

## **Efeito do tipo de acabamento e do intemperismo acelerado na molhabilidade de peças de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage**

Tarcisio Francisco de Camargo<sup>1</sup>; Camila Alves Corrêa<sup>1</sup>; Ângela Silva dos Santos<sup>1</sup>;  
Alexsandro Bayestorff da Cunha<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV,  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages/SC, Brasi –  
[tarcisiofcamargo@gmail.com](mailto:tarcisiofcamargo@gmail.com)

**Resumo:** A utilização de espécies de *Eucalyptus* para fabricação de produtos à base de madeira sólida vem aumentando nos últimos anos. Dentre as espécies, destaca-se *Eucalyptus benthamii* que possui ótima adaptação a climas amenos e com predomínio de geadas. Sendo assim, a espécie surge como uma alternativa para produção de madeira sólida e de qualidade no sul do Brasil. Neste contexto, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar a influência do tipo de acabamento e do intemperismo acelerado na molhabilidade de peças de *E. benthamii*. Avaliou-se peças com verniz, hidro-repelente e sem acabamento (*In natura*) antes e após 280, 480 e 720 h de exposição em câmara de envelhecimento acelerado. A molhabilidade aumentou conforme aumento do tempo de exposição e diminuiu com aplicação dos produtos de acabamento.

**Palavras-chave:** Qualidade da madeira, Envelhecimento acelerado, usinagem.

## **Effect of the type of finish and accelerated weathering on the wettability of *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage pieces**

**Abstract:** The use of *Eucalyptus* species to manufacture solid wood-based products has increased in recent years. Among the species, *Eucalyptus benthamii* stands out, which has excellent adaptation to mild climates with a predominance of frost. Therefore, the species emerges as an alternative for the production of solid, quality wood in southern Brazil. In this context, the present research aimed to evaluate the influence of the type of finish and accelerated weathering on the wettability of *E. benthamii* pieces. Pieces with varnish, water-repellent and without finishing (*In natura*) were evaluated before and after 280, 480 and 720 h of exposure in an accelerated aging chamber. Wettability increased as exposure time increased and decreased with application of finishing products.

**Keywords:** Wood quality, Accelerated aging, machining.

### **1. INTRODUÇÃO**

A demanda pela utilização da madeira como matéria prima para produção de compensado, aglomerado e madeira serrada continua aumentando (Yu et al., 2023).



Engenharia  
Industrial  
UFPEL



SOCIEDADE BRASILEIRA  
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DA MADEIRA

Segundo os mesmos autores, além destes usos, devido a características como durabilidade e aparência, a madeira também é utilizada na produção de móveis. As crescentes restrições ambientais em relação ao uso de madeiras nativas, levaram ao uso de madeiras oriundas de florestas plantadas, tais como as do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*, as quais são cada vez mais promissoras em diversas indústrias, incluindo as moveleiras (Souza et al., 2019).

A utilização de espécies de eucalipto na fabricação de produtos de madeira sólida aumentou nos últimos anos (Santos e Garcia, 2019). Esse aumento está relacionado a alguns fatores, tais como, a alta produtividade das florestas devido as condições edafoclimáticas do território brasileiro e melhoramento genético da espécie (Araujo et al., 2017; Longue Júnior; Colodette, 2013).

Dentre a variedade de espécies de *Eucalyptus*, destaca-se o *E. benthamii* que possui como característica marcante a tolerância a invernos e geadas intensas (Silva et al., 2012., Santos et al., 2020), além das suas características de rápido crescimento (Silva et al., 2012). No entanto, para o uso final em produtos de maior valor agregado, como pisos, molduras e decks, em nível de usinagem, não existem estudos com a madeira dessa espécie.

Para este fim, é necessária uma análise de qualidade da superfície da madeira a qual é um requisito fundamental, pois tem influência direta na estética do produto (Stanojevic et al., 2017). A aplicação de revestimentos tais como verniz e tinta branca, por exemplo, em superfícies de madeira fazem parte do acabamento do produto, que tem como finalidade proteger e realçar a superfície da madeira, tornando sua aparência mais atraente (Yu et al., 2023).

A qualidade da superfície da madeira pode ser realizada através de alguns métodos, incluindo inspeção visual, determinação do avanço por dente, rugosímetros, laser ou simples tato dos encarregados da produção (SILVA et al., 2009). Existem ainda outras formas de avaliação da qualidade da superfície da madeira, dentre essas, a determinação molhabilidade, parâmetro quantitativo que permite caracterizar a superfície da madeira de forma direta.

O parâmetro da molhabilidade é utilizado para determinar de que forma as propriedades da superfície de madeiras reagem ao líquido (WANG et al., 2017, Siebra et al. 2020). Por meio da molhabilidade é possível verificar a influência da usinagem (Jankowska et al. 2018), modificação térmica (Chu et al. 2016) e também

tipos de acabamentos como revestimentos de verniz (Darmawan et al., 2018)

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade da superfície de peças usinadas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage submetidas a diferentes produtos de acabamento e em câmara de intemperismo acelerado, por meio do ensaio de molhabilidade.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 *Matéria-prima*

As peças de madeira serrada utilizadas no estudo foram provenientes de corte tangencial da primeira tora de uma árvore de *E. benthamii*, que pertencia a um plantio experimental com 23 anos, localizado na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), de Lages (SC).

Foram obtidas amostras de 20 x 70 x 150 mm (espessura x largura x comprimento), as quais foram aplainadas e lixadas em uma das faces em uma lixadeira manual, no sentido paralelo à grã da madeira, com grão 220. O material foi acondicionado em câmara climática à 20°C e 65% de umidade relativa (UR) até atingir massa constante.

O conjunto de amostras foi dividido em três grupos, nos quais foram aplicados os tratamentos (sem acabamento, verniz e hidro-repelente). O verniz utilizado foi o verniz marítimo premium da marca Eucatex, e o hidro-repelente foi o stain power natural da mesma marca, ambos indicados para uso interior e exterior. Os produtos foram diluídos em 10% de água raz conforme indicação do fabricante. Com o auxílio de um pincel, aplicou-se 3 demãos sobre a superfície dos corpos de prova, com intervalo de 8 horas cada.

Na sequência, determinou-se a qualidade da superfície por meio da molhabilidade, em quatro pontos fixos ao longo de cada amostra. Após os ensaios, as amostras foram inseridas na câmara de intemperismo acelerado por 20, 40 e 60 ciclos. Cada ciclo compreende um total de 12 horas, compostas por 8 horas de exposição à radiação UV com temperatura de 60 (+/- 3) °C, 15 minutos com pulverização de água sem luz e sem controle de temperatura, e 3 horas e 45

minutos de condensação a 50 °C, conforme a norma ASTM G154 (ASTM, 2006). Ao final de cada ciclo as análises foram repetidas nos mesmos pontos.

## 2.2 Ensaio de molhabilidade

O ensaio de molhabilidade foi conduzido por meio do método da gota séssil, para isto utilizou-se como líquido a água deionizada, uma micropipeta regulada para 10 µL, uma webcam comercial e um programa de computador de análise de imagens (Imaje J). Para os ensaios foram adicionadas gotículas do líquido na superfície das amostras com a micropipeta, e após 5 segundos as gotículas foram fotografadas pela webcam e inseridas no programa para determinação do ângulo de contato do líquido com a superfície da amostra tratada.

O delineamento utilizado foi o interinamente casualizado (DIC), em arranjo fatorial duplo, sendo o primeiro fator os produtos de acabamento com três níveis (verniz, hidro-repelente, *in natura*) e o segundo fator o tempo de exposição a intempéries (0, 240, 480 e 720 h. na câmara de intemperismo acelerado).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, Shapiro-wilk, Barlett e Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. O software utilizado no processamento dos dados foi o R Studio.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância para a variável ângulo de contato não houve interação significativa ( $p$  valor  $>0,05$ ) entre os fatores tempo de exposição e produto de acabamento. Portanto, realizou-se a análise dos efeitos simples.

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios obtidos para os ângulos de contato antes e depois de diferentes tempos de exposição em câmara de intemperismo acelerado e com diferentes tipos de produtos de acabamento. Antes da exposição a molhabilidade foi menor, e conforme houve o aumento do tempo de exposição, a molhabilidade da madeira aumentou, independente do acabamento superficial aplicado, uma vez que os ângulos de contato da gota diminuíram gradativamente.

**Tabela 1.** Valores médios de ângulo de contato quando submetidos a diferentes produtos de acabamento e diferentes tempos de exposição em câmara de intemperismo acelerado

Tempo de exposição		Ângulo de Contato
0h		70,3° a
240h		68,9° a
480h		62,8° a
720h		53,1° b

  

Produto	Ângulo de Contato
Verniz	67,7° a
Hidro-repelente	67,5° a
<i>In natura</i>	56,1° b

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Wolkenhauer et al (2009) e Papp et al., (2020) comentam que no processo de envelhecimento natural e artificial, os extrativos hidrofóbicos da madeira vão para a superfície e acabam causando diminuição da molhabilidade. No entanto, Papp et al., (2020) relatam que para algumas espécies de madeira, o inverso acontece e quando sujeitas ao envelhecimento artificial, a molhabilidade aumenta.

Huang et al., (2012), avaliando a molhabilidade das espécies *Pinus banksiana*, *Populus tremuloides* e *Betula papyrifera*, verificaram que o intemperismo reduziu o comportamento hidrofóbico das três espécies de madeiras avaliadas, aumentando a molhabilidade da madeira. Isso está de acordo com o resultado obtido no presente estudo em que para a espécie de *E. benthamii* a molhabilidade da madeira aumentou conforme exposta ao intemperismo.

Todos os produtos aplicados na madeira de *E. benthamii*, tornaram-na mais hidrofóbica, quando comparados à *In natura*, ou seja, sem nenhum produto de acabamento (Tabela 1). Segundo Williams (2010) normalmente, a superfície da madeira em estado natural tende a ser mais molhável, isso em função de que quando passa por intempéries, ocorre o processo de lixiviação dos voláteis, apresentando altos teores de celulose e grandes concentrações de grupos carbonilas, carboxilas, quinonas entre outros.

De acordo com Yuan e Lee (2013), ângulos de contato menores que 90° definem alta molhabilidade; e ângulos de contato maiores que 90° correspondem a uma baixa molhabilidade. Uma madeira com alta molhabilidade, possui maior

capacidade de absorver líquidos por meio da sua superfície, o que acaba tornando-a mais susceptível a microrganismos manchadores e apodrecedores, impactando na estética do produto e propriedades de resistência da madeira (Siebra et al., 2020). Desta forma tanto aplicação do verniz, quanto do Hidro-repelente reduziram a molhabilidade da madeira de *E. benthamii*.

#### 4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que:

A exposição da madeira de *E. benthamii* na câmara de intemperismo, aumentou a molhabilidade, principalmente quando submetida a 720 h de exposição.

Os produtos de acabamento aplicados, influenciaram na molhabilidade da madeira de *E. benthamii*, tornando-a mais hidrofóbica quando comprado a madeira sem nenhum produto de acabamento.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de Santa Catarina – FAPESC.

#### 6. REFERÊNCIAS

ARAUJO, V. A.; GARCIA, Et al. Importância da madeira de florestas plantadas para a indústria de manufaturados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 90, p. 189-200, 2017.

CHU, D.; et al. Surface Characteristics of Poplar Wood with High-Temperature Heat Treatment: Wettability and Surface Brittleness. **BioResources**, v.11, n. 3, p. 6948-6967, 2016.

DARMAWAN, W. Wettability and bonding quality of exterior coatings on jabon and sengon wood surfaces. **Journal of Coatings Technology and Research**, v. 15, n.1, p. 95-104, 2018.

HUANG, X. et al. Changes in wettability of heat-treated wood due to artificial



weathering Xianai Huang. **Wood Sci Technol.** v. 46, p. 1215–1237, 2012.

JANKOWSKA, A. et al. The wettability and surface free energy of sawn, sliced and sanded european oak wood. **Maderas. Ciencia y Tecnologia**, v.20, n. 3, p. 443-454, 2018.

LONGUE JÚNIOR, D. L.; COLODETTE, J. L. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 33, n. 76, p. 429-438, 2013.

PAPP, E A. et al. Wettability of Wood Surface Layer Examined From Chemical Change Perspective. **Coatings**, v. 10, 2020.

SANTOS, W. A., GARCIA, R. A. Efeito da densidade e da cor na molhabilidade da superfície de madeiras de eucalipto. *Sci. For.*, Piracicaba, v. 47, n. 122, p. 245-255, 2019.

SANTOS, P. E. T. Et al. Melhoramento genético de eucaliptos subtropicais: contribuições para a espécie *Eucalyptus benthamii*. Colombo: Embrapa Florestas, 2020, 82 p.

SIEBRA, M. B. S. Molhabilidade de duas madeiras amazônicas tratadas com produtos de acabamento. **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 1, p. 68-71, 2020.

Silva, L. D., Higa, A. R., & Santos, G. A. Potencial da silvicultura clonal de *Eucalyptus benthamii* para o Sul do Brasil. In L. D. Silva, A. R. Higa, & G. A. Santos (Eds.), *Silvicultura e melhoramento genético de Eucalyptus benthamii* (pp. 77-103). Curitiba: FUPEF, 2012.

SILVA, J. R. M. et al. Parâmetros de qualidade da usinagem para determinação dos diferentes usos da madeira de *Eucalyptus*. *Cerne*, Lavras, v. 15, n. 1, p. 75-83, 2009.

SOUZA, M. O. A. Et al. Avaliação da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake em ensaios de usinagem visando a produção moveleira. *R. Árvore*, Viçosa, v.33, n.4, p.751-758, 2009.

STANOJEVIC, D. et al. Prediction of the surface roughness of wood for machining. *J. For. Res.* n. 28, p. 1281–1283, 2017

YU, Q. et al. Effects of the Surface Roughness of Six Wood Species for Furniture Production on the Wettability and Bonding Quality of Coating. *Forests* 2023, 14, 996, 2023.

WANG, X.; WANG, F.; YU, Z., ZHANG, Y.; QI, C.; DU, L. Surface free energy and dynamic wettability of wood simultaneously treated with acidic dye and flame retardant. **Journal of Wood Science** p 1-10, 2017

WOLKENHAUE, A. Sanding vs. plasma treatment of aged wood: A comparison with respect to surface energy. **International Journal of Adhesion & Adhesives**, v. 29,

p. 18-22, 2009.

WILLIAMS, R. Sam. **Finishing of Wood**. In: Wood handbook-Wood as an engineering material. Centennial Edition. Madison, WI: U.S: General Technical Report FPL-GTR-190, 2010. p.356-394

YUAN, Y.; LEE, T. R. Contact angle and wetting properties. **Surface Sciences Techniques**, v. 51, p. 3-34. 2013.