

COMPORTAMENTO DA COR DE LÂMINAS DE MADEIRA DE PAU-MARFIM (*Balfourodendron riedelianum*) TRATADA COM PRODUTOS DE ACABAMENTO¹

Clarissa Melo Lima², Joaquim Carlos Gonzalez⁴, Tito Ricardo Vaz da Costa³, Reginaldo Sergio Pereira⁴, João Batista Melo Lima⁵ e Maria do Socorro Alves Lima⁶

RESUMO – Este trabalho testou produtos no combate ao envelhecimento da madeira. Através de uma câmara de envelhecimento e aparelho de espectrocolorimetria, caracterizou-se a influência de produtos químicos de acabamentos aplicados à madeira durante processo artificial de fotodegradação. Acompanhou-se o envelhecimento do Pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*) por 8.807 medições colorimétricas, após receber ciclos de radiação ultravioleta durante períodos: 20, 40, 60, 80, 120, 180, 250, 310, 410 e 500 horas. O sistema CIE $L^*a^*b^*$ de 1976 mostrou as modificações das cores. O uso da seladora provocou uma maior variação dos parâmetros colorimétricos da madeira quando comparado aos demais tratamentos.

Palavras-chave: Envelhecimento, Radiação, Colorimetria.

COLOR BEHAVIOR OF PAU-MARFIM (*Balfourodendron riedelianum*) WOOD LAMINATES TREATED WITH FINISHING PRODUCTS.

ABSTRACT – This study tested products to combat aging of wood. Through an aging chamber and a spectrophotometry device, the influence of chemical finishing products applied to wood were characterized during artificial photodegradation process. The aging of *Balfourodendron riedelianum* was monitored through 8.807 colorimetry measurements, with the samples undergoing cycles of ultraviolet radiation for periods of: 20, 40, 60, 80, 120, 180, 250, 310, 410 and 500 hours. The data was loaded to Excel and processed. The CIE $L^*a^*b^*$ system of 1976 showed the color changes. The use of a sealant caused a greater variation in the wood's colorimetric parameters when compared to other treatment methods.

Keywords: Aging, Radiation, Colorimetry.

1. INTRODUÇÃO

A madeira de pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*) possui densidade aparente a 15% de umidade entre 0,80 e 0,90 g.cm⁻³ e densidade básica entre 0,69 e 0,73 g.cm⁻³. É considerada madeira densa (JANKOWSKY et al., 1990).

A espécie pode ser usada para fabricação de móveis de luxo, molduras, guarnições internas, portas, artefatos

domésticos, peças torneadas, laminados decorativos, tacos para assoalhos, carpintaria e marcenaria em geral (LORENZI, 1992). No Brasil, a lâmina de madeira de pau-marfim é muito valorizada devido à dificuldade de ser encontrada (ANGELI et al., 2005).

O efeito das intempéries provoca degradação física na madeira, mudanças de cor, reações químicas de seus contribuintes, aspereza superficial, rachaduras e fissuras.

¹ Recebido em 29.03.2012 aceito para publicação em 09.04.2013.

² Programa de Pós- Graduação em Ciência Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília. E-mail: <clarissauc@gmail.com>.

³ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal na Universidade de Brasília. E-mail: <goncalvez@unb.br> e <reginaldosp@unb.br>.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica na Universidade de Brasília. E-mail: <titovaz@gmail.com>.

⁵ Departamento de Geotecnia, Universidade Federal da Paraíba. E-mail: <jbmlima@yahoo.com.br>.

⁶ Universidade Federal do Ceará, UFC. E-mail: <socorrinhaalves@yahoo.com.br>.

Na deterioração química também se verifica a mudança na coloração da madeira (PAULILO et al., 2010).

O fenômeno da fotodegradação da madeira é superficial. Isso ocorre em função da variedade de sistemas (quinomas, bifenil etc.) e dos grupos cromóforos (carbonila, dupla ligação etc.) da sua camada externa. Essas formações impedem a entrada de luz na madeira.

Segundo Hon (2001), a radiação UV pode penetrar a uma profundidade de até 75 μm , enquanto a luz visível, até 200 μm . Contudo, embora a luz visível tenha maior capacidade de penetração, a energia é menor que 70 kcal/mol, o que é insuficiente para romper as ligações químicas dos elementos constituintes da madeira (PASTORE, 2004).

As variações na coloração da madeira estão associadas, principalmente, com a formação e fotodecomposição de produtos cromóforos da lignina (PASTORE, 2004).

A modificação da cor das madeiras pode ser mensurada pelo sistema CIE-L*a*b*. Esse sistema foi desenvolvido pela *Comission International d'Eclairage* – CIE e tem por objetivos controlar a qualidade e permitir a reprodução da coloração de produtos industrializados. Por esse método, a percepção física das cores se dá em um espaço tridimensional, de acordo com as variações da claridade ou luminosidade ΔL^* e as coordenadas cromáticas Δa^* e Δb^* , que correspondem aos pares de cores vermelho-verde e amarelo-azul, respectivamente (HON, 2001). Os pares de cores são representados por números que vão de -120 a +120. No caso da coordenada "a*", o valor -120 representa a cor verde e o valor +120, a cor vermelha. Para a coordenada "b*", o valor -120 representa a cor azul e o valor +120, a cor amarela.

Esta pesquisa teve por objetivo verificar o comportamento da cor de lâminas de madeira de pau-marfim (*B. riedelianum*) tratada com dois produtos de acabamento (óleo de peroba e seladora) colocados na presença de radiação ultravioleta (UV) artificial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho realizou-se no Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília.

As lâminas de madeira da espécie foram adquiridas no mercado brasileiro e apresentavam comprimento

inicial de 250 cm, 14 cm de largura e aproximadamente 1 mm de espessura.

A partir dessas lâminas foram confeccionados 32 corpos de provas, com dimensões de 1,0 mm x 7,0 cm x 5,0 cm (espessura x comprimento x largura). Em seguida, os corpos de prova foram lixados com lixa grana 100. Posteriormente, essas amostras foram submetidas a quatro tratamentos distintos: tratamento 1: oito corpos de provas com as lâminas de madeira em estado natural (testemunha); tratamento 2: oito corpos de prova tratados com o produto de acabamento óleo de peroba; tratamento 3: oito corpos de prova tratados com o produto de acabamento seladora; e tratamento 4: oito corpos de prova tratados com uma combinação de seladora e óleo de peroba, conforme procedimentos usados na indústria, isto é, os oito corpos de prova foram tratados inicialmente com seladora, para fazer o fundo; e, para finalizar, utilizou-se óleo de peroba.

O óleo de peroba é um produto químico feito com base em extratos vegetais e composto dos seguintes ingredientes: óleo mineral, óleo vegetal, solvente mineral, solvente vegetal e aromatizante.

A seladora é um produto químico sintético composto dos seguintes ingredientes: resina maleica, hidrocarbonetos aromáticos (exceto benzeno), cetonas, minerais inertes, alcoóis, ésteres e algodão colódio. Essa seladora foi classificada conforme a norma NBR 11702/1992, tipo 4.1.10, ABNT (2010).

Após a secagem da primeira camada, um novo lixamento manual foi realizado com lixa grana 150. Em seguida, os corpos de provas receberam uma segunda camada dos produtos correspondentes a cada tratamento. Por fim, repetiu-se o lixamento manual com lixa grana 220, e aplicou-se a terceira demão dos produtos já citados. Os procedimentos de acabamentos (1ª, 2ª e 3ª demãos de produtos) são os utilizados normalmente pelos industriais de mobiliário no Brasil.

Concluído o processo de acabamento, as amostras seguiram para medição da cor no espectrofotômetro. Para acompanhamento do processo de fotodegradação foram registrados os valores dos parâmetros colorimétricos L* (luminosidade ou claridade), a* (posição da cor sobre o eixo verde-vermelho), b* (posição da cor sobre o eixo azul-amarelo), C (cromaticidade ou saturação) e h* (ângulo de tinta), de acordo com o Sistema CIELab 1976. O espectrofotômetro utilizado

no trabalho foi o Color Eye XTH – X-Rite, com iluminante D65 e ângulo de 10 °C acoplado a um computador com o software Color iControl. Os parâmetros colorimétricos de todas as amostras foram medidos antes das aplicações dos produtos de acabamento, após a aplicação dos produtos e a cada intervalo de tempo dos tratamentos na câmara de envelhecimento acelerado da Q-Lab, modelo QUV/spray.

Os ciclos de radiação UV utilizados nesta pesquisa foram 20, 40, 60, 80, 120, 180, 250, 310, 410 e 500 h. As amostras de madeiras foram colocadas dentro da câmara de envelhecimento (QUV) para receber ciclos de radiação UV durante o período inicial de 20 h. Em seguida, as amostras foram retiradas da câmara, e tomou-se a medida da cor. As amostras retornaram à câmara de envelhecimento para receber mais 20 h de radiação UV. Esse procedimento foi feito para todos os tempos mencionados até se completar o período de 500 h. Cada corpo de prova recebeu 25 leituras, fazendo-se uma varredura em toda a superfície da amostra (face tangencial).

Após as medições, foi calculada a média de cada um dos parâmetros colorimétricos em cada medição, com o propósito de verificar a existência de variação ao longo dos intervalos de exposição aos raios UVs, através da análise de variância (ANOVA) e do teste de médias de Tukey a 5% de significância. A comparação estatística das médias seguiu a mesma metodologia utilizada por Souza et al. (2012). Para a mensuração da alteração de cor nas amostras, combinando as variáveis L*, a* e b*, antes e depois das exposições (ΔE), foi utilizada a seguinte fórmula (equação 1):

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (1)$$

Para verificar a variação total da cor (ΔE) em cada tratamento, utilizou-se a Tabela 1, proposta por Hikita

Tabela 1 – Classificação da variação total da cor (ΔE) de madeiras.

Table 1 – Classification of the total color variation (ΔE) the of wood.

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

et al. (2001). Essa tabela está baseada em níveis de percepção, e faz uma classificação da variação total da cor (ΔE) de madeiras.

3. RESULTADOS

Os valores médios dos parâmetros colorimétricos dos quatro tratamentos durante os ciclos de exposição UV das amostras de lâminas de pau-marfim são apresentados na Tabela 2.

Os valores médios referentes a um mesmo ciclo de tempo diferem significativamente entre si, considerando-se um intervalo de confiança de 5% para o teste de comparação de médias de Tukey.

As variações dos valores dos parâmetros colorimétricos provocadas pelos 11 ciclos de radiação UV, num total de 500 h de radiação, encontram-se na Tabela 3.

4. DISCUSSÃO

Em todos os tratamentos, as coordenadas a* e b* exibiram valores positivos. Isso significa que as amostras apresentaram cromaticidade vermelha e amarela. Com base em Camargos e Gonzalez (2001), a luminosidade é considerada escura para o valor de L* menor ou igual a 56 e, como cor clara, para o valor de L* acima de 56. Seguindo essa classificação, pode-se afirmar que as amostras pertencentes ao tratamento 1 permaneceram claras durante todo o ciclo de radiação. As amostras dos demais tratamentos eram inicialmente claras e foram escurecendo à medida que eram submetidas à radiação UV.

Relativo à formação da cor, pôde-se observar tendência de acentuação da coloração vermelha em todos os tratamentos, uma vez que os valores da coordenada a* (gama de cor vermelha) cresceram em proporção direta às horas de radiação UV. Observou-se, ainda, tendência geral de aumento gradual dos valores da coordenada b*, matiz amarela, até o ciclo de medição de 310 h, seguido de diminuição desse indicador. O comportamento indica a existência de um ponto de inflexão da curva de b*, com diminuição da componente amarela a partir desse período de incidência luminosa.

No tratamento 3, a coordenada a* atingiu seu maior valor (21,26), após 500 h de incidência de radiação UV, resultando na classificação da cor mais fosca da lamina de madeira de pau-marfim. Os resultados indicaram

Tabela 2 – Valores médios dos parâmetros colorimétricos de laminas de madeira *Balfourodendron riedelianum* para os quatro tratamentos e os tempos de radiação estudados.

Table 2 – Mean values of colorimetric parameters for *Balfourodendron riedelianum* wood blades for the four treatments and irradiation times studied.

Tratamento	Radiação UV (horas)	L*	a*	b*	C	h*	Nome da cor (**)
1 (Testemunho)	0	70,32A	6,98A	28,49A	29,33A	76,24A	Amarelo Claro
	20	70,66B	7,05A	28,60B	29,46A	76,16A	
	40	68,37C	9,64B	36,49C	37,74B	75,20B	
	60	65,13D	11,14C	38,27D	39,86C	73,77C	
	80	64,89F	11,53D	38,47C	40,16D	73,32D	
	120	63,56G	11,80E	38,14D	39,92C	72,81E	
	180	64,08H	12,60F	38,90E	40,89E	72,05F	
	250	63,56G	12,96G	38,51C	40,64F	71,40G	
	310	63,64G	13,83H	39,26F	41,62G	70,60H	
	410	62,06I	13,87H	38,41C	40,84E	70,14I	
500	61,49I	13,70I	37,10G	39,55H	69,73J	Amarelo Alaranjado	
2 (Óleo de peroba)	0	70,32A	6,98A	28,49A	29,33A	76,24A	Amarelo Claro
	20	56,62B	12,63B	35,53B	37,72B	70,43B	
	40	55,72C	14,10C	36,87C	39,49C	69,06C	
	60	53,34H	14,43D	36,79D	39,53C	68,57D	
	80	53,73H	14,48D	37,29E	40,01D	68,77E	
	120	53,69H	14,56E	37,45F	40,18E	68,73E	
	180	54,50I	15,16H	38,65G	41,52F	68,56D	
	250	54,56I	15,47I	39,46H	42,39G	68,58D	
	310	54,63I	16,11H	40,78I	43,85H	68,43F	
	410	53,61H	15,91J	39,63H	42,71I	68,11G	
500	53,59H	16,19H	39,23J	42,45G	67,56H	Amarelo Alaranjado	
3 (Seladora)	0	70,32A	6,98A	28,49A	29,33A	76,24A	Amarelo Claro
	20	66,78B	9,65B	34,90B	36,21B	74,55B	
	40	60,22C	15,70C	41,66C	44,52C	69,37C	
	60	51,20H	17,26D	38,43D	42,16D	65,79D	
	80	46,95I	16,26E	34,55D	38,22E	64,72E	
	120	45,98I	17,35F	34,02E	38,25E	62,83F	
	180	47,49L	19,87G	36,25F	41,42F	61,11G	
	250	46,72I	20,29H	36,50G	41,84G	60,72H	
	310	47,27M	21,58I	38,50D	44,24H	60,47I	
	410	46,32N	21,68J	37,18H	43,13I	59,53J	
500	45,54I	21,26L	35,51I	41,48F	58,83L	Amarelo "Fosco"	
4 (Seladora e Óleo de peroba)	0	70,32A	6,98A	28,49A	29,33A	76,24A	Amarelo Claro
	20	59,48B	11,70B	34,19B	36,15B	71,11B	
	40	52,35C	15,37C	34,39C	37,68C	65,90C	
	60	47,77D	15,82D	30,13D	34,06D	62,18D	
	80	46,12E	15,22E	28,47E	32,31E	61,73E	
	120	46,63F	15,89D	27,93F	32,17F	60,20F	
	180	47,54C	16,99F	28,52G	33,26G	59,01G	
	250	46,81F	17,41G	28,13H	33,14G	57,97H	
	310	46,72F	18,18H	29,28I	34,53H	57,90H	
	410	45,89I	17,74I	27,82J	33,05I	57,20I	
500	45,99I	17,73I	27,06L	32,42E	56,39J	Amarelo Amarronzado	

(**) Representa a cor da madeira conforme classificação proposta por Camargos e González (2001).
O+P @ lâmina de madeira + produto de acabamento.

Tabela 3 – Variações dos valores dos parâmetros de cor na superfície de laminas de madeira *Balfourodendron riedelianum* submetidos a diferentes tratamentos**Table 3** – Variations of the color parameter values of the surface of *Balfourodendron riedelianum* veneers subjected to different treatments

Parâmetro	Tratamento	Tempo de radiação UV (horas)									
		20	40	60	80	120	180	250	310	410	500
ΔL^*	1	0,33	-2,28	-3,25	-0,24	-1,33	0,52	-0,52	0,08	-1,58	-0,57
	2	-14,53	-0,90	-2,38	0,39	-0,04	0,81	0,06	0,07	-1,02	-0,02
	3	-4,23	-6,56	-9,02	-4,25	-0,97	1,51	-0,77	0,56	-0,96	-0,78
	4	-11,04	-7,13	-4,58	-1,65	0,51	0,91	-0,73	-0,08	-0,83	0,10
Δa^*	1	0,07	2,59	1,50	0,39	0,27	0,80	0,36	0,87	0,05	-0,17
	2	5,43	1,47	0,33	0,05	0,09	0,60	0,30	0,65	-0,20	0,28
	3	-4,23	-6,56	-9,02	-4,25	-0,97	1,51	-0,77	0,56	-0,96	-0,78
	4	-11,04	-7,13	-4,58	-1,65	0,51	0,91	-0,73	-0,08	-0,83	0,10
Δb^*	1	0,11	7,89	1,77	0,21	-0,33	0,76	-0,39	0,74	-0,85	-1,31
	2	6,27	1,34	-0,08	0,50	0,15	1,20	0,82	1,32	-1,15	-0,40
	3	6,22	6,76	-3,23	-3,88	-0,53	2,22	0,25	2,00	-1,32	-1,67
	4	5,21	0,20	-4,26	-1,66	-0,54	0,59	-0,40	1,15	-1,46	-0,76
ΔE^*	1	0,50	4,20	2,52	0,63	1,25	1,14	0,82	1,09	1,48	1,27
	2	6,54	1,68	1,79	0,74	0,32	1,35	0,91	1,29	1,34	0,62
	3	4,21	5,09	5,57	3,71	1,29	2,12	1,08	1,67	1,53	1,59
	4	6,47	4,67	3,92	2,01	0,93	1,26	1,07	1,10	1,52	0,84

que esse foi o tratamento menos eficiente do ponto de vista da conservação da matiz vermelha da cor da madeira.

As constatações mencionadas são confirmadas quando se analisa o comportamento da tonalidade (ângulo de tinta, h^*) das amostras. Como os tratamentos estudados remetem a coloração das lâminas de madeira ao primeiro quadrante do sistema CIELAB 1976, pode-se considerar a variação do ângulo da variável h^* entre 0° e 90° , o que significa variação da matiz vermelha para a amarela. Observou-se em todos os tratamentos que as lâminas de madeira de pau-marfim tiveram diminuição no ângulo de tinta (variável h^*), indicando influência na tonalidade vermelha.

Analisando a Tabela 3, constata-se que a partir dos valores negativos de ΔL^* (variação de luminosidade) houve escurecimento na superfície das lâminas de pau-marfim em todos os tratamentos, ao final dos 11 ciclos de radiação UV. Percebe-se ainda, nessa tabela, que esse escurecimento foi mais representativo nas primeiras 80 h de radiação UV, muito embora se tenha observado tendência de escurecimento em todo o período analisado. Além disso, deve-se considerar que a simples aplicação de um produto altera a cor original da madeira, mesmo sendo esse produto transparente. Essa alteração inicial é no sentido de escurecer a madeira, independentemente da substância.

Observa-se que, no caso dos tratamentos 3 e 4, após cerca de 180 h de radiação houve inversão da declividade do ΔL^* , sugerindo o final do processo de escurecimento da madeira e, possivelmente, a estabilização (Figura 1). Apesar de, após esse tempo de irradiação, ainda haver oscilação da claridade (ΔL^*), contudo em valor 98% inferior ao do período anterior. Esses resultados podem auxiliar as empresas fabricantes de soluções de acabamentos da madeira na utilização de filtros para radiação UV em seus produtos.

Resultados semelhantes para o comportamento da variação de claridade (ΔL^*) foram encontrados nas madeiras de jatobá (*Hymenaea courbari*) e de tauari (*Couratari oblongifolia*) sob radiação UV por um período de 168 h (COSTA et al., 2011). Em estudos semelhantes, verificou-se ainda que esse processo de clareamento com madeiras avermelhadas tende a estabilizar-se à medida que aumenta o tempo de tratamento (SILVA; PASTORE, 2004; SILVA et al., 2007).

Para o parâmetro Δa^* , o tratamento 3 provocou a maior variação (-25,47) e o tratamento 1, o menor (+6,72). Considerando o parâmetro Δb^* , a maior variação foi observada no tratamento 2 (+9,97) e a menor, no tratamento 4 (-1,92). Em todos os casos, pode-se afirmar existir maior estabilidade para o amarelo, já que essa coordenada

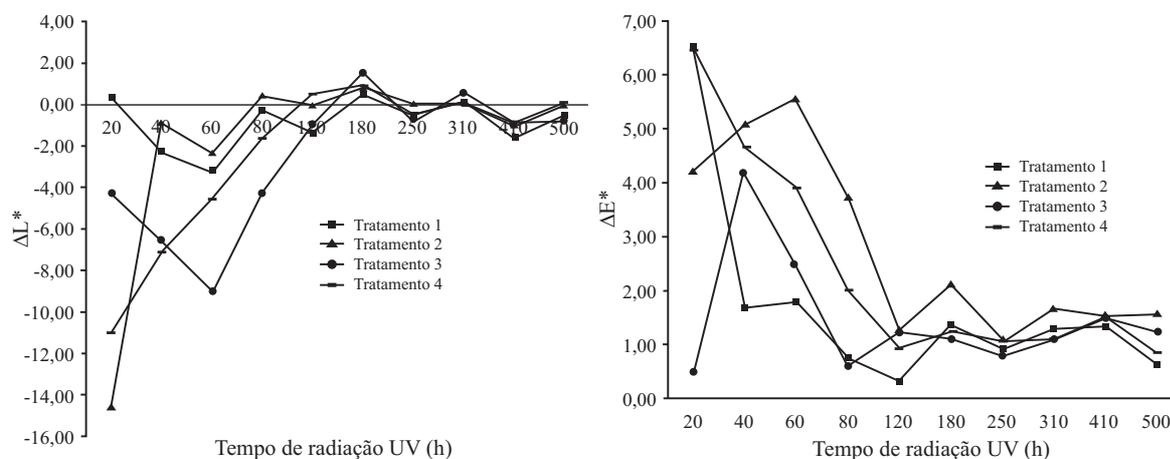


Figura 1 – Variação do parâmetro ΔL^* e ΔE^* provocada pela fotodegradação em lâminas de madeira de *Balfourodendron riedelianum*.

Figure 1 – Variations of ΔL^* and ΔE^* caused by photodegradation in veneers of *Balfourodendron riedelianum*.

cromática foi a que variou menos. Entre os produtos aplicados à madeira, a seladora foi a que causou maior instabilidade da cor durante os tempos estudados, uma característica indesejável. Entretanto, a madeira sem tratamento (testemunho) foi a que menos sofreu instabilidade da variação total de cor no decorrer dos tempos estudados.

A variação total da cor (ΔE^*), determinada pela raiz quadrada da soma dos quadrados das variações de L^* , a^* e b^* , leva em consideração as diferenças das coordenadas cromáticas e de luminosidade, fornecendo uma visão geral sobre o desempenho das madeiras sob radiação UV.

Analisando ainda a Figura 1, pode-se afirmar que o desempenho do ΔE^* nos quatro tratamentos teve comportamento semelhante a partir das 180 h de radiação, ou seja, apesar da alteração da cor na madeira de pau-marfim, a variação total é ligeiramente perceptível ($0,5 < \Delta E^* < 1,5$). No entanto, no início das medições (até 180 h), observou-se variação total de cor apreciável ($3 < \Delta E^* < 6$).

A refletância do pau-marfim em função do comprimento de onda pode ser observada na Figura 2. Nesse caso, apresentam-se curvas em intervalos de tempo de 0, 120 e 500 h nos quatro tratamentos analisados.

Considerando o espectro de luz visível (400-700 nm), foi observado um formato de onda-padrão do comprimento de onda *versus* refletância do pau-marfim submetido aos quatro tratamentos distintos.

As menores variações de refletância ao longo do tempo foram observadas no tratamento 1. Em todos os casos, o percentual dessa grandeza caiu entre os tempos 0 e 120 h, seguido de aumento entre os tempos 120 e 500 h.

5. CONCLUSÕES

A espectrocolorimetria possibilitou a obtenção de uma descrição objetiva da coloração das lâminas em estudo, quando submetidas à radiação UV artificial.

Os resultados da variação total da cor (ΔE^*) sugerem que essa madeira apresenta maior resistência à radiação UV quando tratada com óleo de peroba ou quando mantida em seu estado natural.

Todos os tratamentos provocaram alterações nas cores da madeira com o passar do tempo. O uso da seladora acentuou a variação de cor. O tratamento com óleo de peroba preservou com melhor eficiência a cor original da madeira. A manutenção da cor original também ficou evidente nas amostras mantidas em seu estado natural.

A madeira mantida em seu estado original (tratamento 1) apresentou menor variação de refletância ao longo do período de exposição à radiação UV.

Considerando o efeito combinado da variação de cor e da variação de refletância, conclui-se que a madeira de pau-marfim mantida em seu estado natural (tratamento 1) apresentou maior resistência à radiação UV.

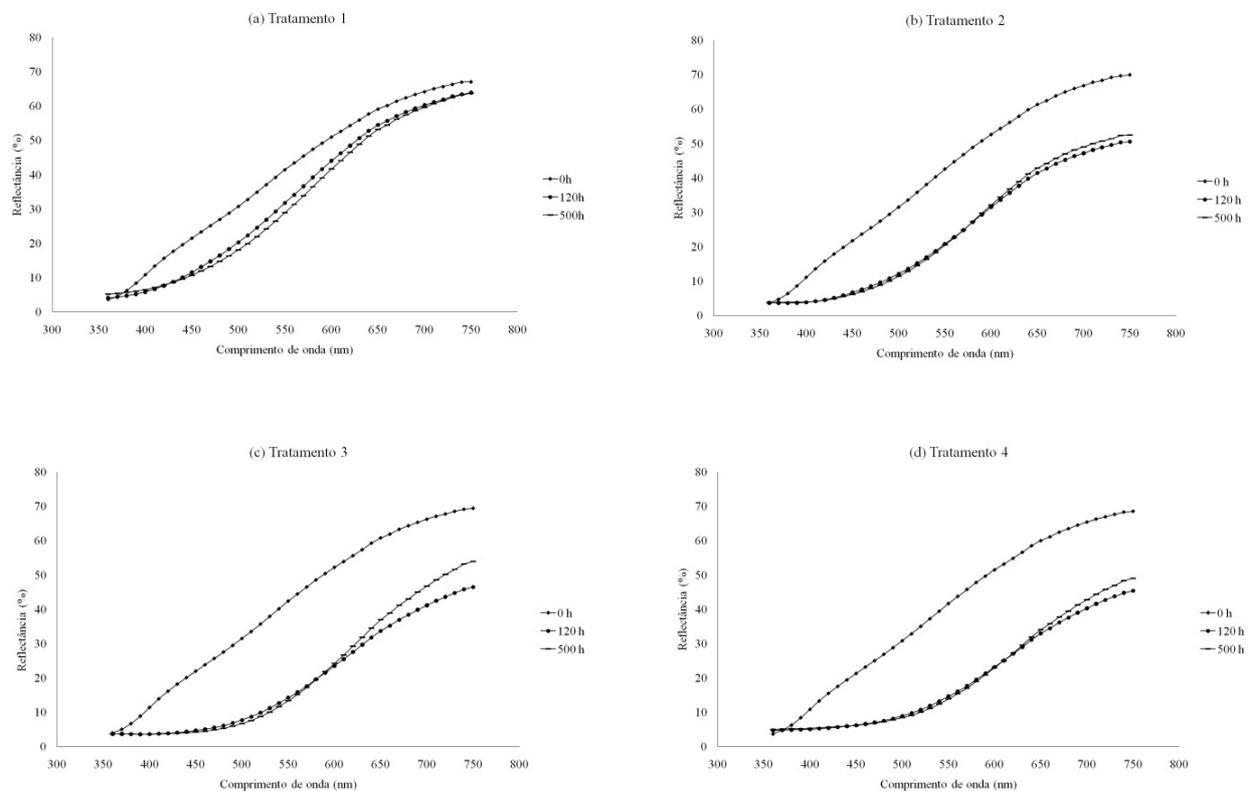


Figura 2 – Refletância do *Balfourodendron riedelianum* submetido a diferentes tratamentos em função do comprimento de onda.

Figure 2 – Reflectance of *Balfourodendron riedelianum* subjected to different treatments as a function of wavelength.

6. REFERÊNCIAS

- ANGELI, A.; BARRICHELO, L. E. G.; MÜLLER, P. **H. *Balfourodendron riedelianum* (Pau Marfim)**. Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais – IPEF,. (Disponível em: <http://www.ipef.br/identificacao/balfourodendron.riedelianum.asp>), 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 11702: Tintas para construção civil – Tintas para edificações não industriais – Classificação**. Rio de Janeiro: 2010.
- CAMARGOS, J. A. A.; GONÇALEZ, J. C. A. **A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira**. Brasília: MMA, 2001. (Brasil Florestal, 71).
- COSTA, J. A. et al. Fotodegradação de duas espécies tropicais: JATOBÁ (*Hymenaea courbaril*) e TAUARI (*Couratari oblongifolia*) submetidas à radiação ultravioleta. **Cerne**, v.17, n.1, p.133-139, 2011.
- 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.
- HON, D. N. S. Weathering and photochemistry of wood. In: HON, D. N. S.; SHIRAISHI, N. **Wood and cellulosic chemistry**. 2.ed. New York: M. Dekker, 2001.
- JANKOWSKY, I. P. et al. **Madeiras brasileiras**. Caxias do Sul: Spectrum, 1990. 172p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

PAULILO, M. T. S.; LAPA, F. S.; FALKENBERG, M. B. Effect of light intensity and growth substratum on plant development and production of secondary metabolites in *Cordia curassavica* (jacq.) Roem. & Schult. **Revista Árvore**, v.34, n.3, p.417-423, 2010.

PASTORE, T. C. M. **Estudos do efeito da radiação ultravioleta em madeiras por espectroscopias RAMAN (FT-RAMAN), de refletância difusa no infravermelho (DRIFT) e no visível (CIE-L*a*b*)**. 2004. 131f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

SILVA, J. O.; PASTORE, T. C. M. Fotodecomposição e proteção de madeiras tropicais. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.2, p.7-13, 2004.

SILVA, J. O.; PASTORE, T. C. M.; PASTORE JÚNIOR, F. Resistência ao intemperismo artificial de cinco madeiras tropicais e de dois produtos de acabamento. **Ciência Florestal**, v.17, n.1, p.17-23, 2007.

SOUZA, H. N.; ARAUJO, T. G.; RIBEIRO, G. A. Avaliação da eficiência de um gel hidrorretentor como retardante de fogo. **Revista Árvore**, v.36, n.3, p.471-477, 2012.