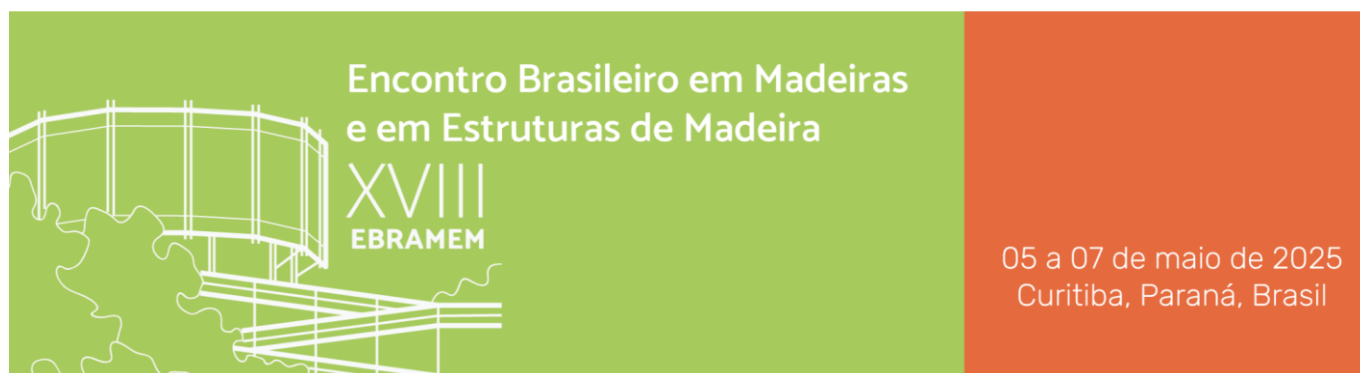




DESEMPENHO DE ACABAMENTOS NA PRESERVAÇÃO DA COR DE MADEIRAS TROPICAIS SUBMETIDAS AO INTEMPERISMO NATURAL

Thâmara dos Santos Osaki^{1*}; Victor Fassina Brocco²; José Fellip Catique Marinho³; Polliana D' Angelo Rios⁴; Camila Alves Corrêa⁵ e Giovanna Oliveira Souza⁶

*Autor de contato: tosaki98eng@gmail.com

¹ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages/SC, Brasil

² Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Itacoatiara/AM, Brasil

³ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages/SC, Brasil

⁴ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages/SC, Brasil

⁵ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages/SC, Brasil

⁶ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages/SC, Brasil

RESUMO

O estudo avaliou o desempenho de diferentes acabamentos na preservação da cor de madeiras tropicais submetidas ao intemperismo natural. Com base na necessidade de preservar a estética e a durabilidade das madeiras em aplicações externas, foram testados três tratamentos: óleo de linhaça, óleo de linhaça com extrativos vegetais e verniz marítimo. As amostras foram expostas ao ambiente por um período de seis meses e analisados quanto às mudanças de cor usando o parâmetro colorimétricos (ΔE , L^* , a^* e b^*). Os resultados indicaram que o verniz marítimo apresentou a melhor proteção contra alterações cromáticas, enquanto os tratamentos com óleo de linhaça, isolado ou com extrativos, promoveram mudanças mais acentuadas, incluindo escurecimento e intensificação de tons avermelhados. Conclui-se que a escolha adequada do acabamento é essencial para prolongar a vida útil das madeiras e manter sua aparência em condições ambientais adversas.

Palavras-chave: madeiras amazônicas; Colorimetria; intemperismo.

ABSTRACT

The study evaluated the performance of different finishes in preserving the color of tropical woods exposed to natural weathering. Based on the need to maintain the aesthetics and durability of wood in outdoor applications, three treatments were tested: linseed oil, linseed oil with plant extracts, and marine varnish. The samples were exposed to environmental conditions for six months and analyzed for color changes using colorimetric parameters (ΔE , L^* , a^* , and b^*). The results indicated that marine varnish provided the best protection against chromatic alterations, while treatments with linseed oil, either alone or with extracts, led to more pronounced changes, including darkening and an intensification of reddish tones. It was concluded that the appropriate choice of finish is essential to extend the lifespan of wood and maintain its appearance under adverse environmental conditions.

Keywords: Amazonian woods; Colorimetry; Weathering.

1. INSTRUÇÕES GERAIS

A madeira é um material orgânico naturalmente suscetível à degradação por agentes bióticos, como fungos, bactérias e insetos, e por agentes abióticos, incluindo fatores físicos e químicos (Parma e Icimoto, 2018). Entre os processos abióticos, destacam-se a fotoxidação, a abrasão e a manipulação térmica, que ocorrem independentemente da presença de organismos vivos e impactam diretamente a durabilidade da madeira (Lemos, 2017). Além disso, devido à sua natureza higroscópica, a madeira tende a equilibrar sua umidade com o ambiente, tornando-se vulnerável a variações climáticas bruscas, que podem comprometer sua estabilidade dimensional e estrutural (Palmeira, 2010).

No caso dos polímeros, a exposição a fatores externos como radiação UV e umidade desencadeia transformações físicas e químicas que resultam em descoloração, perda de brilho e redução da resistência mecânica, devido à cisão das cadeias moleculares (Butylina e Hyvarinen, 2012). Esse processo de degradação foto-oxidativa, intensificado pela exposição prolongada à luz UV, compromete a integridade do material e influencia diretamente sua vida útil e aplicabilidade (Ammalaa *et al.*, 2011; Chiellini *et al.*, 2003; Rabek, 1994).

Para mitigar esses efeitos, a aplicação de produtos de acabamento desempenha um papel essencial na proteção da madeira, aumentando sua resistência e prolongando sua durabilidade. O tratamento preservativo previne o ataque de microrganismos e protege contra intempéries (Rodrigues e Sales, 2013). Além disso, vernizes e seladoras formam uma camada protetora que minimiza a degradação da lignina e dos hidratos de carbono provocada pela exposição solar prolongada (Baysal *et al.*, 2013). Produtos de origem natural, como ceras e óleos, também são amplamente utilizados na conservação da madeira, promovendo proteção superficial e realçando suas características estéticas (Maia *et al.*, 2018).

A cor da madeira é um fator determinante na sua classificação e valorização comercial. Essa característica resulta da presença de compostos químicos como polifenóis e flavonoides, além de aspectos anatômicos como vasos e raios (Mady, 2000). Com o tempo, a exposição à luz promove a oxidação da lignina, alterando a coloração da madeira e impactando sua aparência e aceitação no mercado (Mori *et al.*, 2004). Para espécies menos conhecidas, a padronização da cor é um fator crítico para sua valorização e inserção em nichos especializados (Moreschi, 2012).

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo investigar e avaliar a eficácia de diferentes tipos de acabamentos na preservação da cor natural da madeira quando exposta a condições ambientais adversas. A pesquisa busca identificar os produtos e métodos mais eficientes para minimizar a descoloração e preservar a integridade estética do material ao longo do tempo.

2.2 Tratamentos

As amostras correspondentes aos quatro tratamentos descritos no Quadro 1 foram previamente lixadas com grãos de 60, 80, 100, 150, 220, 280, 360, 500 e 600, de acordo com a método sugerido por Souza et al. (2011). Para o preparo das amostras controle (in natura), foram utilizadas apenas a lixadeira elétrica e feito o acabamento manual com a sequência de lixas citadas acima para auxiliar no nivelamento e no polimento da superfície da madeira, que por sua vez, realça as características da madeira.

Quadro 1. Composição dos tratamentos utilizados nas espécies submetidas ao processo de intemperismo natural

Tratamento	Composição	Diluição (produto: solvente)
Controle (in natura) – T1	-	-
Mistura de óleo, resina e extrativos – T2	Óleo de linhaça, Extrativos (<i>Roupala</i> sp + <i>Buchenavia</i> sp.), Resina vegetal (<i>Hymenaea</i> sp.)	Óleo:Resina:Extrativo:Etanol (1:1:0,1:2)
Verniz Marítimo – T3	Resina alquídica, óleos uretanizados, aditivos e solventes alifáticos	Verniz:Thinner (5:1)
Óleo de linhaça – T4	Óleo de linhaça 100%	Óleo:Aguarrás (5:1)

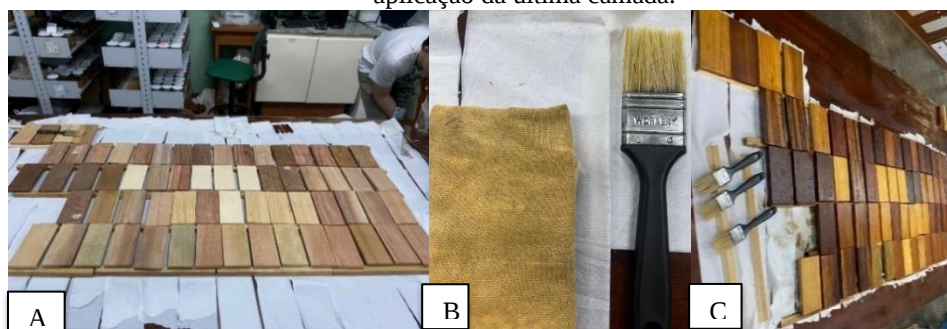
Fonte: os autores, (2023).

Para a mistura final do T2 (óleo de linhaça, extrativos e resina vegetal), procedemos da seguinte forma: primeiramente 400 mL do extrato vegetal de *R. montana* e *Buchenavia* sp. preparado na concentração de 4% (Makaxi, 2023) foram colocados em frasco Erlenmeyer, que em seguida recebeu a adição de 200g de resina de jatobá (*Hymenaea* spp.). Na sequência, o conjunto foi mantido sob aquecimento (70 °C) em agitador magnético até completa dissolução da resina. Em seguida, foram acrescentados 200 ml de óleo de linhaça 100% puro e mantido em agitação e aquecimento até completa homogeneização (Figura 3C).

Para a aplicação dos produtos de acabamento, após o preparo da superfície com a sequência de lixas, garantimos que as amostras estivessem secas e livre de pó/partículas antes da aplicação dos produtos. Para a aplicação de todos os produtos foram utilizadas três demãos, com o auxílio de uma trinchinha de 2". A aplicação foi feita de forma uniforme em toda a superfície das amostras, seguindo a direção da grã da madeira.

Para o T4 (Figura 3 A-C) e T2 (Figura 4 A-B) os produtos foram aplicados de forma a proporcionar uma camada uniforme na superfície das peças. Após 10 minutos da primeira aplicação foi verificado se as peças continham “pontos secos”, em seguida foi feita a reaplicação até que a amostra ficasse saturada. Após esse processo foi utilizado um pano seco para a retirada dos excessos, e aguardou-se o intervalo de 24 horas para a próxima demão.

Figura. 3- (A) exposições das amostras para a aplicação; (B) materiais utilizados e (C) amostras após a aplicação da última camada.



Fonte: os autores, (2023).

Figura. 4- (A) Óleo de linhaça da marca “Clarim”; (B) aspectos da madeira com a aplicação do produto e in natura.



Fonte: os autores, (2023).

A aplicação do verniz marítimo (Figura. 5 - A, B), foram feitas de acordo com as instruções do fabricante, respeitando o intervalo de 12 horas entre as demãos. Após a secagem do verniz na última camadas foi realizado o polimento suavemente da superfície antes de aplicar novas camadas.

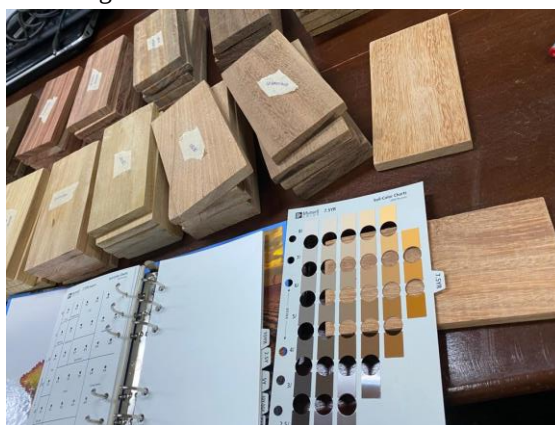
Figura. 5- (A) verniz marítimo da marca Iquine; (B) diferença de uma madeira com aplicação de verniz e outra sem a aplicação



Fonte: os autores, (2023).

Após o polimento das amostras controle e após o tempo de cura da última camada aplicada para todos os produtos, foram realizadas as leituras de cor com a carta de Munsell (Figura 7), e posteriormente as amostras foram submetidas ao ensaio de intemperismo natural. A notação Munsell referente a cada padrão de cor foi feita pela aquisição dos seguintes parâmetros: matiz, valor e croma (Guimarães, 2016).

Figura. 6- Análise na carta de Munsell.



Fonte: os autores, (2023).

As amostras foram montadas em um suporte de madeira, tipo cavalete e expostas ao ar-livre por um período de 6 meses (outubro a abril). O ensaio seguiu os parâmetros descritos pelas normas ASTM D-358 (1998) e ASTM G7/G7M (2013), com adaptações. O cavalete usado como suporte tinha inclinação de 45° orientação segundo o eixo leste-oeste, com as faces de exposição das amostras externas para o Norte (Figura 8).

Figura. 7 – Amostras dispostas no cavalete em inclinação de 45° e orientadas segundo o eixo leste-oeste.



Fonte: os autores, (2023).

Para buscar a precisão e confiabilidade dos resultados, três avaliadores foram responsáveis pelas leituras visuais das cores das amostras de madeira. A análise foi baseada na percepção visual dos avaliadores, considerando os três atributos fundamentais da cor definidos na notação de Munsell: matiz (hue), valor (luminosidade) e croma (saturação). Essa abordagem permitiu capturar as nuances sutis e as variações tonais presentes nas amostras de madeira estudadas.

Para a avaliação da influência dos tratamentos no padrão de cores das madeiras, as leituras de cor foram feitas antes do ensaio, durante (3 meses) e ao final (6 meses). Depois de obter os resultados, as informações de cor no sistema Munsell foram transformadas em coordenadas CIE-L a b* utilizando a tabela de conversão proposta por Vodyanitskii e Kirillova (2016). Assim, foram calculadas as diferenças de cores para as coordenadas L*, a* e b*, além da variação total da cor entre os tratamentos (ΔE ; Equação 1). Utilizou-se a classificação proposta por Hikita, Toyoda e Azuma (2001), para a avaliação da variação total da cor (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação da variação total da cor (ΔE) das espécies madeireiras. 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

Variação da cor (ΔE)	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

Fonte: Hikita; Toyoda; Azuma, (2001).

2.3 Análise e avaliação dos resultados

A avaliação da cor das amostras foi realizada por meio da conversão dos dados da tabela de Munsell para o sistema CIE-Lab*. As coordenadas colorimétricas e suas variações ao longo do processo de intemperismo foram analisadas utilizando estatísticas descritivas, como médias e desvios padrão. Essa abordagem possibilitou uma compreensão das variações e da variabilidade dos resultados, fornecendo uma visão clara sobre o impacto das condições de intemperismo e ajudando a entender melhor o comportamento dos materiais durante esse processo.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, estão exibidos os parâmetros colorimétricos das quatro espécies pesquisadas em seu estado controle (T1) e após aplicação dos produtos de acabamento (T2, T3 e T4) antes de serem submetidas ao ensaio de intemperismo natura. Seus dados são resultados da conversão dos valores da Tabela de Munsell para coordenadas colorimétricas do sistema CIEL* a* b*. O aspecto visual das amostras após a aplicação dos produtos pode ser observado na Figura 16.

O parâmetro a* (eixo vermelho-verde) é crucial para a diferenciação de cores que possuem características distintas entre os tons verdes e vermelhos. De acordo com Sharma et al. (2005), a posição de uma cor ao longo do eixo a* é determinante para a identificação e classificação de tons que se encontram entre esses dois núcleos, sendo essencial para garantir precisão nas cores reproduzidas.

Tabela 2 - Valores das coordenadas colorimétricas L*, a* e b* antes da exposição ao intemperismo e alterações (Δ) provocadas pelos tratamentos em relação às amostras controle de cada espécie.

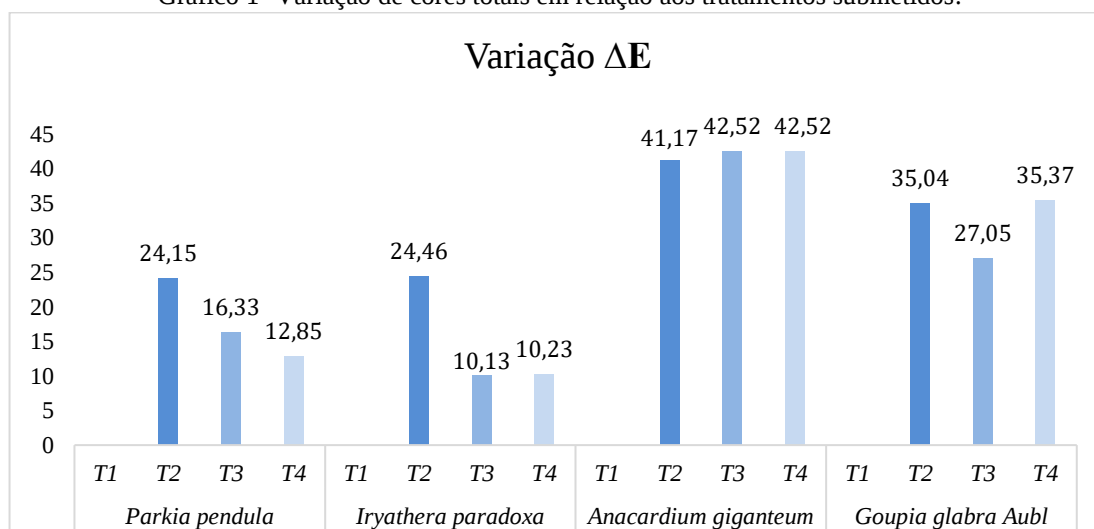
Espécie	Tratamento	L*	ΔL^*	a*	Δa^*	b*	Δb^*	ΔE
<i>Parkia pendula</i>	T1	71,60		4,40		25,90		
	T2	53,62	-17,98	9,12	4,72	41,32	15,42	24,15
	T3	61,70	-9,90	7,90	3,50	38,40	12,50	16,33
	T4	71,60	0,00	6,90	2,50	38,50	12,60	12,85
<i>Iryathera paradoxa</i>	T1	61,70		5,00		25,40		
	T2	39,12	-22,58	14,30	9,30	24,08	-1,32	24,46
	T3	51,60	-10,10	5,80	0,80	25,50	0,10	10,13
	T4	61,70	0,00	5,00	0,00	25,40	0,00	0,00
<i>Anacardium giganteum</i>	T1	71,60		6,00		25,90		
	T2	30,80	-40,80	9,90	3,90	22,00	-3,90	41,17
	T3	30,80	-40,80	9,90	3,90	14,60	-11,30	42,52
	T4	30,80	-40,80	9,90	3,90	14,60	-11,30	42,52
<i>Goupia glabra</i> Aubl	T1	71,60		3,30		19,50		
	T2	43,28	-28,32	14,22	10,92	37,00	17,50	35,04
	T3	51,60	-20,00	20,20	16,90	26,30	6,80	27,05
	T4	41,20	-30,40	17,50	14,20	30,70	11,20	35,37

Fonte: os autores, (2023).

O parâmetro b* coordenada cromática amarelo-azul, variou de 14,60 a 41,32. Segundo França *et al.*, (2019), A variação do parâmetro "b*" ocorre devido a diversas características da superfície ou objeto que se está sendo medido: composição química, reflexão da luz, textura e estrutura e influencias ambientais.

O ΔE (Delta E) é uma medida que representa a diferença entre duas cores. É como se fosse a "distância" entre uma cor e outra, em um espaço de cores. Quanto menor o valor de ΔE , mais semelhantes são as duas cores, dessa forma pode-se observar no gráfico a seguir como foi o comportamento das espécies em relação aos tratamentos as quais foram submetidas.

Gráfico 1- Variação de cores totais em relação aos tratamentos submetidos.



Fonte: os autores, (2023).

O T2 (mistura de resina, óleo e extrato vegetal) e o T4 (óleo vegetal) resultaram em maiores alterações colorimétricas, especialmente no escurecimento ($\Delta E^* \Delta L^*$) e na intensificação de toneladas avermelhadas e amareladas. Tal fato pode ser justificado pela adição dos extratos vegetais, que contribuíram para o escurecimento das amostras, garantindo tonalidades mais escuras. Barreto e Pastore (2009) em seu estudo constataram que isso ocorre devido às reações químicas dos extrativos com os componentes da madeira, especialmente em processos de aquecimento ou exposição a condições ambientais que intensificam a oxidação e polimerização dos compostos fenólicos.

Após um período de 90 dias de exposição às condições naturais de intemperismo, observou-se que as madeiras das 04 espécies exibiram uma diminuição nas coordenadas cromáticas a^* e b^* , conforme indicado na Tabela 3, isso indica uma diminuição na intensidade dos tons avermelhados e amarelados na superfície das madeiras.

Tabela 3- Valores das alterações (Δ) provocadas pelo intemperismo em função da espécie e tratamento testado.

Espécie	Tratamento	L*	ΔL^*	a^*	Δa^*	b^*	Δb^*	ΔE
<i>Parkia pendula</i>	T1	-20.00	-0.90	-21.70	29.52	-20.00	-0.90	-21.70
	T2	-22.82	-8.42	-34.92	42.56	-22.82	-8.42	-34.92
	T3	-20.50	-6.20	-31.80	38.34	-20.50	-6.20	-31.80
	T4	-40.80	-7.20	-32.00	52.35	-40.80	-7.20	-32.00
<i>Iryathera paradoxa</i>	T1	-10.10	-4.50	-18.50	21.55	-10.10	-4.50	-18.50
	T2	-14.50	-8.92	-13.60	21.79	-14.50	-8.92	-13.60
	T3	-10.40	-0.18	-3.38	10.94	-10.40	-0.18	-3.38
	T4	-41.20	-4.10	-19.50	45.77	-41.20	-4.10	-19.50
<i>Anacardium giganteum</i>	T1	-20.00	-2.10	-23.40	30.85	-20.00	-2.10	-23.40
	T2	10.40	-8.80	-7.80	15.70	10.40	-8.80	-7.80
	T3	10.40	-9.30	-7.50	15.84	10.40	-9.30	-7.50
	T4	10.40	-9.30	-7.50	15.84	10.40	-9.30	-7.50
<i>Goupia glabra</i> Aubl	T1	-30.40	0.10	-14.30	33.60	-30.40	0.10	-14.30
	T2	-2.08	-13.12	-22.80	26.39	-2.08	-13.12	-22.80
	T3	-10.40	-19.60	-19.20	29.34	-10.40	-19.60	-19.20
	T4	-6.24	-16.84	-24.02	29.99	-6.24	-16.84	-24.02

Fonte: os autores, (2023).

Ao converter os dados para as coordenadas L a b^* , a análise do parâmetro L^* revelou uma diminuição progressiva dos valores em todas as espécies empregadas, o que resultou no escurecimento gradual das madeiras. Silva e outros. (2022) constataram em seu estudo que essa redução nos parâmetros colorimétricos é um efeito típico da exposição da madeira às intempéries naturais, deixando a madeira cinzenta. Esse resultado pode ser atribuído à ação combinada das reações de foto-oxidação e despolimerização da lignina e da lixiviação da camada deteriorada, tornando a superfície das madeiras acinzentada (Chang et al., 2010; Ghosh et al., 2009).

Os primeiros 90 dias de exposição das madeiras aos ensaios em campo coincidiram com o final das chuvas no estado do Amazonas, como ocorrem entre os meses de junho a novembro. Ribeiro e cols. (2014), afirma que durante estações chuvosas, favorece a atividade biológica de

organismos xilófagos, que proporciona maiores teor de umidade onde cria um ambiente propício para o crescimento de fungos e bactérias que degradam a madeira.

Após os seis meses de exposição, o produto que exibiu o melhor desempenho na estabilidade da cor foi o T3, não se observou a menor variação entre os índices cromáticos considerados antes e depois do tratamento. A análise colorimétrica demonstra que a exposição ao ambiente natural provoca alterações notáveis nas propriedades colorimétricas das madeiras. Embora os produtos de acabamento atenuem os efeitos do intemperismo, não são capazes de impedir completamente as alterações causadas pelos agentes atmosféricos.

Segundo Mesquita (2023), que realizou estudos semelhantes, constatou que o intemperismo natural se mostrou mais agressivo, causando um escurecimento acentuado das madeiras, em alguns casos, levando à coloração preta, corroborando com os dados encontrados nesse estudo.

O estudo demonstrou que os produtos de acabamento desempenham papel fundamental na preservação da cor e na integridade estética de madeiras tropicais submetidas ao intemperismo natural. Entre os tratamentos avaliados, o verniz marítimo (T3) apresentou o melhor desempenho, proporcionando maior estabilidade cromática e menor alteração das propriedades colorimétricas.

Já os tratamentos com óleo de linhaça e misturas com extrativos vegetais resultaram em mudanças significativas, como escurecimento e intensificação de tons avermelhados e amarelados, atribuídos às reações químicas dos extrativos com a madeira. Esses resultados destacam a importância da escolha criteriosa de produtos de acabamento para prolongar a vida útil e manter o apelo estético de madeiras expostas a condições ambientais adversas, especialmente em regiões tropicais.

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço à FAPESC pelo apoio financeiro concedido para a realização deste projeto, e Universidade do estado do Amazonas- UEA e à Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC.

REFERÊNCIAS

ASTM, D. 358, “Standard specification for wood to be used as panels in weathering tests of coatings”. **ASTM Standards**, p. 5-9, 1998.

ASTM D7787/D7787M-13, “Standard practice for selecting wood substrates for weathering evaluations of architectural coatings”. **ASTM Standards**, 2013.

AMMALA, Anne et al., An overview of degradable and biodegradable polyolefins. **Progress in Polymer Science**, v. 36, n. 8, p. 1015-1049, 2011.

BARRETO, Cynara Caroline Kern; PASTORE, Tereza Cristina Monteiro. Resistência ao intemperismo artificial de quatro madeiras tropicais: o efeito dos extrativos. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 1, p. 23-30, 2009.

BAYSAL, Ergun et al., Surface properties of impregnated and varnished Scots pine wood after accelerated weathering. **Coloration Technology**, v. 130, n. 2, p. 140-146, 2014.

BUTYLINA, Svetlana; HYVÄRINEN, Marko; KÄRKI, Timo. Accelerated weathering of wood-polypropylene composites containing minerals. **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, v. 43, n. 11, p. 2087-2094, 2012.

CHIELLINI, Emo; CORTI, Andrea; SWIFT, Graham. Biodegradation of thermally-oxidized, fragmented low-density polyethylenes. **Polymer degradation and stability**, v. 81, n. 2, p. 341-351, 2003.

CHENG, Fei-Fei; WU, Chin-Shan; LEINER, Bianca. The influence of user interface design on consumer perceptions: **A cross-cultural comparison**. **Computers in Human Behavior**, v. 101, p. 394-401, 2019.

FRANÇA, Gabriella et al., Parâmetros colorimétricos no sistema CIELab para madeiras de florestas naturais. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, v. 16, n. 30, 2019.

GHOSH, Shyamal C.; MILITZ, Holger; MAI, Carsten. Intemperismo natural de tábuas de pinho silvestre (*Pinus sylvestris* L.) modificadas com emulsões de silicone comercial funcionalizadas. 2009.

HIKITA, Y.; TOYODA, T.; AZUMA, M. Weathering testing of timber: discoloration. Imamura Y. High performance utilization of wood for outdoor uses. Kyoto: Press-Net, p. 27-32, 2001.

LEMO, Alessandra Luiza de. Avaliação da degradação abiótica e biótica de biocompósitos produzidos a partir de bioblendas de PCL/PLA com fibras vegetais: madeira de pinus, cana-de-açúcar e babaçu. 2017.

MAIA, Juliana Holanda et al., Comportamento colorimétrico da madeira de maçaranduba tratada com produtos de acabamento. *Nativa*, v. 6, p. 767-772, 2018.

MADY, Francisco Tarcísio Moraes. Conhecendo a madeira: informações sobre 90 espécies comerciais. 2000.

MESQUITA, Robert Rossi Silva de. Comportamento de madeiras tropicais submetidas ao intemperismo artificial e natural. 2023

MORESCHI, João Carlos. Propriedades da madeira. Departamento de, 2012.

MORI, Cláudia Lopes Selvati de Oliveira et al., Influência das características tecnológicas na cor da madeira de eucaliptos. *Ciência Florestal*, v. 14, p. 123-132, 2004.

OLIVEIRA, Hellen Alexandre de. Determinação de constituintes químicos e extrativos das madeiras de espécies florestais amazônicas. In: II Congresso de Iniciação Científica PIBIC/CNPq-PAIC/FAPEAM. 2013.

PALMEIRA, Carlos. A madeira e os seus agentes de degradação. *Oppidum*, ano, v. 5, p. 243-256, 2010.

PARMA, Ana Paula; ICIMOTO, Felipe Hideyoshi. Patologias em Estruturas de Madeira ocasionadas por agentes bióticos e abióticos. *Revista Científica Semana Acadêmica*. Fortaleza, ano MMXVIII, n. 000141, 2018.

RABEK, Jan F. *Polymer photodegradation: mechanisms and experimental methods*. Springer Science & Business Media, 1994.

RIBEIRO, Mariely Aparecida et al. Durabilidade natural da madeira de jequitibá em ensaios de deterioração em campo aberto e floresta durante as estações de seca e chuva. *Comunicata Scientiae*, v. 5, n. 4, p. 402-411, 2014.

RODRIGUES, Menandro Alison Sales; SALES, Juscelino Chaves. A madeira e suas patologias. Estudo de caso: Igreja Nossa Senhora das Mercês-Itapipoca/CE. In: Congresso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras. João Pessoa. 2013.

SILVA, Eldalisley dos Santos et al., Deterioração da superfície de cinco madeiras amazônicas expostas ao intemperismo natural. *Madera y bosques*, v. 28, n. 2, 2022.

Sharma, G., Wu, W., & Dalal, EN (2005). "A fórmula de diferença de cor CIEDE2000: notas de implementação, dados de teste suplementares e observações matemáticas." *Color Research & Application*, 30(1), 21-30

TEMIZ, A.; YILDIZ, U. C.; AYDIN, I.; EIKENES, M. ALFREDSEN, G.; ÇOLAKOGLU, G. Surface roughness and color characteristics of wood treated with preservatives after accelerated weathering test. *Applied Surface Science*. n.250. 2005. p. 35 – 42.