

**MOLHABILIDADE DA MADEIRA DE *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage
SUBMETIDA A TRATAMENTO COMBINADO DE LIXAMENTO E
TERMORRETIFICAÇÃO**

Alexsandro Bayestorff da Cunha¹; Gustavo Nunes Teles¹;

Ângela Silva dos Santos¹; Camila Alves Corrêa¹

¹ Laboratório de Tecnologia da Madeira II, Departamento de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages/SC, Brasil.

* email do autor correspondente: alexandro.cunha@udesc.br

Resumo: O objetivo do estudo foi analisar a qualidade da superfície da madeira de *Eucalyptus benthamii* submetida ao tratamento combinado de lixamento e termorretificação, por meio da determinação da molhabilidade. Foram utilizadas peças de madeira serrada tangenciais, retiradas da porção do cerne dos toretes, que foram preparadas com quatro grãos de lixa (120, 150, 180 e 220) e quatro temperaturas (140°C, 160°C, 180°C e 200°C), totalizando 16 tratamentos. No desenvolvimento do estudo foi utilizada uma lixadeira de mão, na qual foram feitos movimentos longitudinais e uma mufla, onde as peças permaneceram durante 4 horas. A molhabilidade foi determinada, de forma adaptada, pelo ângulo de contato entre o líquido e a madeira. Como resultados, observou-se que o processo de lixamento com diferentes grãos de lixa reduziu a molhabilidade da madeira, deixando-a mais hidrofóbica, enquanto que a termorretificação deixou a madeira mais hidrofóbica somente até 180°C, sendo que a partir deste ponto, o ângulo de contato reduziu de forma expressiva.

Palavras-chave: *Eucalyptus* spp; qualidade de superfície; tratamento térmico, higroscopicidade.

**STRENGTH AND STIFFNESS OF WOOD FROM *Eucalyptus benthamii* Maiden et
Cambage SUBMITTED TO A COMBINED TREATMENT OF SANDING AND
THERMAL RECTIFICATION**

Abstract: The objective of the study was to analyze the surface quality of *Eucalyptus benthamii* Maiden wood submitted to the combined treatment of sanding and heat treatment, through the determination of wettability. Tangential sawn wood pieces were used, removed from the heartwood portion of the logs, which were prepared with four sandpaper grains (120, 150, 180 and 220) and four temperatures (140°C, 160°C, 180°C and 200°C), totaling 16 treatments. In the development of

the study, a hand sander was used and a muffle, where the pieces remained for 4 hours. The wettability was determined in an adapted way by the contact angle between the liquid and the wood. As a result, it was observed that the sanding process with different grains of sandpaper reduced the wettability of the wood, making it more hydrophobic, while the heat treatment left the wood more hydrophobic only up to 180°C, and from this point on, the angle contact reduced significantly.

Keywords: *Eucalyptus* spp; surface quality; heat treatment; hygroscopicity.

1. INTRODUÇÃO

Dentre os mais diversificados tipos de materiais, a madeira merece destaque, visto que características tecnológicas diversificadas lhe conferem qualidades que propiciam seu emprego para as mais variadas finalidades. No entanto, possui algumas características indesejáveis como a alta higroscopicidade e o alto fator anisotrópico em grande parte das espécies.

O *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage é uma das espécies que vem se destacando na região sul do Brasil, em função da tolerância a baixas temperaturas, resistência a geadas, rápido crescimento e boa forma de fuste. A madeira possui cerne marrom avermelhado, alburno amarelo rosado, dureza moderada, textura fina a média, grã irregular, cheiro e gosto imperceptíveis [1]. Estudo com madeira de 23 anos encontrou valores de densidade aparente variando de 650 a 870 kg.m⁻³, densidade básica entre 540 e 660 kg.m⁻³, fatores de inchamento volumétrico, tangencial e radial de 18,8%, 13,7% e 5,7%, respectivamente, e anisotropia de contração de 2,5 [2].

Como o *E. benthamii* foi introduzido no Brasil a poucas décadas, os estudos mais avançados com a espécie se restringem ao melhoramento genético e a área silvicultural. Os poucos estudos na área de caracterização, processamento mecânico e usinagem relatados em publicações científicas e informativos técnicos abordam somente árvores com baixa idade, o que não representa o desempenho da espécie nas condições reais de uso, podendo muitas vezes, macular o seu potencial.

Nas operações de usinagem, além de se obter as dimensões e a forma do produto final, determina-se a qualidade das superfícies por meio de operações de lixamento e aplicação de produtos de acabamento como hidro-repelente, verniz, prime e gesso. O lixamento, entre outras funções, objetiva eliminar os danos causados pelo processo de usinagem, tornando a superfície mais adequada para receber os produtos de acabamento. Já, a eficiência dos produtos, além de depender de todas as operações realizadas anteriormente, tem sua qualidade ligada diretamente a porosidade da madeira, que é manifestada pela densidade.

Para redução da higroscopicidade, ganho / perda de umidade nas condições ambientais,

retração /inchamento da madeira, algumas técnicas têm sido desenvolvidas com sucesso, como o tratamento térmico, que consiste em submeter peças de madeira a temperaturas entre 120 e 200°C. O objetivo do tratamento é promover alterações químicas nos polímeros celulose, hemicelulose e lignina e assim, obter um material com características diferenciadas, comparativamente à madeira em condições normais, como menor higroscopicidade, maior estabilidade dimensional e resistência biológica.

Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da superfície da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage submetida ao tratamento combinado de lixamento e termorreificação, por meio da determinação da molhabilidade (ângulo de contato).

2. MATERIAL E MÉTODOS

As peças de madeira serrada utilizadas no trabalho foram provenientes do desdobro tangencial da primeira tora de 5 árvores com 23 anos de idade, que estavam localizadas em um plantio experimental na EPAGRI, de Lages, Santa Catarina.

O delineamento experimental foi caracterizado por 4 grãos de lixa (120, 150, 180 e 220) e 4 temperaturas de termorreificação (140°C, 160°C, 180°C e 200°C), totalizando 16 tratamentos. Para cada tratamento, foram utilizadas 20 amostras da porção do cerne, que foram preparadas em uma serra circular, a partir de peças de madeira serrada com dimensões de 2400 X 140 X 28 mm, de modo que os corpos de prova fossem obtidos sem defeitos, com lados lisos e paralelos. Posteriormente, realizou-se a climatização em ambiente com temperatura de 20°C e umidade relativa de 65%.

O processo de lixamento foi realizado em uma lixadeira de mão com movimentos longitudinais constantes durante 3 minutos. Na sequência, foi realizada a termorreificação em mufla durante 4 horas na temperatura definida pelo tratamento. Após a climatização das amostras na câmara, mediu-se o ângulo de contato de forma adaptada por meio de uma câmara comercial, após dez segundos de aplicação de uma gota de 10 ul de água deionizada, que foi depositada na superfície do corpo de prova com auxílio de uma pipeta.

Os valores obtidos nos ensaios foram submetidos a verificação de normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente, de forma a possibilitar o uso da estatística paramétrica. Com os pressupostos atendidos, foi aplicada a Análise da Variância e, quando necessário, Scott Knott a 95% de probabilidade de acerto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos ângulos médios apresentados na tabela 1 e na figura 1, observa-se que a operação de lixamento reduziu a molhabilidade da madeira em todas as temperaturas analisadas, tendo em vista que os ângulos de contato da gota aumentaram de forma significativa, entretanto, ficaram abaixo de 90°C, que é comum para as madeiras sem tratamento artificial [3].

O aumento significativo dos ângulos é mais relevante a partir da lixa G120 para as temperaturas de termorretificação de 140°C, 180°C e 200°C, da lixa G150 para temperatura ambiente e da lixa G180 para 160°C. Materiais que são previamente lixados antes da obtenção da molhabilidade, tendem a possuir maiores valores de ângulo, isso acontece em função do aumento das áreas de hidroxilas expostas na face da madeira [4], fato que ocorreu no presente trabalho.

Os menores ângulos de contato tendem a aumentar a higroscopicidade da madeira, que influencia diretamente na estabilidade dimensional, no entanto, favorece o recobrimento da madeira com produtos de acabamento como tintas, vernizes e aderência de filmes, pois aumenta a energia livre, e por consequência a interação entre o líquido e o sólido [5].

Tabela 1: Ângulo de contato médio da madeira lixada e termorretificada.

Temperatura de termorretificação	Ângulo de contato médio				
	Sem lixa	Lixa G120	Lixa G150	Lixa G180	Lixa G220
Sem temperatura	45 Ac _(09,99)	47 Ad _(15,43)	52 Bc _(16,86)	63 Cb _(12,23)	67 Cc _(11,97)
140°C	60 Ab _(15,32)	66 Bc _(10,33)	68 Bb _(16,64)	73 Ca _(24,24)	78 Ca _(20,77)
160°C	68 Aa _(17,62)	70 Ab _(16,09)	71 Ab _(13,56)	75 Ba _(19,84)	80 Ba _(11,02)
180°C	68 Aa _(15,07)	74 Ba _(10,69)	78 Ca _(15,09)	78 Ca _(10,67)	83 Ca _(22,40)
200°C	65 Aa _(23,98)	71 Bb _(11,07)	71 Bb _(19,37)	73 Ba _(14,03)	75 Bb _(14,61)

G: grão de lixa. Valores subscritos: coeficiente de variação expresso em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si para temperatura dentro de um mesmo grão de lixa. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si para grão de lixa dentro de uma mesma temperatura, ambos pelo teste e Scott Knott.

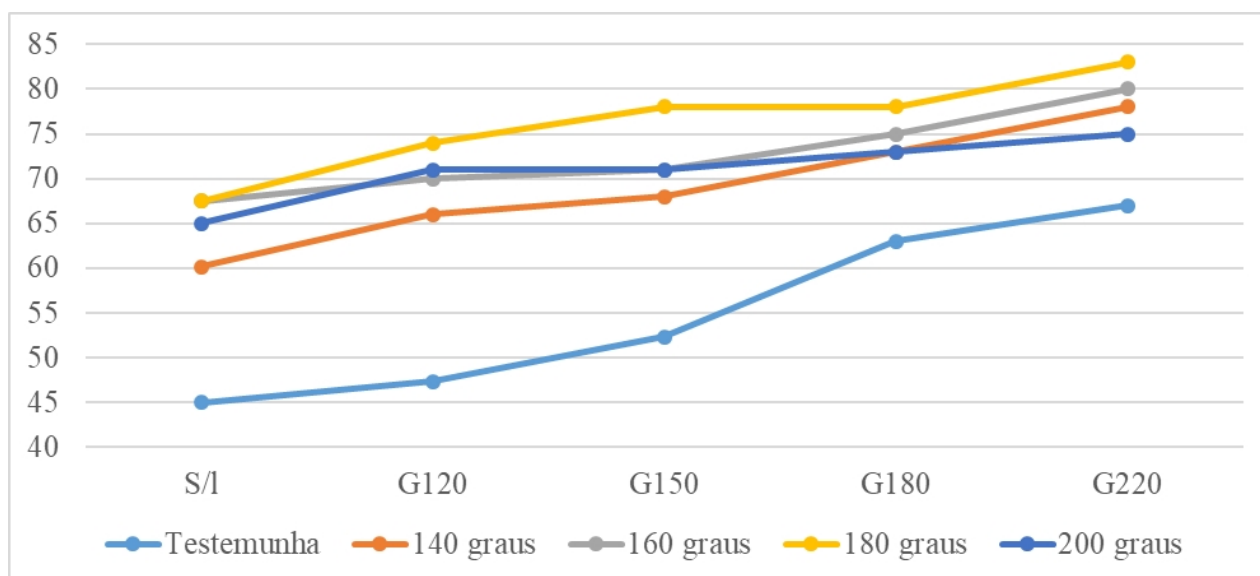


Figura 1: Ângulo de contato médio da madeira de *E. benthamii* em 4 grãos de lixa e termorretificada em cinco temperaturas.

Em relação ao processo de termorretificação, observa-se um aumento gradativo do ângulo de contato até a temperatura de 180°C para as madeiras com lixas G120, G150 e G220, ou seja, redução da molhabilidade, o que deixa a madeira mais hidrofóbica. Entretanto, houve uma redução expressiva com temperatura de 200°C, mesmo ficando acima do tratamento referência. Esta constatação pode ser atribuída a possível degradação dos componentes da madeira, como a hemicelulose, bem como da migração de extrativos para a superfície do material [6].

4 CONCLUSÃO

O processo de lixamento das peças com diferentes grãos de lixa reduziu a molhabilidade da madeira, deixando-a mais hidrofóbica, todavia, os ângulos de contato ficaram abaixo de 90°C, que é característico de madeira sem tratamento artificial.

A termorretificação deixou a madeira mais hidrofóbica até temperatura de 180°C, sendo que a partir deste ponto, o ângulo de contato reduziu, independentemente do grão de lixa utilizado.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de Santa Catarina (FAPESC).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Nisgoski, S.; Muñiz, G. I. B.; Klock, U. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. *Ciência Florestal*. 1998; 8 (1): 67-76.
- [2] Tomio, G.F. Avaliação tecnológica da madeira de *Eucalyptus benhtamii* Maiden et Cabbage

com 23 anos de idade. 2020. 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2020.

- [3] Balkis, B. F.; Hiziroglu, S.; Tahir, P. Properties of some thermally modified wood species. *Materials and Design*. 2013; 43: 348–355.
- [4] Ugulino, B.; Hernández, R. E. Effects of four surfacing methods on surface properties and coating performance of red oak wood. *Proceedings of the 22nd International Wood Machining Seminar June, Quebec City*, p. 14-17, 2015.
- [5] Flexner, B. *Understanding wood finishing*. Second ed. Reader's Digest Association, 2005.
- [6] Metsä-Kortelainen, S.; Viitanen, H. Wettability of sapwood and heartwood of thermally modified Norway spruce and Scots pine. *European Journal of Wood and Wood Products*. 2012; 70 (1): 135-139.