



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

AVALIAÇÃO DA SUPERFÍCIE DA MADEIRA DE DUAS ESPÉCIES FLORESTAIS SUBMETIDAS A ENSAIO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

JULIO CEZAR HOFFMANN DOS SANTOS¹

Sabrina Finatto Machado²

Mayra Daniela Ferreira³

Francislene Junia Telles da Silva¹

Daniela Silva Lilge²

¹ Universidade Federal de Pelotas

² Universidade Federal do Pampa

³ Universidade Federal de Mato Grosso



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

AValiação DA SUPERFÍCIE DA MADEIRA DE DUAS ESPÉCIES FLORESTAIS SUBMETIDAS A ENSAIO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

Resumo: O presente estudo objetivou avaliar o comportamento superficial da madeira de duas espécies florestais *Eucalyptus grandis* e *Tetrarhodium rubrivenium* (canemaçu) revestidas com produtos de acabamento de uso externo quando submetidas a ciclos de intemperismo artificial. Para tanto, foram confeccionados cinquenta corpos de prova com dimensões 1,0 x 5,0 x 7,0cm para cada uma das espécies florestais. O estudo foi caracterizado por cinco tratamentos (madeira *in natura*, polisten, verniz marítimo, tinta à base de óleo e tinta à base de água), em que, foram utilizados dez corpos de prova para cada uma das espécies em cada tratamento. Os corpos de prova foram revestidos pelos diferentes produtos de acabamentos através do método manual de pincelamento. A caracterização física e superficial dos materiais ao longo do ensaio de envelhecimento acelerado foi realizada por meio da determinação do ângulo de contato e morfologia superfície. Verificou-se que o ângulo de contato para a madeira *in natura* de canemaçu aumentou após a exposição, enquanto que para a madeira de *E. grandis* não foram observadas diferenças significativas, já, a molhabilidade da maioria dos revestimentos aumentou após a exposição de 480h. Em relação às alterações na morfologia das madeiras não foi possível observar nenhuma modificação, tal como micro rachaduras, e descascamento dos revestimentos. Dessa forma, após os ciclos de envelhecimento acelerado, concluiu-se para a molhabilidade, todos os revestimentos aumentaram a hidrofobicidade da superfície da madeira em relação ao seu estado natural, no entanto, após a exposição de 480h, a repelência da água tende a diminuir.

Palavras-chave: revestimentos para madeira; intemperismo acelerado; caracterização da superfície; qualidade da madeira.

Abstract: This study aimed to evaluate the superficial behavior of wood from two forest species *Eucalyptus grandis* and *Tetrarhodium rubrivenium* (canemaçu) coated with outdoor finishing products when subjected to cycles of artificial weathering. To achieve this, fifty samples measuring 1,0 x 5,0 x 7,0 cm for each forest species were prepared. The study was characterized by five treatments (uncoated wood, polisten, marine varnish, oil-based paint and water-based paint). Ten samples of each species were used in each treatment. The samples were coated by brushing method. Physical and surface characteristics of the apparent contact angle and morphology. Apparent contact angle of uncoated canemaçu wood increased after exposure for 480h, while *E. grandis* uncoated wood did not present significant differences. In general, wettability of the most of coated wood increased after exposure for 480h. Regarding surface morphology, characteristic defects caused by weathering - microcracks and peeling, for example - were not observed. Therefore, uncoated wood presented the highest surface darkening. All type of coatings resulted in increment of wood hydrophobicity in comparison to uncoated wood. Nevertheless, water repellence tends to decrease after exposure for 480h.

Keywords: coatings for wood, accelerated wathering, surface caracterizacion, wood quality.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material versátil com aplicações que variam de cunho estético a estrutural. Para cada finalidade, exige-se da madeira diferentes características, em que, para uso estrutural requer-se o mínimo de resistência mecânica e, ao usá-la para um fim estético (móveis), seja em ambientes internos ou externos, deseja-se que permaneça com boa aparência.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

A exposição da madeira à ação de agentes climáticos, especialmente o sol, o orvalho ou a chuva, resulta em degradação superficial do material, perdendo assim algumas de suas características naturais, como cor, brilho e textura. Dessa maneira, produtos comerciais de acabamento são utilizados com a função de revestir a superfície da madeira, permitindo a preservação aparente do material quando em serviço.

Ressalta-se a existência de produtos de acabamento formadores de película, tais como tintas, vernizes e stain; e impregnantes, tais como hidro-repelentes e stain semitransparente (WILLIAMS et al., 1996), cada qual com suas características técnicas quanto ao tipo de material em que deve ser aplicado e os métodos de aplicação.

Considerando que existem soluções técnicas para fazer um bom uso da madeira como material, a escolha do tipo de madeira a ser utilizada torna-se um dos pontos mais importantes, visto que o Brasil possui uma abundante base florestal, composta por espécies exóticas e nativas, cada uma com seus desempenhos característicos.

Em suma, algumas espécies florestais são facilmente encontradas no mercado madeireiro brasileiro, apresentando reconhecidas aplicações para usos estruturais e estéticos, como é o caso da madeira de *Eucalyptus grandis*. No entanto, além de saber da existência e aplicação dessa madeira e de outras espécies de reflorestamento, é relevante avaliar outras possibilidades, tais como espécies nativas, em função do seu potencial madeireiro. Dessa maneira, de acordo com os resultados obtidos, investir na elaboração do plantio e manejo da espécie para a geração de madeira sólida e derivados.

Uma dessas espécies em potencial é a *Tetrorchidium rubrivenium*, popularmente conhecida como canemaçu, a qual ainda é pouco estudada, porém há possibilidade de utilizá-la em serrarias para beneficiamento primário e posterior aplicação na forma de aberturas, esquadrias e móveis de jardins (PERTUZZATTI, et al, 2015).

Os ensaios que simulam o intemperismo podem ser realizados em câmaras que trabalham em uma atmosfera controlada, com radiação UV, temperatura e umidade. A simulação se dá a partir da alternância de fenômenos, como: sol (radiação ultravioleta obtida através de reatores fotoquímicos, lâmpadas de luz ultravioleta), chuva e orvalho (por bicos aspersores de água), sempre regidos por normas. Os efeitos provocados nos materiais são similares aos que ocorrem com o intemperismo natural. Segundo Stangerlin et al., (2013) dentre os ensaios que têm por finalidade a caracterização de alterações superficiais da madeira, destaca-se a molhabilidade e o ângulo de contato, ambos são indicados para avaliar processos voltados a tecnologia da madeira, analisando produtos/processos de acabamento e colagem de superfícies, métodos de secagem e estocagem, tratamentos térmicos.

O objetivo desse trabalho é avaliar o comportamento superficial da madeira de duas espécies florestais revestidas com quatro produtos de acabamento de uso externo quando submetidas a ciclos de intemperismo artificial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do estudo foram utilizadas madeiras de duas espécies florestais: *Eucalyptus grandis* e *Tetrorchidium rubrivenium* popularmente conhecida como canemaçu.

As tábuas destinadas à confecção dos corpos de prova foram selecionadas de maneira a não conter defeitos, tais como nós, rachaduras e empenos. Posteriormente, as mesmas receberam acabamento com lixa grão 50 de um lado da superfície para adequá-las ao recebimento dos produtos. Confeccionou-se um total de 100 corpos de prova, cinquenta unidades para cada espécie, com dimensões de 5,0 x 1,0 x 7,0cm (radial, tangencial e

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

longitudinal respectivamente). As dimensões dos corpos de prova foram definidas de acordo com os compartimentos da câmara de intemperismo artificial.

2.1 Aplicação dos produtos de acabamento

Para a aplicação dos produtos de acabamento, seguiram-se as instruções dos fabricantes. Cada corpo de prova recebeu três demãos pelo método manual de pincelamento. Buscou-se controlar a quantidade de produto que cada superfície recebeu, visando manter a uniformidade da película para todos os tratamentos. A espessura nominal dos revestimentos foi de aproximadamente 4,5µm.

Após a aplicação dos revestimentos, os corpos de prova foram novamente acondicionados em câmara climática com temperatura ambiente de 20 ± 2 °C e $65 \pm 5\%$ de umidade relativa (UR) para a cura dos produtos de acabamento pudesse ser completada, visto que, a cura de cada tratamento varia em razão do tipo de produto. Sendo assim, os mesmos permaneceram no mínimo 24h na câmara.

O delineamento experimental adotado está descrito na tabela 1. Cada um dos cinco tratamentos foi composto por vinte corpos de prova, dez representantes de cada espécie estudada.

Tabela 1. Delineamento experimental dos tratamentos superficiais das madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Tetrorchidium rubrivenium*.

Tratamento	Espécie	Quantidade de corpos de prova
In natura (T0)	<i>Eucalyptus grandis</i>	10
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	10
Polisten (T1)	<i>Eucalyptus grandis</i>	10
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	10
Verniz marítimo (T2)	<i>Eucalyptus grandis</i>	10
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	10
Tinta base-óleo (T3)	<i>Eucalyptus grandis</i>	10
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	10
Tinta base-água (T4)	<i>Eucalyptus grandis</i>	10
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>	10
TOTAL		100

2.2 Ensaio de envelhecimento acelerado

Dos dez corpos de prova confeccionados para cada tratamento, oito seguiram para o ensaio de envelhecimento acelerado, enquanto dois foram retirados ao acaso para permanecerem em câmara climática e representar o tratamento controle (T0).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

O envelhecimento acelerado foi conduzido em uma câmara de intemperismo artificial, modelo BASS-UUV-STD-SPRAY-4400/2013, pertencente ao Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira do curso de Engenharia Industrial Madeireira (UFPEL). A câmara foi responsável por simular os efeitos de degradação causados pela luz solar, chuva e orvalho na superfície dos corpos de prova.

Os corpos de prova foram expostos em ciclos alternados de radiação, umidade e temperatura, controlados de acordo com o especificado na norma da American Society for Testing and Materials - ASTM G 154 (2006). A tabela 2 apresenta os parâmetros técnicos que foram aplicados no ensaio. As madeiras foram expostas a quarenta ciclos de intemperismo, cada um com 12h de duração, totalizando 480h.

Tabela 2. Parâmetros técnicos aplicados no ensaio de envelhecimento acelerado.

Parâmetro	Característica
Radiação	1,35W/m ² /nm com o uso de lâmpadas UVA 340 com comprimento de onda de aproximadamente 340nm.
Exposição luminosa	8h na faixa do ultravioleta (UV) a 60 ± 3°C
Exposição à umidade	0,25h de umidade com spray (sem luz) em temperatura não controlada
Condensação	3,75 h de condensação a 50 ± 3°C

Fonte: ASTM G 154, 2006.

2.3 Ângulo de contato

A molhabilidade superficial do material não revestido e revestido com produtos de acabamento foi avaliada antes e após o ensaio de envelhecimento acelerado (ciclos 0 e 40). Para tal, utilizou-se um goniômetro Krüss, modelo DSA25 pertencente ao Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira (UFPR).

Para caracterizar cada um dos tratamentos, foram selecionados ao acaso cinco corpos de prova, sendo dois controles e três submetidos ao intemperismo, totalizando vinte e cinco amostras para cada espécie. O ângulo de contato aparente (CA) de cada corpo de prova foi obtido a partir do método gota sêssil. Três gotículas de água deionizada (volume de 5µl) foram depositadas em três pontos distintos da superfície de cada corpo de prova. O CA foi mensurado após 5s de deposição da gotícula na superfície do corpo de prova.

2.4 Morfologia da superfície

As variações morfológicas do revestimento superficial em função do tempo de exposição foram investigadas por meio de um estereomicroscópio Zeiss Discovery 1.0. As imagens de alta resolução foram capturadas a 10x de aumento e utilizadas para identificar aspectos relacionados à fotodegradação, tais como descascamento do revestimento, perda de brilho e surgimento de micro rachaduras. As imagens foram capturadas em amostras dos ciclos 0 e 40.

2.5 Análise dos dados

Os dados de ângulo de contato foram submetidos à análise de variância multifatorial, em que se avaliou o efeito dos fatores (ciclo e tratamento) isoladamente e a interação entre os

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





mesmos. Em caso de rejeição da hipótese nula, realizou-se um teste de médias HSD de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Molhabilidade

As análises de variância multifatorial (Tabela 3) apontaram efeito significativo em nível de 5% de probabilidade de erro para todos os fatores (ciclo e tratamento), além de interação entre os dois fatores (A x B) sobre a o ângulo de contato aparente (CA) para a espécie *Eucalyptus grandis*. No que diz respeito à madeira da espécie de canemaçu, apenas o fator tratamento (B) e a interação entre os fatores ciclo e tratamento (A x B) apresentaram significância.

Tabela 3. Análise de variância multifatorial em razão do ângulo de contato aparente (CA) para as duas espécies estudadas.

Fonte de Variação	SM	GL	QM	Razão-F
<i>Eucalyptus grandis</i>				
A:Ciclo	899,23	1	899,23	19,64*
B:Tratamento	2101,13	4	525,28	11,47*
A x B	1389,79	4	347,45	7,59*
RESIDUOS	2701,87	59	45,79	
Canemaçu				
A:Ciclo	0,765399	1	0,765399	0,02 ^{ns}
B:Tratamento	3692,42	4	923,105	20,27*
A x B	2840,94	4	710,234	15,60*
RESIDUOS	2732,3	60	45,5383	

Em que: SM= soma dos quadrados; GL= graus de liberdade; QM= quadrado médio; F= valor de F calculado; ns= não significativo; *= significativo em 5% de probabilidade de erro.

Na tabela 4 são apresentados os valores médios de CA para as madeiras antes do envelhecimento artificial (0h) e no final do ensaio (480h) para as duas espécies estudadas.

Tabela 4. Valores médios de ângulo de contato aparente para os tratamentos de ambas as espécies em função dos controles e último ciclo de exposição.



<i>Eucalyptus grandis</i>					
TE	Tratamentos				
	<i>In natura</i>	Polisten	Verniz marítimo	Tinta óleo	Tinta água
0	71,02 a A (2,96)	80,03 b B (3,44)	79,23 b B (5,58)	86,62 b B (3,78)	63,15 a A (5,86)
480	67,31 ab A (11,52)	71,82 b A (6,59)	58,01 a A (9,04)	76,41 b A (5,66)	69,77 b A (5,59)

Canemaçu					
TE	<i>In natura</i>	Polisten	Verniz marítimo	Tinta óleo	Tinta água
0	48,20 a A (4,07)	79,78 c B (2,41)	79,45 c B (6,20)	84,63 c A (4,23)	63,98 b A (1,42)
480	68,1 ab B (6,82)	65,27 a A (7,81)	68,92 ab A (10,10)	77,64 b A (8,10)	75,03 ab B (3,19)

Em que: TE= tempo de exposição (em horas). Valores entre parênteses representam o coeficiente de variação. Letras minúsculas iguais na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna não apresentam diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste HSD de Tukey.

Observa-se que para as duas espécies, todos os acabamentos tornaram a superfície da madeira mais hidrofóbica em relação ao seu estado natural. De acordo com Ziglio (2010), maiores valores de ângulo de contato implicam em uma superfície menos molhável. Portanto, dentre todos os tratamentos, o aumento mais significativo da repelência a água na superfície dos materiais revestidos deu-se para a tinta à base de óleo. Antes da exposição ao intemperismo artificial (0h), tanto a madeira de canemaçu, como a madeira *Eucalyptus grandis* revestida com polisten, verniz marítimo e tinta à base de óleo se comportaram de maneira similar, ou seja, os valores do CA não diferiram estatisticamente. Por outro lado, o acabamento com tinta à base de água e a madeira *in natura*, mostraram-se estatisticamente iguais para o *Eucalyptus grandis*.

Já a madeira de canemaçu, sem tratamento (*in natura*) e com revestimento de tinta à base de água foram estatisticamente distintas.

Ao comparar os diferentes acabamentos ao término do ensaio de envelhecimento acelerado (480h), observa-se para a madeira de canemaçu *in natura*, acabada com verniz marítimo e com tinta à base de água, apresentaram valores de CA estatisticamente iguais. Para o *Eucalyptus grandis*, os acabamentos com polisten, tinta óleo e base água apresentaram mesmo comportamento quanto a esse parâmetro.

Para a madeira de canemaçu, verifica-se que o CA entre 0h e 480h de exposição variou significativamente para todos os acabamentos, com exceção do revestimento com tinta à base de óleo. A madeira *in natura* de canemaçu apresentou um valor superior após as 480h. Para Martins et al. (1992), este aumento do ângulo de contato pode estar relacionado com a migração de ácidos graxos para a superfície da madeira devido à ação da radiação UV.

O comportamento do CA em função do ciclo para os acabamentos na madeira de *Eucalyptus grandis* foram estatisticamente distintos para polisten, verniz marítimo e tinta à base de óleo. Por outro lado, para a madeira *in natura* e acabamento base d'água os níveis não apresentaram variação significativa.



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

Com exceção da madeira *in natura* e do acabamento com tinta à base água, todas as demais situações apresentaram uma redução significativa do ângulo de contato, enfatizando que a molhabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* tratada com os diferentes produtos e exposta a 480h de intemperismo acelerado é aumentada.

Geralmente, a superfície da madeira em estado natural torna-se mais molhável, devido a superfície resultante do processo de lixiviação dos voláteis provocada pela ação das intempéries apresentar altos teores de celulose com grandes concentrações de grupos carbonilos, carboxilos, quinona, peróxido, e grupos hidroperóxidos (FEIST; HON, 1984). De acordo com Kishino e Nakano (2004), devido à presença desses grupos, em especial dos hidroxilos de celulose, a molhabilidade da madeira aumenta.

Na tabela 4, pode-se observar que os valores do CA para os revestimentos com verniz, polisten e tinta à base de óleo reduziram significativamente após as 480h de ensaio. Logo, mesmo que a maioria dos revestimentos de uso externo presente em suas formulações químicas absorventes orgânicos de radiação UV, a ação dos mesmos não é permanente, pois a matriz polimérica do revestimento é degradada pela exposição prolongada da madeira à radiação UV (PICKETT, 2004; CUSTÓDIO e EUSÉBIO, 2006). Além disso, segundo Nguyen et al. (2002) e Nichols (2005), a água (chuva) degrada fisicamente os revestimentos, uma vez que, os ligantes orgânicos da maioria dos revestimentos estão sujeitos à hidrólise, isto é, clivagem das cadeias poliméricas em presença das moléculas de água. Ressalta-se também que esse processo ocorre em todas as temperaturas.

Portanto, as diferenças encontradas para o CA em função das condições da madeira, seja *in natura* ou revestida em função dos ciclos podem ser atribuídas a uma série de fatores, tais como, migração de extrativos à superfície, fechamento de micro poros, maior ou menor grau de oxidação superficial e variação da rugosidade da madeira (CHRISTIANSEN, 1991; OLIVEIRA, 2009; CADEMARTORI et al., 2015)

De modo geral, seja para a madeira da espécie de canemaçu, como para a de *Eucalyptus grandis* os valores de CA foram inferiores à 90°, o que caracteriza segundo Mattos et al. (2014) como madeira de superfície hidrofílica.

3.2 Morfologia da superfície

A partir das imagens de alta resolução (Figuras 01 e 02) é possível verificar qualitativamente quais foram os principais efeitos do intemperismo acelerado na madeira de *Eucalyptus grandis* e canemaçu em seu estado natural e nos diferentes revestimentos

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

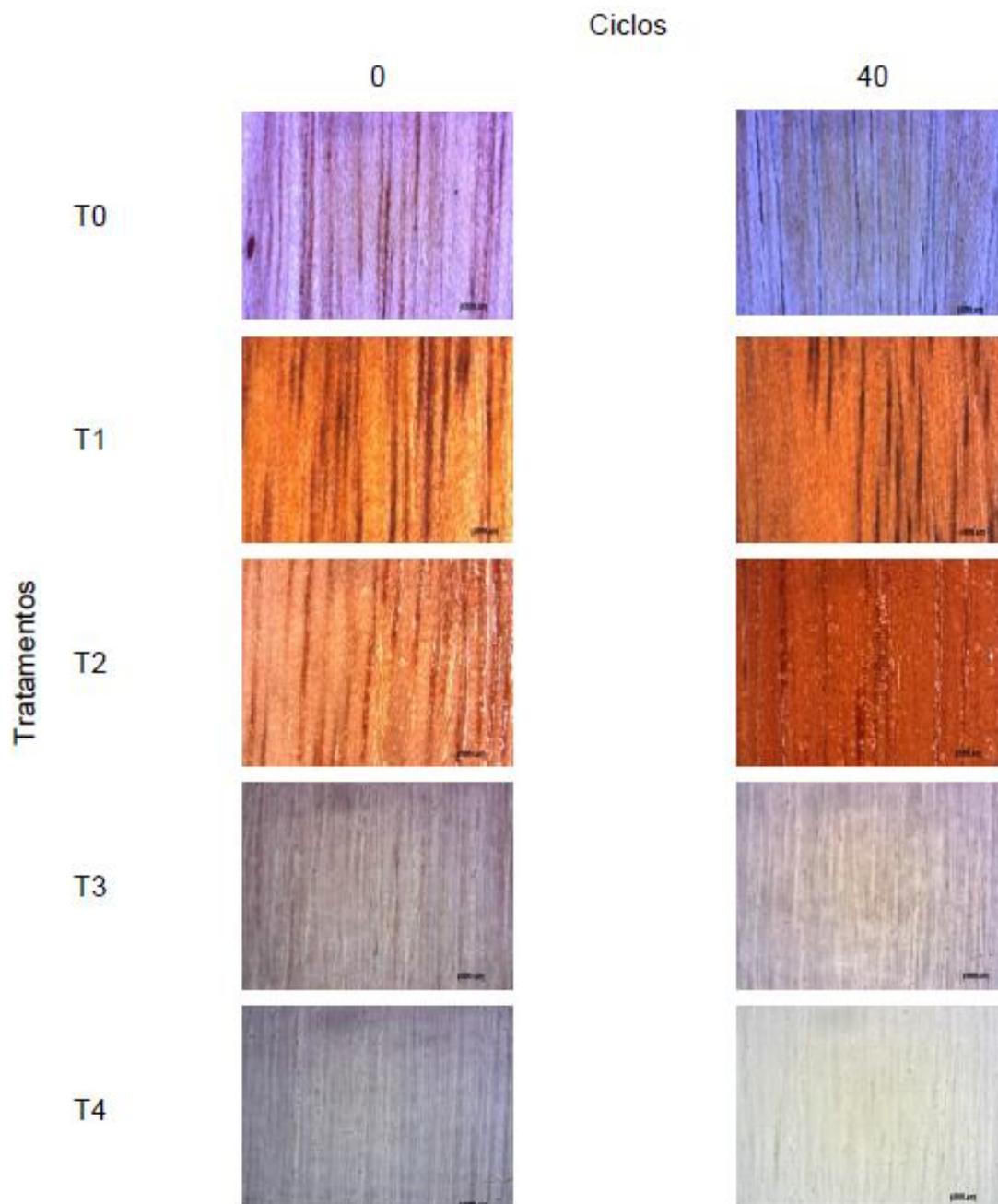


Figura 01. Superfície da madeira de *Eucalyptus grandis* antes e após a exposição ao intemperismo acelerado para os diferentes tratamentos (aumento de 10x)

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

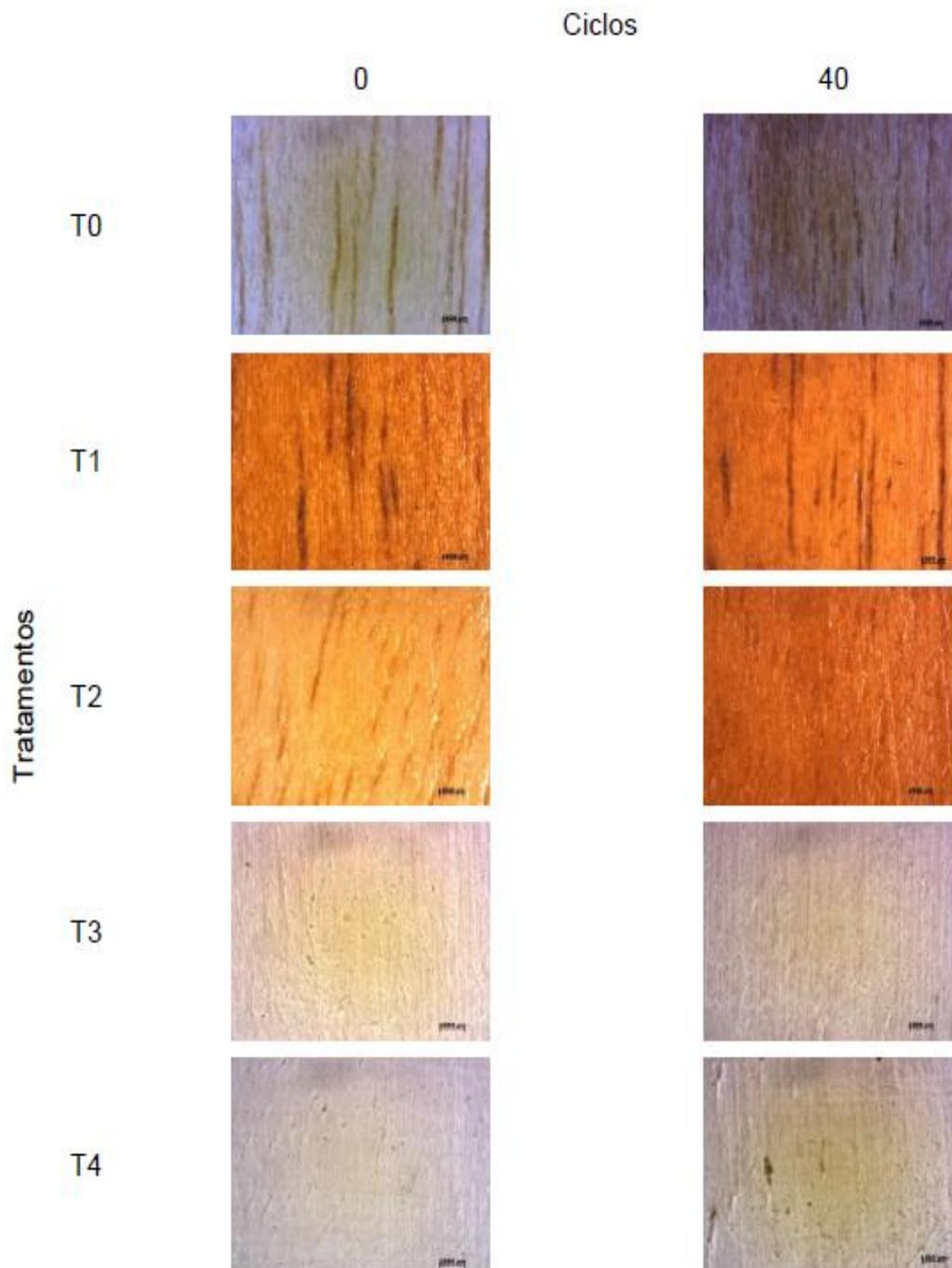


Figura 02. Superfície da madeira de canemaçu antes e após a exposição ao intemperismo acelerado para os diferentes tratamentos (aumento de 10x).

De modo geral, como se pode observar (Figuras 02 e 03) as madeiras *in natura* bem como os diferentes revestimentos comportaram-se de maneira similar para ambas às espécies. Além disso, as modificações na morfologia foram restritas a alterações colorimétricas, pois não foram encontradas micro rachaduras e descascamentos nos revestimentos.

Com exceção das superfícies revestidas com verniz marítimo (T2), todos os demais tratamentos tiveram perda de brilho. As superfícies das madeiras tornaram-se opacas após

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

480h de exposição. Também devido ao envelhecimento acelerado, as madeiras das duas espécies com os diferentes tratamentos ficaram com a superfície mais escura em relação ao estado inicial.

Destacam-se dentre todos os tratamentos, os dois revestimentos com tinta, os quais apresentaram as menores variações na cor. Quanto a ausência de micro rachaduras e descascamento da superfície dos revestimentos, pode se dizer que todos os tratamentos resistiram bem ao tempo de exposição (480h). Ou melhor, o tempo de exposição de 480h não foi suficiente para que ocorresse o surgimento de micro rachaduras na madeira *in natura* e revestida, bem como descascamento e aparecimento de bolhas nos revestimentos da madeira. Dessa maneira, as observações qualitativas visualizadas morfológicamente corroboram com os valores mensurados através da análise colorimétrica.

No mercado atual é crescente o surgimento de produtos de acabamento para madeira das mais diversas marcas e formulações químicas, no entanto, sabe-se que dependendo do tipo de formulação, cada produto desempenha conforme o destino final do material, um comportamento específico. Portanto, ressalta-se a importância de avaliar o desempenho tecnológico de produtos de acabamento perante determinadas situações (intemperismo, por exemplo), pois assim, é possível comparar produtos e analisar as melhores possibilidades para cada aplicação.

4. CONCLUSÕES

De maneira geral, a molhabilidade da madeira revestida aumentou significativamente após a exposição por 480h. O ângulo de contato da madeira *in natura* de canemaçu aumentou após a exposição, enquanto que para a madeira de *E. grandis* não observou diferenças significativas.

As modificações morfológicas observadas foram restritas a modificações da cor, uma vez que, não foram observados danos superficiais, tais como micro rachaduras e descascamento do revestimento

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM G 154: Standard practice for operating fluorescent light apparatus for uv exposure of nonmetallic materials. Philadelphia: ASTM, 2006. 4p.

CADEMARTORI, Pedro Henrique Gonzalez de. **Propriedades tecnológicas da madeira termorretrificada de três espécies de Eucalyptus**. 2012. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2012.

CUSTÓDIO, J. E. P.; EUSÉBIO, M. I. Waterborne acrylic varnishes durability on wood. **Progress in Organic Coatings**, v.56, p.59–67, 2006.

CHRISTIANSEN, A. W. How overdrying wood reduces its bonding to phenolformaldehyde adhesives : a critical review of the literature. Part II, Chemical reactions. **Wood and Fiber Science**, v. 23, n. 1, p. 69-84, 1991.

FEIST, W. C.; HON, D. N. S. Chemistry of weathering e protection. In: **The chemistry of solid wood**. Washington: R. M. Rowell, Am. Chem. Soc, p.614, 1984.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

GINDL, M. et al. Effects of surface ageing on wettability, surface chemistry and adhesion of wood. **Holz as Roh-und Werkstoff**, v.62, n.4, p.273-280, 2004.

KISHINO, M.; NAKANO, T. Artificial weathering of tropical woods. Part 1: Changes in wettability. **Holzforschung**, v.58, n.6, p.552-557, 2004.

MARTINS, A. et al. Wettability of weathered wood. **J. Adhesion Sci. Technol.** v. 6, n. 12, p. 1325-1330, 1992.

NGUYEN, T., MARTIN, J., BYRD, E.; EMBREE, N. J. **Coat.Tech.**, v.74, n.65, 2002.

NICHOLS, Mark E. Paint weathering tests. In: **Handbook of Environmental Degradation of Materials**. Myer Kutz Associates, Inc. Delmar, New York, 2005, p. 387-404.

PERTUZZATTI, A. et al. Alterações físicas e superficiais da madeira de canemaçu (*Tetrorchidium rubrivinium*) termorretrificada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.10, n.1, p.140-146, 2015.

PICKETT, J. E. UV absorber permanence and coating lifetimes. **Journal of Testing and Evaluation**, v.32, 2004.

STANGERLIN, D. M. et al. Molhabilidade da madeira de três espécies amazônicas submetidas a ensaios de apodrecimento acelerado. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.8, n.2, p.266-272, 2013.

WILLIAMS, R. S.; KNAEB, M. T.; FEIST, W. C. **Finishes for exterior wood**: Selection, application and maintenance. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Forest Products Laboratory. Madison, Wisconsin. 1996.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

