

Influência dos extratos de madeiras amazônicas na estabilidade da cor da madeira de seringueira

Antônio Thiago Soares de Almeida¹; Juarez Benigno Paes²; Fabricio Gomes Gonçalves²; Izabella Luzia Silva Chaves¹; Oxandra Roca Rivera¹; Nédia Pereira Correia Mendes Correia¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Jerônimo Monteiro/ES, Brasil; ² Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Jerônimo Monteiro/ES, Brasil – thiagosoares456@hotmail.com

Resumo: O objetivo da pesquisa foi avaliar a utilização de extratos de resíduos do processamento de madeiras amazônicas na estabilidade da cor e resistência biológica da madeira de seringueira proveniente de plantios. Assim, três árvores de seringueira (27 anos) foram coletadas na fazenda Santa Maria, localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim, estado do Espírito Santo, foram transformadas em amostras para os ensaios colorimétricos e de resistência biológica, e impregnadas com extratos de madeiras amazônicas, de alta resistência natural (*Hymenolobium flavum*, *Roupala montana* e *Dinizia excelsa*), nas concentrações de 2, 4 e 8%, além do extrato de *Tectona grandis* e submetidas ao intemperismo. A estabilidade da cor foi realizada na madeira ao natural, impregnada, intemperizada e após o ataque dos fungos (podridão parda e branca). Os extratos de *R. montana* e *T. grandis*, nas concentrações de 4 e 8%, foram mais eficientes na estabilidade da cor controle de fungos xilófagos.

Palavras-chave: Fungos xilófagos; CIE-L*a*b*; Madeiras claras.

Influence of Amazonian wood extracts on the color stability of rubber tree wood

Abstract: The objective of the research was to evaluate the use of extracts from residues from the processing of Amazonian wood on the color stability and biological resistance of rubber tree wood from plantations. Thus, three rubber trees (27 years old) were collected at the Santa Maria farm, located in the municipality of Cachoeiro de Itapemirim, state of Espírito Santo, and were transformed into samples for colorimetric and biological resistance tests, and impregnated with extracts of Amazonian wood, of high natural resistance (*Hymenolobium flavum*, *Roupala montana* and *Dinizia excelsa*), in concentrations of 2, 4 and 8%, in addition to *Tectona grandis* extract and subjected to weathering. Color stability was carried out on natural wood, impregnated, weathered and after attack by fungi (brown and white rot). Extracts of *R. montana* and *T. grandis*, at concentrations of 4 and 8%, were more efficient in controlling color stability of xylophagous fungi.

Keywords: Xylophagous fungi; CIE-L*a*b*; Light woods.

1. INTRODUÇÃO

Os parâmetros colorimétricos são medidas quantitativas usadas para descrever e especificar as características de cor de um objeto ou uma fonte de luz. Na madeira a determinação da cor, é evidente, por ser um dos primeiros contatos visuais com o material, sendo um dos parâmetros utilizados para a classificação da madeira quanto à finalidade de uso (Martins *et al.* 2015).

O espaço de cores CIELab ou $CIE L^*a^*b^*$, da *Comission International d'Eclairage* - CIE, possui dentre as principais vantagens a mensuração da cor dos objetos de maneira mais uniforme. Além da determinação de características organolépticas da madeira *in natura*, a avaliação da cor é estudada no meio científico com vistas a ser consolidado no meio industrial, qualificando produtos acabados, avaliando o mecanismo de biodeterioração (fungos apodrecedores), intemperismo natural ou artificial, aos diferentes tratamentos térmicos. Essa avaliação possibilita, analisar as modificações oriundas de um tratamento preservativo (natural ou químico) e a diferentes produtos de acabamento (Martins *et al.*, 2015).

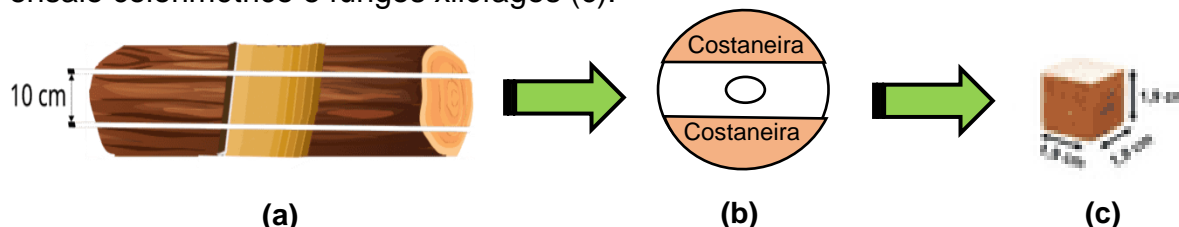
Estudos têm demonstrado que extratos de casca e cerne de muitas espécies florestais lenhosas têm atividades biológicas, como inibição de enzimas, atividades antioxidantes, antifúngicas e antitermíticas. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar por meio da colorimetria quantitativa, a eficácia do uso de extratos de madeiras amazônicas nas alterações da cor, resistência ao intemperismo e a organismos xilófagos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta do material

As árvores de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.), utilizado no estudo é proveniente da Fazenda Santa Maria, distrito de Pacotuba, município de Cachoeiro de Itapemirim, sul do estado do Espírito Santo. Os clones existentes na propriedade são FX 3864 e IAN 873, com 27 anos, com uma população de 1200 árvores, implantadas no espaçamento de 7 x 3 m, com o objetivo da produção e exploração de látex. O processamento da madeira foi realizado no Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM), Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAe), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em Jerônimo Monteiro. As costaneiras contendo o alburno foram separadas para a realização dos ensaios (Figura 1).

Figura 1. Representação esquemática da obtenção das amostras. Desdobro da tora (a), pranchão central e costaneiras contendo o albúmeno (b) e amostra utilizada para ensaio colorimétrico e fungos xilófagos (c).



2.2 Obtenção e preparação das soluções para impregnação da madeira

Os extratos impregnados na madeira de seringueira foram obtidos de resíduos do processamento industrial (serragem) de madeiras amazônicas com alta durabilidade natural, como angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke), angelim pedra (*Hymenolobium flavum* Ducke) e louro faia (*Roupala montana* Aub.). As serragens foram coletadas na empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda. (*Precious Woods Amazon* - PWA), zona rural do município de Itacoatiara, Amazonas, nas coordenadas 03°00'S, e 58°30'W com altitude média de 612 metros, localizada na Rodovia AM 363. Além dos extratos das madeiras citadas, utilizou o de teca (*Tectona grandis* L. f.), como comparação, com pesquisas anteriores realizadas por Brocco *et al.* (2017).

Após a coleta, as serragens foram transportadas para o Laboratório de Tecnologia da Madeira, Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara, Universidade do Estado do Amazonas, secas ao ar, homogeneizada e quarteada. Um total de 20 kg de serragem de cada espécie florestal classificado (10 e 50 *mesh*) para retirada de partículas maiores, outros resíduos (casca e impurezas) e dos finos (< 10 *mesh*). A serragem foi seca (50 - 60 °C), por 24 h e solubilizada em etanol 96 °GL, conforme metodologia descrita por Brocco (2019). A mistura serragem:solvente foi utilizada na proporção 1:5. O material obtido foi filtrado em funil de Büchner com papel de filtro com porosidade de 14µm, para a eliminação de partículas finas de serragem, e concentrado em evaporador rotativo até atingir ≈ 40% de sólidos.

Para a impregnação da madeira de seringueira, utilizou-se o pelo método de imersão a frio, nas concentrações de 2; 4; e 8% m/v (massa:volume), tempo de imersão de 5 horas. Cada uma das soluções teve seu pH obtidos com pHmetro digital. A mensuração foi efetuada à temperatura de ≈ 25°C.

Para as alterações colorimétricas e fotoestabilidade da madeira de seringueira impregnada com os extratos das espécies amazônicas e de teca, foram avaliados os

padrões colorimétricos, pelo espaço de cor CIE-L*a*b* da *International Standard - ISO/CIE* (2019).

As amostras tratadas e os controles (pinus e seringueira) foram submetidos ao ensaio de intemperismo acelerado para avaliação da estabilidade da cor. O intemperismo acelerado foi executado em câmara de intemperismo, sob ciclos alternados de radiação, umidade e temperatura como designado pela *American Society for Testing and Materials - ASTM G 154* (2006).

Para as variações totais da cor das amostras foi utilizada a classificação proposta por Hikita *et al.* (2001) (Tabela 1). Após esse procedimento, as amostras intemperizadas foram submetidos ao ataque dos fungos *Neolentinus lepideus* (Mad 534) e *Rhodonia placenta* (Sin. *Postia placenta*) (Mad 698R), causadores de podridão parda e *Polyporus fumosus* (FCC 496 A) e *trametes versicolor* (Mad 697), podridão branca. Para tais procedimentos foram seguidas a orientação da American Wood Protection Association - AWP A 10-22 (2022).

Tabela 1. Classificação da variação total da cor (ΔE^*) da madeira após os tratamentos.

Variação Total da Cor (ΔE^*)	Classificação
Desprezível	0,0 – 0,5
Quase imperceptível	0,5 – 1,5
Ligeiramente perceptível	1,5 – 3,0
Notável	3,0 – 6,0
Muito expressiva	6,0 – 12,0

Fonte: adaptado de Hikita *et al.* (2001).

2.3 Avaliação dos resultados

Para os valores de pH foi utilizado a estatística descritiva com a posterior comparação de médias e desvio padrão. Para os valores referentes à alteração de cor e ensaio biológico com fungos foram empregadas seis repetições para cada extrato, concentração e situação testada, sendo utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em que foram avaliados os efeitos das soluções de tratamento na cor da madeira e perda de massa para os fungos.

Para os fatores e interação detectados como significativos pelo teste F ($p \leq 0,05$), da análise de variância (ANOVA), foi empregado o teste de Tukey ($p < 0,05$). Antes da aplicação da ANOVA, foram verificados a normalidade (teste Lilliefors, $p <$

0,05) e homogeneidade das variâncias (teste de Cochran, $p < 0,05$). Quando houve necessidade, os dados foram transformados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH indicam que os extratos são ácidos ($pH < 7$), com variação de 3,36 a 6,23, em que o louro faia teve o maior caráter o ácido (Tabela 2). Os resultados do pH obtidos estão de acordo com os mencionados por Fonte *et al.* (2017), com valores em torno de 5 a 6 (alburno), e 3 e 4 (cerne).

Tabela 2. Valores de pH para as concentrações utilizadas dos extratos.

Extratos	Concentração (%)	pH
Angelim pedra	2	6,00 (0,01)
	4	6,23 (0,20)
	8	6,02 (0,35)
Média geral		6,08 (0,12)
Angelim vermelho	2	5,53 (0,01)
	4	5,48 (0,08)
	8	5,45 (0,01)
Média geral		5,49 (0,04)
Louro faia	2	3,61 (0,09)
	4	3,43 (0,05)
	8	3,36 (0,06)
Média geral		3,47 (0,13)

Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão.

O extrato de caráter mais ácido (louro faia) tem tendência a proporcionar maior resistência a fungos e térmitas xilófagos. Tendo os valores de pH dos extratos de angelim pedra e o louro faia situado fora do limite ótimo para o desenvolvimento de basidiomicetos deterioradores de madeira, que corresponde ao intervalo de 5,0 - 6,0. Isso ocorre, pois, o valor de pH influencia a germinação dos esporos, o crescimento micelial, a atividade enzimática (deterioração da madeira) e formação do corpo de frutificação (Schmidt, 2006).

Após a impregnação com os extratos, observou-se diferença das cores pelas coordenadas L^* , a^* e b^* e total da cor (ΔE^*) das amostras impregnada, intemperizada e após o ataque dos fungos (Tabela 3).

De modo geral, o incremento da concentração promoveu maiores diferenças da cor da madeira de seringueira (Figura 2), principalmente para a concentração de 8%, em que, foi observado um aumento na diferença da cor (Tabela 3). Os valores observados da diferença da cor após a impregnação foram superiores aos citados por

Hikita *et al.* (2001), Tabela 2, cujo valor máximo é 12, que classifica a variação total da cor como muito expressiva. Valores superiores ao de referência, foram observados por Brocco (2019), para madeira de pinus impregnada com extrato de teca, e por Pinto (2020) para madeiras de mogno africano (três espécies), eucalipto e cedro australiano, submetidos à modificação térmica.

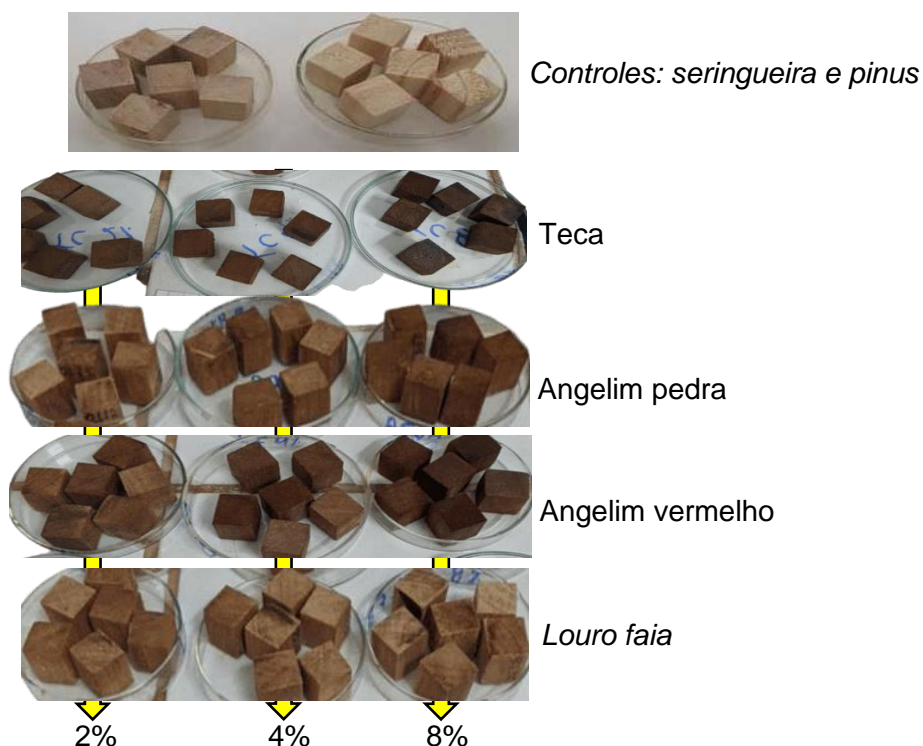
Tabela 3. Valores da variação total da cor (ΔE^*), da madeira impregnada com os extratos, estabilidade após intemperismo e ataque dos fungos testados.

Extrato	ΔE^* / impregnada			ΔE^* / Intemperismo			ΔE^* / <i>Rhodonía placenta</i>		
	Concentração (%)			Concentração (%)			Concentração (%)		
	2	4	8	2	4	8	2	4	8
AP	22,04	22,32	25,31	4,69	3,38	2,77	22,62Aa	10,28Ba	15,41ABa
AV	21,20	24,21	29,67	11,18	7,60	6,84	11,20Aa	7,19Aa	8,64Aab
LF	21,20	19,71	16,80	8,33	9,11	9,38	12,96Aa	12,74Aa	12,50Aa
TC	27,78	32,53	30,56	7,47	8,50	5,38	16,04Aa	9,72Aa	4,77Bb
	ΔE^* / impregnada			ΔE^* / Intemperismo			ΔE^* / <i>Neolentinus lepideus</i>		
	Concentração (%)			Concentração (%)			Concentração (%)		
	2	4	8	2	4	8	2	4	8
AP	21,10	20,60	24,38	5,04	8,59	4,07	13,00Aa	12,99Aa	15,72Aa
AV	20,31	25,53	27,25	10,60	6,25	6,78	7,48Ab	6,82Ab	5,10Ab
LF	21,75	20,76	19,03	8,35	8,92	8,44	12,11Aab	11,02Aa	14,12Aa
TC	32,12	32,91	38,07	7,73	7,78	5,03	8,79Aab	9,65Aab	6,06Ab
	ΔE^* / impregnada			ΔE^* / Intemperismo			ΔE^* / <i>Polyporus fumosus</i>		
	Concentração (%)			Concentração (%)			Concentração (%)		
	2	4	8	2	4	8	2	4	8
AP	20,42	23,24	23,04	6,31	4,41	2,58	11,55Aa	15,89Aa	16,87Aa
AV	20,95	22,93	28,71	9,87	7,53	8,93	8,31Aa	6,12Ab	9,05Aa
LF	21,59	21,29	19,00	9,13	8,50	8,77	13,82Aa	9,74Aab	13,74Aa
TC	27,92	31,87	38,64	8,79	5,32	3,96	11,39Aa	8,41ABb	3,24Bb
	ΔE^* / impregnada			ΔE^* / Intemperismo			ΔE^* / <i>Trametes versicolor</i>		
	Concentração (%)			Concentração (%)			Concentração (%)		
	2	4	8	2	4	8	2	4	8
AP	20,04	25,23	24,50	6,90	5,40	5,37	15,68Aa	13,91Aa	13,53Aa
AV	22,16	25,08	24,97	10,64	9,93	11,55	16,83Aa	12,53Aa	10,42Aa
LF	23,43	22,66	18,44	6,95	7,70	9,52	12,67Aa	17,36Aa	13,90Aa
TC	26,19	33,10	38,09	8,85	8,51	6,01	11,62Aa	16,66Aa	7,95Aa

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na horizontal, para cada fungo e, ou extrato, ou minúscula, na vertical, para cada concentração, não diferem (Tukey, $p > 0,05$). Em que: AP – angelim pedra; AV – angelim vermelho; LF – louro faia; TC – teca.

A madeira impregnada submetida ao intemperismo artificial, teve uma variação de cor que a classifica como notável a muito expressiva (Hikita *et al.*, 2001). Isto significa que os extratos tiveram a capacidade de serem pouco afetados negativamente pelas condições de intemperismo submetidas. Nesse contexto, quanto menor a variação total da cor, melhor a proteção contra as intempéries da madeira impregnada. Dentre os extratos testados, aquele que de modo geral, melhor protegeu a madeira quando ao intemperismo foi o extrato de angelim pedra (AP).

Figura 2. Cor da madeira de seringueira após a impregnação com os extratos de madeiras amazônicas e de teca, e os respectivos controles.



Após os ensaios com fungos, os resultados das análises estatísticas indicaram diferença significativa entre os extratos e as concentrações, com um incremento da variação total da cor, tendo a mesma sido classificada como muito expressiva. Exceto para o extrato de teca a 8% de concentração, para os fungos *Rhodonina placenta* e *Polyporus fumosus*, e para o extrato angelim vermelho (*Neolentinus lepideus*), classificadas como notável. Para estes casos, o ataque influenciou pouco na cor da madeira após o intemperismo. Indicando que o extrato de teca, possui boa eficácia na proteção da madeira contra o ataque de fungos, como observado por Brocco *et al.* (2017) e Brocco (2019).

4. CONCLUSÕES

Pode concluir-se com a realização desta pesquisa que:

Os valores de pH dos extratos das madeiras amazônicas de angelim pedra e louro faia estão localizados fora da faixa ótima para o desenvolvimento e ataque de fungos xilófagos na madeira.

Os extratos promoveram um incremento na cor da madeira de seringueira. Mesmo após o intemperismo e ataques de fungos, tiveram a capacidade de serem pouco afetados negativamente pelas condições testadas.

5. REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM G 154**: standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials. Annual Book of ASTM Standards, West Conshohocken, 2006. 4p.

AMERICAN WOOD PROTECTION ASSOCIATION. **AWPA E10-22**: laboratory method for evaluating the decay resistance of wood-based materials against pure Basidiomycete cultures: soil/block test. AWPA Book of Standards, Birmingham, 2022.

BROCCO, V. F. **Extratos de resíduos industriais da madeira de teca para proteção da madeira a organismos xilófagos**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2019.

BROCCO, V. F.; PAES, J. B.; COSTA, L. G.; BRAZOLIN, S.; ARANTES, M. D. C. Potential of teak heartwood extracts as a natural wood preservative. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 2093-2099, 2017.

INTERNATIONAL STANDARD – ISO/CIE. **Colorimetry**. Part 4: CIE 1976 (L*a*b*) colour space. 2019. (EN ISO/CIE 11664-4).

FONTE, A. P. N.; TRIANOSKI, R.; IWAKIRI, S.; ANJOS, R. A. M. Propriedades físicas e químicas da madeira de cerne e alburno de *Cryptomeria japonica*. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 16, n. 3, p. 277-285, 2017.

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

MARTINS, M. F.; BELTRAME, R.; DELUCIS, R. A.; GATTO, D. A.; CADEMARTORI, P. H. G.; SANTOS, G. A. Colorimetria como ferramenta de agrupamento de madeira de clones de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 84, p. 443-449, 2015.

PINTO, J. A. **Medidas profiláticas para proteger madeiras à ação de insetos xilófagos**. 2020. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2020.

SCHMIDT, O. **Wood and tree fungi: biology, damage, protection, and use**. Berlin: Springer, 2006. 334p.