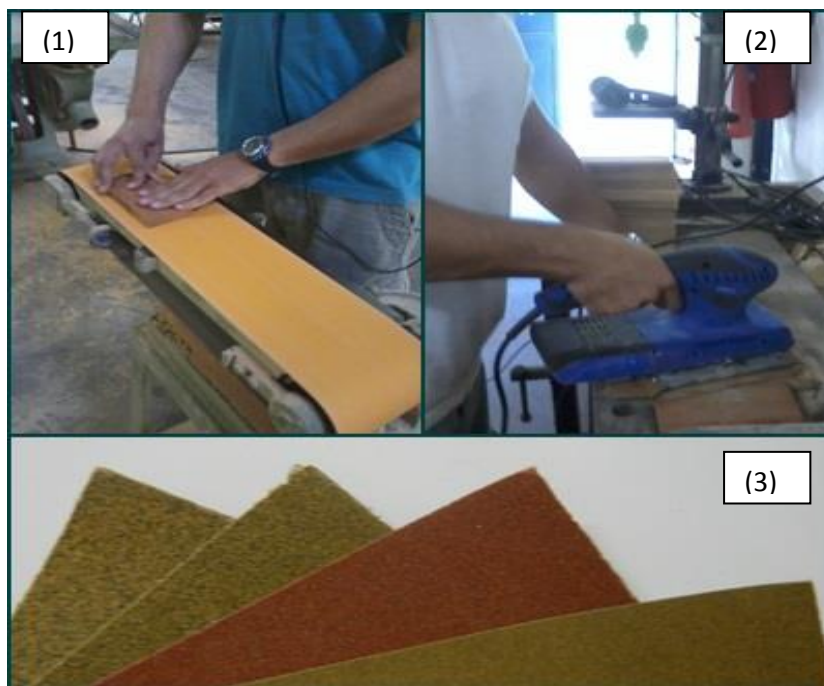


Figura 5. No sentido horário (1) peças sendo lixadas na lixadeira de cinta, (2) peças sendo lixadas na lixadeira manual, (3) lixas utilizadas no trabalho, lixa de grã 80, 120, 180, 220.

4.3.2 Teste de aderência do revestimento

Concluindo-se os diferentes acabamentos superficiais prosseguiram-se as aplicações do revestimento nas madeiras, sendo testado um tipo de verniz, a base de poliuretano, com uma recomendação para a aplicação em lugares externos e movelaria externa, pois o mesmo apresenta alta resistência à exposição ao sol e chuva. Este tipo de verniz é conhecido no mercado como Verniz Brilhante.

Toda a aplicação obedeceu às recomendações do fabricante, sendo o verniz aplicado através de uma pistola automática de alta pressão com bico de 1,4mm, sendo aplicada uma mão de verniz brilhante, em todas as peças, para funcionar como um impermeabilizante da superfície, assim com descrito por Souza (2007) e também recomendado pelo fabricante.

Já para a aplicação final dos revestimentos houve uma diluição do verniz como mencionado no rótulo da embalagem, variando de 20 a 30% para o verniz brilhante, sendo que foi respeitado o tempo de secagem por completo, que se deu após 12 horas da aplicação. Entre as demãos as peças foram lixadas com lixas de grã 360, recomendado também pelo fabricante, e toda a aplicação foi feita em ambas as faces das peças (Figura 7).



Figura 6. No sentido horário (1) peças separadas e envernizadas, (2) brilho das peças de mogno africano, (3) peças de mogno africano envernizadas, (4) peças de *C. citriodora* envernizadas.

Os testes de aderência foram baseados na norma ABNT NBR:11003-90 (Tintas e Vernizes - Determinação da aderência). Foram executados os testes de aderência do verniz sobre a superfície da madeira por meio do método da grade, onde através de um dispositivo de corte com seis gumes separados por 2mm de distância entre eles. Foi feito um risco em forma de grade, criando uma área de análise e avaliado o destacamento da película na intersecção das incisões cruzadas (Figura 8 e Tabela 3). Para a análise da aderência foi utilizada uma fita de polipropileno, de 25 mm de largura. Os teste foram realizados no LPM (Laboratório de Processamento da Madeira – DPF/IF/UFRRJ).

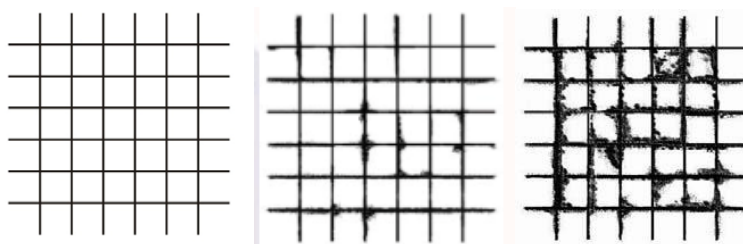


Figura 7 Exemplo do risco feito conforme a norma NBR 11003-90, e exemplo do destacamento da película, em preto, que seguem uma porcentagem da área, sendo 100% todos os quadradinhos removidos. (Fonte NBR 11003-90)

Tabela 3. Notas de acordo com os resultados da área removida do revestimento:

Notas	Aderência
1	Nenhuma área da película destacada
2	Área da película destaca $\leq 5\%$
3	Área da película destaca $\leq 15\%$
4	Área da película destaca $\leq 35\%$
5	Área da película destaca $\geq 65\%$

4.3.3 Colorimetria das espécies

O Sistema utilizado para mensurar a cor foi o CIE-L*a*b* que adota os procedimentos da norma CIE 1976 (Commission International de L'Éclairage), sendo esse sistema o mais utilizado para este fim. Nele, as avaliações são definidas pelas três variações das coordenadas (L*, a*,b*), sendo que L* (Luminosidade) varia do zero (preto) ao 100 (branco), e as variáveis a* e b*, que são variáveis cromáticas, sendo que a variável cromática a* varia no eixo x (verde-vermelho) e a variável cromática b* varia no eixo y (azul-amarelo).

Para a realização dos testes utilizou-se o aparelho conhecido como espectrofotômetro portátil CM 2600d, versão 1.41 da marca Konica Minolta (Figura 9), onde se usou a abertura do diâmetro de foco de 3mm (SAV). O iluminante utilizado foi o da luz difusa (D65), com ângulo de observação de 10°, fixado pelo aparelho, mediante o contato com a peça e também luz especular.



Figura 8. Espectrofotômetro utilizado para mensurar as cores das espécies de acordo com as normas do CIE. (Espectrofotômetro portátil 2600d da Konica Minolta)

Seguindo a confecção dos corpos-de-prova no LPM, os mesmos foram colocados em um saco plástico preto para que não ocorresse nenhuma fotodegradação, para que a cor medida tenha o mínimo de interferência. Quando levados ao laboratório para mensurar a cor, preestabeleceram-se três pontos fixos, ou três medidas por peça, onde foram marcados pontos nos 25%, 50%, 75% ao longo da peça.

As medições das cores se deram em etapas, sendo elas: (1) análise da cor na madeira crua sem nenhum revestimento aplicado, somente com o acabamento superficial (lixamento); (2) análise da cor após a aplicação do revestimento, verniz a base de poliuretano; (3) análise da cor após 48 horas na câmara de envelhecimento

acelerado; (4) análise da cor após 84h na câmara de envelhecimento. As amostras/etapas foram classificadas como Crua (1), Verniz (2), e Envelhecida (3).

Os Valores de ΔL^* , Δa^* e Δb^* representam a variação de cor das amostras, primeiro (crua-envernizada), segundo (envernizada-envelhecida) e são calculados pelas equações 6, 7 e 8.

$$\Delta L^*v = [L_1^* - L_2^*] \quad (6)$$

$$\Delta a^*v = [a_1^* - a_2^*] \quad (7)$$

$$\Delta b^*v = [b_1^* - b_2^*] \quad (8)$$

onde: ΔL^*v variação da variável luminosidade (L^*) após a aplicação do verniz, sendo L_1^* a luminosidade da madeira crua e L_2^* a luminosidade da madeira envernizada, sendo Δa^*v variação da variável cromática (a^*) após a aplicação de verniz, sendo a_1^* valor do a^* na madeira crua e o a_2^* valor de a^* na madeira envernizada e Δb^*v variação da variável cromática (b^*) após a aplicação de verniz, sendo b_1^* valor do b^* na madeira crua e b_2^* valor de b^* na madeira envernizada (Fonte: Konica Minolta, 1998)

A variação total de cor obtida após a aplicação do verniz foi calculada da mesma maneira que a variação total da cor após o envelhecimento acelerado, sendo foi determinada pelas equações 9 e 10.

$$\Delta E v_{ab}^* = \sqrt{(\Delta L^* - \text{verniz})^2 + (\Delta a^* - \text{verniz})^2 + (\Delta b^* - \text{verniz})^2} \quad (9)$$

$$\Delta E_{ab}^* - \text{inter} = \sqrt{(\Delta L v^* - \text{inter})^2 + (\Delta a v^* - \text{inter})^2 + (\Delta b v^* - \text{inter})^2} \quad (10)$$

onde: $\Delta E v_{ab}^*$ variação total da cor da madeira após a aplicação do revestimento, e $\Delta L^* - \text{verniz}$, $\Delta a^* - \text{verniz}$, $\Delta b^* - \text{verniz}$, as variáveis individuais para cada coordenada (L^* , a^* e b^*) e $\Delta E_{ab}^* - \text{inter}$ a variação da cor após o envelhecimento e a variação das variáveis individuais (L^* , a^* e b^*) sendo $\Delta L v^* - \text{inter}$, $\Delta a v^* - \text{inter}$, $\Delta b v^* - \text{inter}$, respectivamente. Esta variação foi calculada de acordo com dados distribuídos pela KONICA MINOLTA (1998), de acordo com a CIE.

4.3.4 Ensaio de Envelhecimento Acelerado

O ensaio de envelhecimento acelerado foi realizado no Laboratório de Física e Secagem da madeira (LAFIS) pertencente ao Departamento de Produtos Florestais, no Instituto de Florestas, sendo utilizada uma câmara de intemperismo acelerado da marca BASS-UUV-MP-SPRAY/2012 (Figura 10), que utiliza o controle da temperatura; da aplicação da água através de bicos que geram gotículas na forma de spray, que se assemelham aos efeitos provocados pelas chuvas; da condensação do ambiente interno; e da emissão de luz ultravioleta. A câmara trabalha com 8 lâmpadas UVA-340, que emitem raios ultravioletas UV, sendo esses os mais aconselháveis para simular as condições externas de exposição a luz solar. A câmara permite a programação de cada fase do processo de envelhecimento, tendo que ser programada para a realização dos testes.

Os ensaios procederam-se de acordo com o manual da câmara, que sugere utilizar a norma ASTM G 154, pois ela contém detalhes de como deve ser conduzido todo o

processo do envelhecimento, inclusive para testes em madeiras com aplicação de revestimentos.

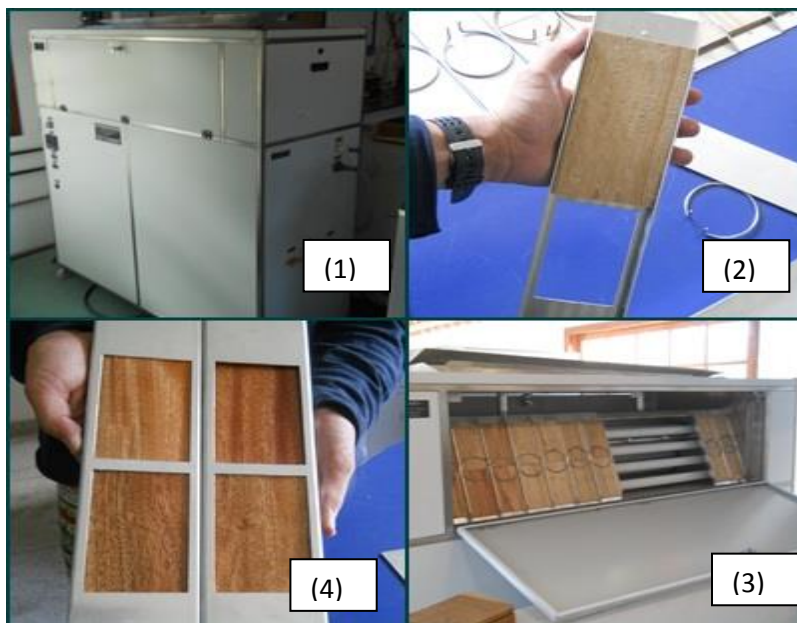


Figura 9. No sentido horário (1) Câmara de envelhecimento acelerado BASS-UUV, (2) Preparo dos corpos de prova no molde da maquina, (3) Localização dos copos de prova na câmara, (4) Área de exposição dos corpos de provas ao ambiente controlado

De acordo com a norma foi utilizado o Ciclo 7, que contém uma programação de 8 horas de duração, sendo essas 8 horas divididas em etapas: (1) 4:45h de condensação do ambiente interno com temperatura de 50°C; (2) 4h de exposição aos raios ultravioletas com temperatura de 60°C; (3) 0:15h de spray sem nenhum controle de temperatura. A exposição total se deu com a repetição de 11 vezes esse ciclo de 8 horas, totalizando 88 horas de exposição na câmara de envelhecimento.

5. Análise estatística

A análise estatística do trabalho foi feita pelo programa STATISTIC 7.0.

Para a análise da cor considerou as variáveis dependentes ($\Delta E v_{ab}^*$ e $\Delta E_{ab}^* - inter$), que quando testadas pelo teste Kolmogorov-Smirnov, ao nível de significância de 5% de confiança, apresentou não normalidade em seus dados. A transformação das variáveis pela logaritimização proporcionou a normalidade dos dados. Foi verificada também a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene, ao nível de 5% de significância.

Após a verificação destes pressupostos, a análise de variância (ANOVA) foi aplicada, em um delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições e 5 tratamentos. Quando a teste “F” foi significativo, aplicou-se o teste Tukey, com significância de 5%, para detectar as diferenças entre as médias dos tratamentos (sem lixa, lixa 80, lixa até 120, lixa até 180 e lixa até 220) quando só envernizada e

envernizada com envelhecida. Este procedimento foi feito para todas as espécies individualmente.

Para verificar se houve diferenças significativas entre as médias da coloração, dentro de cada tratamento/espécie, na mesma amostra, antes e após o envelhecimento, fez-se o uso do teste “t”, com 5% de significância.

O teste de aderência do verniz foi feito, na mesma amostra, antes e após o envelhecimento acelerado. Por ser uma avaliação qualitativa, e os resultados não apresentarem distribuição normal e nem variâncias homogêneas, optou-se pela aplicação do teste não paramétrico Kruscall-Wallis. Quando diferenças entre as médias dos postos foram significativas, ao nível de 5%, o teste de Dunh foi utilizado para identificar estas diferenças, ao nível de 5% de significância.

6. Resultados e discussão

As amostras apresentaram valores baixos para desvio padrão e coeficiente de variação, caracterizando um conjunto homogêneo e de baixa variabilidade destas características como visto na Tabela 4.

Para o *C. citriodora*, em estudos realizados por Oliveira (2005) foram encontrados valores para a densidade básica de 0,73 g/cm³, em plantios da região da Zona da Mata em MG, já Dias Junior et al (2012) encontrou valores, por volta de 809 g/cm. Em publicação do IPT (2009) são apresentados valores de densidade básica de 0,867g/cm³, sendo considerada então uma madeira de alta densidade.

Para o mogno africano a densidade básica apresentou média de 0,640 g/cm³, valor que se aproxima de 0,674g/cm³, encontrados por Magnan (2011), porém mais elevados que os resultados de 0,471g/cm³ obtidos por Da Silva (2010). Assim a madeira do mogno africano pode ser considerada de média densidade. Esses resultados são próximos aos de algumas espécies nativas que usualmente são usadas pela indústria moveleira. A Tabela 4 relata a situação que se encontravam as espécies, resumidamente, pois a tabela completa esta no Anexo 1.

Tabela 4. Resultados de densidade básica, densidade aparente e contração volumétrica:

	Densidade (g/cm ³)				Contração volumétrica βv	
	Aparente Da		Básica Db			
	<i>C. citriodora</i>	M. africano	<i>C. citriodora</i>	M. africano	<i>C. citriodora</i>	M. africano
Média	1,020	0,780	0,800	0,640	20,780	10,320
D padrão	0,0116	0,0618	0,0168	0,0445	3,2531	2,4170
C variação (%)	1,1387	7,9206	2,1015	6,9549	15,6548	23,4206

Para a contração volumétrica do *Khaya ivorensis*, Da Silva (2010) encontrou valores de 16,85%, valores esses superiores aos encontrados por Magnan (2011), 12,57%, que também foram superiores aos encontrados no presente trabalho que foi de 10,32%. Porém, para *C. citriodora* neste trabalho foram encontrados valores de contração maiores que os encontrados por Dias Junior et al (2012) que foi de 13,38%, já Lemos et al (2012) obteve valores menores, porém mais próximos, achando valores para

o cerne em torno de 17, 13% e para o alburno em torno de 16,78%, se aproximando dos encontrados neste estudo, que foi de 20,78%.

As espécies apresentaram uma ótima resposta aos acabamentos aos quais foram submetidas, apresentando superfícies com muito poucos ou até isenta de defeitos, sendo alguns relacionados a grã, como encontrado anteriormente por Dias Júnior et al (2012) e Magnan (2010). Esses acabamentos ficaram muito mais agradáveis ao tato, deixando a superfície da madeira, tanto de *Corymbia citriodora* como a de mogno africano com um aspecto de lisura significativo nas lixas de grã 180 e grã 220. Esse tipo de lixa é então indicado para melhorar a superficial, podendo utilizar das espécies para um uso mais requintado como movelarias e artesanatos.

Segundo Prastes (2008), a variação total de cor pode ser classificada em cinco classes, partindo de uma variação desprezível até uma variação bem perceptível (Tabela 5).

Tabela 5. 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

Como visto na Tabela 5 e analisado na Tabela 6 a variação de cor entre a madeira natural - sem nenhuma aplicação do verniz, somente lixada, para depois da aplicação do verniz, apresentou uma grande e perceptiva mudança em suas tonalidades estando entre os intervalos 6 e 12, apresentando uma maior variação, talvez a que tivesse maior expressão nos resultados, na perda da luminosidade (L^*), considerando então um escurecimento das peças após a aplicação do verniz.

Tabela 6. Tabela relacionando a variação da cor entre os tratamentos por processo (verniz e envelhecimento)

Tratamento da superfície	<i>Corymbia citriodora</i>		<i>Mogno africano</i>	
	$\Delta E v_{ab}^*$ (com Verniz)	$\Delta E_{ab}^* - inter$ (envelhecido)	$\Delta E v_{ab}^*$ (com Verniz)	$\Delta E_{ab}^* - inter$ (envelhecido)
Plaina	6,66 _(1,86)	14,56 _(2,61) a	13,72 _(2,58) ab	9,44 _(2,12)
Lixa 80	6,25 _(1,71)	11,21 _(2,32) ab	15,54 _(2,68) a	7,24 _(1,91)
Lixa 80-120	7,59 _(2,00)	7,76 _(2,00) b	10,40 _(2,26) b	10,21 _(2,13)
Lixa 80-180	7,71 _(2,02)	8,69 _(2,11) b	9,39 _(2,22) b	8,26 _(1,98)
Lixa 80-220	7,12 _(1,91)	7,98 _(2,05) b	10,72 _(2,27) b	9,24 _(2,16)

Resultado analisado pelas colunas. Letras minúsculas diferentes, os tratamentos apresentaram diferença significativa no processo. Valores fora dos parênteses são os valores reais das médias por tratamento. Valores dentro dos parênteses expressam o log das médias dos valores reais. Avaliação estatística foi pelo teste Tukey com significância a 5%.

Como mostra a Tabela 6, para a espécie *Corymbia citriodora* não houve diferença significativa na variação de cor entre os tratamentos envernizados. Porém quando analisamos a variação de cor antes/depois do envelhecimento vemos que significativamente só houve diferença entre os Tratamentos 1 (Cv1) e Tratamento 2 (Cv2), sendo uma maior homogeneização na cor protegida pelo verniz quando se utiliza um lixamento mais fino.

Tabela 7. Tabela relacionando a espécie *Corymbia citriodora* com cada tratamento e sua variação de cor após o envelhecimento

<i>Corymbia citriodora</i>		
	ΔEv_{ab}^* (com Verniz)	$\Delta Ev_{ab}^* inter$ (envelhecido)
Plaina	6,66 _(1,86) A	14,56 _(2,61) B
Lixa 80	6,25 _(1,71) A	11,21 _(2,32) B
Lixa 80-120	7,59 _(2,00) A	7,76 _(2,00) A
Lixa 80-180	7,71 _(2,02) A	8,69 _(2,11) A
Lixa 80-220	7,12 _(1,91) A	7,98 _(2,05) A

Resultado analisado em linhas. Letras maiúsculas diferentes, o tratamento apresentou diferença significativa após o envelhecimento. Avaliação estatística foi pelo teste t com significância a 5%.

Em referência a variação de cor do mogno africano entre os tratamentos antes do envelhecimento, este apresentou um resultado interessante, onde a maior variação foi no Tratamento 2 (Mv2) como mostra a Tabela 6. O resultado que mostra de fato o que aconteceu foi que a maior variação de cor antes/depois do envelhecimento visto na Tabela 8, ocorreu no Tratamento 1 (Mv1) e Tratamento 2 (Mv1), podendo inferir que quando se realiza um lixamento mais refinado (lixas 120, 180 e 220), se obtém uma superfície melhor acabada.

O mesmo funciona como uma barreira, visto que o arrancamento e retiradas das fibras, quando lixadas produzem um pó fino que entra nos lumes abertos e vasos impedindo assim a entrada de revestimentos e, conseqüentemente, melhorando a resistência a entrada e degradação feita pelos raios UV. Analisando o aspecto da cor depois do envelhecimento, podemos observar a criação de um padrão de cor, que independe do tratamento que lhe foi dado. As anovas das análises estão contidas no anexo 1.

Na Figura 11 podemos observar melhor essa variação de tonalidade antes e depois de envelhecimento acelerado. A cor no *C. citriodora* após envelhecimento apresentou diferença entre os Tratamentos 1 (Cv1) e Tratamentos 2 (Cv2), possivelmente onde apresentaram um lixamento com lixas mais grosseiras e no caso do Tratamento 1 (Cv1), a amostra nem foi lixada.

Tabela 8. Tabela relacionando a espécie *Khaya ivorensis* com cada tratamento e sua variação de cor após o envelhecimento.

<i>Mogno africano</i>		
	$\Delta E v_{ab}^*$ (com Verniz)	$\Delta E v_{ab}^*$ (com Verniz)
Plaina	13,72 _(2,58) A	9,44 _(2,12) B
Lixa 80	15,54 _(2,68) A	7,24 _(1,91) B
Lixa 80-120	10,40 _(2,26) A	10,21 _(2,13) A
Lixa 80-180	9,39 _(2,22) A	8,26 _(1,98) A
Lixa 80-220	10,72 _(2,27) A	9,24 _(2,16) A

Resultado analisado em linhas. Letras maiúsculas diferentes, o tratamento apresentou diferença significativa após o envelhecimento. Avaliação estatística foi pelo teste T com significância a 5%.



Figura 10. Corpos-de-prova após o envelhecimento acelerado.

Para o teste de aderência, tanto para o *K. ivorensis* como para o *C. citriodora* o verniz apresentou uma boa fixação no substrato, mesmo com o entupimento dos vasos e lumem abertos proporcionado pelo lixamento.

De acordo com os testes de grade (Figura 11), foram atribuídas notas próximas do valor máximo de 1, representando nenhuma porcentagem da área de teste descolada da madeira, para o *C. citriodora*, (Tabela 8 e Figura 11) Não houve diferença significativa de aderência para os tratamentos ente si, e para o *K. ivorensis* a resposta foi um pouco melhor ganhando nota máxima para todos os tratamentos.

Avelino (2012) também obteve nota máxima para o teste de grade, testando a aderência do verniz PU em Teca (*Tectona grandis*), valores esses compatíveis com os valores encontrados por Souza (2007), nos testes de aderência para corte em grade nas espécies *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* com idades entre 6 e 10 anos.

Com o auxílio das novas tecnologias pode-se então, através de estudos laboratoriais, identificar e qualificar essas madeiras. Segundo Dias Junior et al (2013) as espécies *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S, se mostrou como uma ótima opção para o uso na indústria moveleira pelos resultados satisfatórios encontrados. O mogno africano também apresentou resultados satisfatórios demonstrando ser uma espécie com bom potencial de utilização no setor moveleiro.

As mesmas percepções foram observadas depois da exposição ao envelhecimento acelerado realizada neste trabalho. As espécies e os tratamentos ganharam notas que se aproximam da nota máxima, sendo que a exposição testada não interferiu na aderência, podendo talvez sugerir que para o teste de aderência, para revestimentos em madeira a base poliuretana PU, recomenda-se utilizar um tempo de exposição maior que às 88 horas testadas nesta pesquisa, ou seja, as espécies apresentaram um bom acabamento superficial.

Tabela 9. Resultados dos testes de aderência ao verniz antes da exposição a UV e depois à exposição:

Espécies	Tratamento	Antes envelhecimento	Media por espécie	Depois envelhecimento	Media por espécie
<i>Corymbia citriodora</i>	Plaina	1,25 (34,5)	1,25	1,00 (44,5)	1,20
	Lixa 80	1,25 (34,5)		1,25 (54,5)	
	Lixa 80-120	1,50 (34,5)		1,25 (44,5)	
	Lixa 80-180	1,25 (34,5)		1,50 (34,5)	
	Lixa 80-220	1,00 (44,5)		1,00 (54,5)	
Mogno africano	Plaina	1,00 (34,5)	1,00	1,00 (44,5)	1,15
	Lixa 80	1,00 (44,5)		1,00 (34,5)	
	Lixa 80-120	1,00 (34,5)		1,50 (34,5)	
	Lixa 80-180	1,00 (54,5)		1,25 (34,5)	
	Lixa 80-220	1,00 (34,5)		1,00 (34,5)	

Valores fora dos parênteses são as médias das notas de aderência. Valores dentro dos parênteses reverem-se as médias dos postos pelo teste de Kruscall-Wallis.



Figura 11. Teste de grade para testar a aderência do verniz.

7. Conclusões

A coloração natural da madeira não é alterada pelo o uso de lixas com granulometria diferentes.

A aplicação do verniz brilhante à base PU, tanto para o *Corymbia citriodora* como para o *Khaya ivorensis* altera a coloração natural da madeira.

Com o passar do tempo, as madeiras com o revestimento verniz brilhante, apresentam um escurecimento em sua coloração, independente da lixa trabalhada. Porém cria para o *K. ivorensis* um padrão de tonalidade.

Uma melhor padronização da cor pode ser obtida quando se faz o uso de lixas com granulometria mais finas.

As espécies apresentaram ótima aderência ao verniz brilhante, mesmo após um envelhecimento acelerado independente da lixa utilizada.

8. Bibliografia

ABDELGALEIL, S. A., HASHINAGA, F., & NAKATANI, M., MUNEHIRO. Antifungal Activity of Limonoids from *Khaya Ivorensis*. **PEST MANAGEMENT SCIENCE**, V. 61, N. 2, P. 186-190, 2005.

AUTRAN, C.S.; GONÇALEZ, J.C., Caracterização Colorimétrica Das Madeiras De Muirapiranga (*Brosimum Rubescens* taub.) E De Seringueira (*Hevea Brasiliensis*, Clone Tjir 16 Müll Arg.) Visando À Utilização Em Interiores, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 445-451, 2005

AVELINO, E. F. Avaliação Da Madeira De Teca Jovem (*Tectona Grandis* L. F.) Visando Uso Em Moveleira Instituto De Florestas Curso De Pós-Graduação Em Ciências Ambientais E Florestais. (DISSERATAÇÃO MESTRADO) UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 2012.

AYADI, N., LEJEUNE, F., CHARRIER, F., CHARRIER, B., & MERLIN, A. COLOR Stability Of Heat-Treated Wood During Artificial Weathering. **HOLZ ALSROH-UND WERKSTOFF**, V. 61, N. 3, P. 221-226, 2003

BURDURLU, E.; USTA, I.; ULUPINAR, M.; AKSU, B.; ERARSLAN, Ç. THE Effect of the Number of Blade Sand Grain Size of Abrasives in Lanning and Sanding on the Surface Roughness of Europe an Black Pine and Lombardypoplar. **TURKISH JOURNAL OF AGRICULTURE & FORESTRY**, V. 25, P. 315-321, 2005.

CAMARGOS, J A. A.; GONÇALEZ, J. C. A Colorimetria Aplicada como Instrumento na Elaboração de uma Tabela de Cores de Madeira **Brasil Florestal**, Nº 71, setembro de 2001

CARVALHO, A. M., GONÇALVES, M. D. P. M., DE FREITAS AMPARADO, K., DE FIGUEIREDO LATORRACA, J. V., & GARCIA, R. A Correlações da Altura e Diâmetro com Tensões de Crescimento em Árvores de *Corymbia Citriodora* e *Eucalyptus Urophylla*. **REVISTA ÁRVORE**, VIÇOSA-MG, V.34, N.2, P.323-331, 2010

DA SILVA, B. T. B. Avaliação da Usinagem e Caracterização Física da Madeira de Mogno Afracano (*Khaya Ivorensis*), (MONOGRAFIA) UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 2010

DE LIMA JUNIOR, D.L., PIRES, A. M., DE MORAES, A.P., PEIXOTO, E. J. S., SILVA JUNIOR, C. A. O., TRABALHO DO 2º NI DE CIÊNCIAS DOS MATERIAIS E MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. BELÉM, 2008

DE OLIVEIRA, J. L. Uniformidade e Estabilidade da Cor da Madeira Termorretrificada de *Tectona Grandis* L. F. INSTITUTO DE FLORESTAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS. (DISSERATAÇÃO MESTRADO) UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 2012

DE SOUZA, MARIA ODETE ALVES ET AL. Avaliação da Madeira De *Eucalyptus Camaldulensis* Dehnh e *Eucalyptus Urophylla* St Blake em Ensaios de Usinagem, Visando à Produção Moveleira. **REVISTA ÁRVORE**, V. 33, N. 4, P. 751-758, 2009

DIAS JÚNIOR, A. F., DOS SANTOS, P. V., PACE, J. H. C., DE CARVALHO, A. M., & LATORRACA, J. V. F. Caracterização da Madeira de Quatro Espécies Florestais para Uso em Moveleira **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 04, n. 01, p. 93-107, Maio de 2013

DILLON, S. K., BRAWNER, J. T., MEDER, R., LEE, D. J., & SOUTHERTON, S. G.. Association Genetics in *Corymbia Citriodora* Subsp. Variegata Identifies Single Nucleotide Polymorphisms Affecting Wood Growth and Cellulosic Pulp Yield. **NEW PHYSIOLOGIST**, V. 195, N. 3, P. 596-608, 2012.

ELMHALLI, F. H., PÁLSSON, K., ÖRBERG, J., & JAENSON, T. G. Acaricidal Effects of *Corymbia Citriodora* Oil Containing Para-Menthane-3, 8-Diol Against Stymphs of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae). **EXPERIMENTAL AND APPLIED ACAROLGY**, V. 48, N. 3, P. 251-262, 2009.

FALESI, I.C., BAENA, A.R.E. Mogno-Africano *Khaya Ivorensis* A. Chev. em Sistema Silvopastoril com Leguminosa e Revestimento Natural do Solo. BELÉM: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 1999. 52P. (EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. DOCUMENTOS, 4).

GONÇALEZ, J. C., FÉLIX, T. L. F., GOUVEIA, F. N., CAMARGOS, J. A. A., & RIBEIRO, P. G. Efeito Da Radiação Ultravioleta 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.

GONZAGA, A. L. **MADEIRA: USO E CONSERVAÇÃO**. IPHAN/ MONUMENTA. CADERNOS TÉCNICOS V.6. BRASÍLIA, DF.2006. 246 P

HERNÁNDEZ, R. E.; COOL, J. Effects of Cutting Parameters on Surface Quality of Paper Birch Wood Machined Across the Grain With Two Lanning Techniques. **HOLZ ROH WERKST**, V.66, P.147-154, 2008A.

HON, D. N.S. Weathering and Photochemistry of Wood. In: Hon, D. N-S.; Shiraishi, N **WOOD AND CELLULOSE CHEMISTRY**. NEW YORK: MARCEL DEKKER, 2001, P. 513-546

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. MADEIRA: USO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2. ED. SÃO PAULO. P.1-100, 2009.

ISHIGURI, F.; MARUYAMA, S.; TAKAHASHI, K.; ABE, Z.; YOKOTA, S.; ANDOH, M.; YOSHIZAWA, N. Extractives Relating To Heart Wood Color Changes In Sugi (*Crytomeria Japonica*) By A Combination Of Smoke-Heat and Uv Radiation Exposure. **J. WOOD SCI.**, JAPÃO, V. 49, P. 135-139, 2003.

JANIN, G.; GONCALEZ, J.; ANANIAS, R.; CHARRIER, B.; FERNANDES, G.; DILEM, A. A Esthetics Appreciation of Wood Colour And Patterns By Colorimetry. Part1. Colorimetry Theory For The Cielab System. **MADERAS: CIÊNCIA Y TECNOLOGIA**, V.3, P 3-13, 2001

- KONICA MINOLTA SENSING Inc. Comunicação precisa da cor, 1998
- LEE D.J, HUTH J.R, BRAUNER J.T, DICKINSON G.R. Comparative Performance Of *Corymbia* Hybrids And Parental Species In Subtropical Queensland And Implications For Breeding And Deployment. *SILVAEGENETICA* **58**: 205–212
- LEMOS ALF, GARCIA RA, LOPES JO, CARVALHO AM, LATORRACA JVF , Madeira De *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson Sob Aspectos Físicos E Anatômicos Como Fatores Qualitativos. **FLORESTA E AMBIENTE**; 19(1):1-8, 2012)
- LIMA, C. M., GONÇALEZ, J. C., DA COSTA, T. R. V., PEREIRA, R. S., LIMA, J. B. M., & LIMA, M. D. S. Comportamento Da Cor De Lâminas De Madeira De Pau-Marfim (*Balfouro Dendroniedelianum*) Tratada Com Produtos De Acabamento. **REVISTA ÁRVORE**, VIÇOSA-MG, V.37, N.2, P.377-384, 2013
- MAGNAN, V. C., Avaliação Da Usinagem Da Madeira De Mogno Africano (*Khayaivorensis* A. Chev.) Através Da Correlação De Parâmetros Do Processo Com A Qualidade Da Superfície Obtida, (MONOGRAFIA) UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 2011
- MARQUES, F; CESAR, E. EMARANHADO BUROCRÁTICO. PESQUISA FAPESP, N. 179, P. 28, 2011
- MARTINS, S. A. Efeito Da Usinagem Na Rugosidade Da Superfície Da Madeira De *Eucalyptus Bentharii*. **FLORESTA E AMBIENTE**, V. 18, N. 2, P. 135-143, 2011.
- MITSUI, K., MURATA, A, TOLVAJ, L. Changes In Thepropertiesof Light-Irradiated Wood With Heat Treatment. Part3. Monitoringby Drift Spectroscopy. **HOLZ AL SROH-UND WERKSTOFF**, V. 62, P 164-168, 2004
- OLIVEIRA, J.T.S. Variação Do Teor De Umidade E Da Densidade Básica Na Madeira De Sete Espécies De Eucalipto1 **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.115-127, 2005
- PINHEIRO, A.L., ET AL. **Ecologia, Silvicultura E Tecnologia De Utilização Dos Mognos-Africanos (*Khaya Spp.*)**. VIÇOSA: 2011, P.99. disponível em <http://ibflorestas.org.br/lista-de-especies-nativas/923-mogno-africano.html>> Acesso em: 15 de maio de 2013
- PONCE, R. H. Madeira Serrada De Eucalipto: Desafios E Perspectivas. Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria, P. 50-58, 1995
- PRATES, M. B. E. ENGENHEIRA. **Fotodegradação do Bambu (*Dendrocalamus Giganteus Munro*) após Aplicação de Radiação Ultravioleta Artificial**. TESE DE DOUTORADO. UNIVERSIDADE NACIONAL DE BRASÍLIA. 2008

SANTOS, F. C. C. Análise do Alinhamento da Estratégia de Produção com a Estratégia Competitiva na Indústria Moveleira. **REVISTA PRODUÇÃO**, V. 15, N. 2, P. 286-299, 2005.

SFB, **A Atividade Madeireira na Amazônia Brasileira: Produção, Receita e Mercados** / SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA – BELÉM, PA: SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB); INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (IMAZON), 2010.

SOBOGLA, C., VERÍSSIMO, A. ET AL. Manejo Florestal na Amazônia Brasileira. BELÉM: CIFOR, P.26.2006

SURION, J. A., PEREIRA, J. C. D., ALBINO, J. C., & MORITA, M. Variação da Densidade Básica da Madeira de doze Espécies de Eucalyptus Plantadas em Uberaba, MG. **BOLETIM DE PESQUISA FLORESTAL, COLOMBO**, N. 14, P. 28-38, 1987.

* * *

Anexo 1

Tabela dos dados da mensuração das dimensões dos corpo-de-provas:

Densidade (g/cm ³)				Contração volumétrica βv		
Aparente Da		Básica Db				
<i>C. citriodora</i>	M. africano	<i>C. citriodora</i>	M. africano	<i>C. citriodora</i>	M. africano	
1,029	0,816	0,803	0,665	21,573	12,126	
1,013	0,799	0,782	0,656	18,162	12,051	
1,021	0,842	0,807	0,703	22,321	8,542	
1,031	0,691	0,814	0,570	21,173	11,845	
1,031	0,810	0,828	0,665	18,284	10,396	
1,008	0,708	0,797	0,578	20,578	6,918	
1,031	0,810	0,829	0,660	17,473	12,294	
1,016	0,795	0,788	0,647	23,164	10,102	
1,025	0,771	0,811	0,633	22,452	11,378	
1,010	0,809	0,782	0,654	21,009	11,603	
1,019	0,658	0,789	0,545	22,326	5,636	
1,032	0,831	0,804	0,680	21,984	9,912	
1,038	0,766	0,824	0,623	20,872	11,092	
1,041	0,799	0,805	0,637	22,215	9,122	
1,024	0,859	0,778	0,697	23,855	12,781	
1,001	0,796	0,779	0,653	21,900	9,999	
1,039	0,802	0,821	0,645	20,919	13,488	
1,034	0,762	0,818	0,637	21,911	11,502	
1,032	0,824	0,823	0,674	16,570	10,638	
1,020	0,761	0,787	0,622	23,087	11,870	
1,016	0,845	0,797	0,692	21,790	9,044	
1,044	0,762	0,823	0,622	19,342	11,785	
1,015	0,762	0,786	0,624	24,001	10,952	
1,010	0,596	0,797	0,532	21,715	12,590	
Média	1,020	0,780	0,800	0,640	20,780	10,320
D padrão	0,0116	0,0618	0,0168	0,0445	3,2531	2,4170
C variação (%)	1,1387	7,9206	2,1015	6,9549	15,6548	23,4206

Quadro ANOVA *C. citriodora* com verniz antes de envelhecer:

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	F	P-nível
Tratamento	4	0,746636	0,186659	1,678116	0,168198
Resíduo	55	6,117724	0,111231		
Total	59	6,86436			

Quadro ANOVA *C. citriodora* com verniz depois de envelhecer:

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	F	P-nível
Tratamento	4	3,058238	0,764559	5,929022	0,000485
Resíduo	55	7,092362	0,128952		
Total	59	10,1506			

Quadro ANOVA Mogno africano com verniz antes de envelhecer:

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	F	P-nível
Tratamento	4	2,185815	0,546454	5,440709	0,000918
Resíduo	55	5,524088	0,100438		
Total	59	7,709903			

Quadro ANOVA Mogno africano com verniz depois de envelhecer:

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma de quadrado	Quadrado médio	F	P-nível
Tratamento	4	0,586146	0,146536	0,508701	0,729513
Resíduo	55	15,84330	0,288060		
Total	59	16,42944			