

## **PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA TERMORRETIFICADA DE *Eucalyptus grandis***

**ALINE KROLOW SOARES<sup>1</sup>; PEDRO HENRIQUE GONZALEZ DE  
 CADEMARTORI<sup>2</sup>; RAFAEL DE AVILA DELUCIS<sup>3</sup>; DARCI ALBERTO GATTO<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [alinekrolowsoares@yahoo.com.br](mailto:alinekrolowsoares@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná – [pedrocaademartori@gmail.com](mailto:pedrocaademartori@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [r.delucis@hotmail.com](mailto:r.delucis@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [darcigatto@yahoo.com](mailto:darcigatto@yahoo.com)

### 1. INTRODUÇÃO

A modificação de propriedades tecnológicas da madeira é um dos objetivos das pesquisas realizadas atualmente por profissionais da área. Já existem muitos tratamentos de madeira disseminados mundialmente, tais como impregnação com CCA e CCB, porém é necessário que esses tratamentos, além de eficazes sejam sustentáveis e não utilizem produtos químicos poluentes. Nesse contexto, a termorretificação da madeira mostra-se como uma alternativa aos demais tratamentos anteriormente descritos, visto que apresenta caráter ecoeficiente quanto a modificação das propriedades tecnológicas.

A aplicação de calor na madeira como forma de tratamento já foi caracterizada por autores como BRITO et al. (2006) e KORKUT et al. (2008). A termorretificação consiste na exposição da madeira a altas temperaturas, principalmente entre 180 e 260°C (HILL, 2006), o que proporciona a degradação das hemiceluloses e posteriormente da celulose e lignina, de maneira menos intensa (WINDEISEN et al., 2007; CADEMARTORI et al., 2013). Segundo MOURA et al. (2012), esse tratamento confere maior durabilidade e melhora a aparência das madeiras de menor valor econômico, aumentando também a estabilidade dimensional das peças.

No âmbito madeireiro, espécies exóticas como as do gênero *Eucalyptus* e *Pinus* têm sido utilizadas nos últimos anos em substituição às espécies nativas em diversos setores industriais, tais como construção civil. Conforme BRITO et al. (2006), o *Eucalyptus grandis* é uma espécie com grande potencial para utilização em escala industrial (móveis e construção), se dele forem exploradas as características corretas. Segundo os mesmos autores, um fator negativo para sua utilização é a alta retratibilidade.

De acordo com SILVA & OLIVEIRA (2003), a instabilidade dimensional é um dos fatores que causam os maiores problemas na indústria madeireira, afetando a resistência mecânica dos elementos estruturais devido a absorção e desorção de água pela parede celular. Para contornar esse problema, é necessário que o teor de umidade higroscópico seja reduzido. Para tanto, BRITO et al. (2006) descreveu que a termorretificação proporciona uma maior estabilidade dimensional do material.

Visando contornar tais defeitos relacionados a instabilidade dimensional, o presente estudo objetivou caracterizar as modificações referentes à massa específica aparente e à estabilidade dimensional da madeira de *Eucalyptus grandis* submetida a tratamentos de termorretificação.

## 2. METODOLOGIA

A madeira utilizada nesse estudo proveio de um povoamento homogêneo de *Eucalyptus grandis* pertencente à Empresa Flosul Indústria e Comércio de Madeiras Ltda., situada no município de Capivari do Sul, litoral norte do Estado do Rio Grande de Sul, Brasil.

Foram selecionadas totalmente ao acaso e abatidas seis árvores de bom fuste e diâmetro a altura do peito (1,30 m - DAP) superior a 25 cm. Dessas árvores foram retiradas a primeira tora com aproximadamente 3,15 m de comprimento a qual foi desdobrada em um pranchão central e posteriormente foram feitas tábuas para secagem ao ar livre.

Após a secagem foram confeccionados 60 corpos de prova, contendo apenas madeira de cerne e livres de defeitos como nós e rachaduras, orientados conforme os planos anatômicos radial, tangencial e transversal com dimensões de 1,6 x 1,6 x 25 cm respectivamente. Esses foram acondicionados em câmara climática (temperatura de 20°C e 65% de umidade relativa) até atingirem massa constante com teor de umidade aproximado de 12%.

Dos corpos de prova, foram sorteadas 15 peças para cada tratamento, realizaram-se quatro tratamentos (180, 200, 220 e 240°C). Somando ainda a esses, foram utilizados 15 corpos de prova como amostras controle, ou seja, foram mantidos acondicionados até o momento dos ensaios físicos. As termorretificações da madeira de *Eucalyptus grandis* foram realizadas em uma estufa laboratorial elétrica equipada com um aparelho termostato da temperatura.

Nesse processo, foram fornecidas condições de uma atmosfera com presença natural de oxigênio, sem circulação forçada de ar, temperaturas de 180, 200, 220 e 240°C durante 4 horas. O ponto inicial dos tratamentos de termorretificação foi o teor de umidade de equilíbrio higroscópico.

Após a realização dos tratamentos de termorretificação, os corpos de prova foram alocados em câmara climática nas mesmas condições anteriores para novo equilíbrio higroscópico. Posteriormente, foram imersos em água durante 2 horas, seguido de secagem em estufa laboratorial a 103±2°C até massa constante. Em cada uma dessas etapas, foram coletados os dados de massa (balança digital com 0,01g de resolução) e dimensões nos sentidos radial e tangencial (paquímetro digital com 0,01mm de resolução). Foram calculados a massa específica aparente a 0% e os inchamentos volumétrico e lineares (radial e tangencial) conforme as Equações 1, 2 e 3.

$$\rho_{ap} = \frac{M_0}{V_0} * 100 \quad (1)$$

$$\alpha_v = \left( \frac{V_u - V_0}{V_0} \right) * 100 \quad (2)$$

$$\alpha_{r,t} = \left( \frac{L_u - L_0}{L_0} \right) * 100 \quad (3)$$

Em que:  $\rho_{ap}$ : massa específica aparente a 0% (g.cm<sup>-3</sup>);  $M_0$ : massa dos corpos de prova a 0% de umidade (g);  $V_0$ : volume dos corpos de prova a 0% de umidade (cm<sup>3</sup>);  $\alpha_v$ : inchamento volumétrico (%);  $V_u$ : volume dos corpos de prova encharcados (cm<sup>3</sup>);  $\alpha_{r,t}$ : inchamento linear (radial e tangencial, %);  $L_u$ : dimensão linear (radial e tangencial) dos corpos de prova encharcados (cm);  $L_0$ : dimensão linear (radial e tangencial) dos corpos de prova secos a 0% de umidade (cm).

Os dados obtidos foram analisados por meio de estatística descritiva e análise de variância fatorial (ANOVA), com delineamento experimental totalmente ao acaso com cinco temperaturas diferentes (tratamentos) e 15 repetições. Em caso de rejeição da hipótese nula, os valores médios foram submetidos a testes de médias de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANOVA) indicou alterações significativas da massa específica aparente a 0% ( $\rho_{ap}$ ) e dos parâmetros de inchamento volumétrico ( $\alpha_v$ ) e linear ( $\alpha_t$  e  $\alpha_r$ ) da madeira de *Eucalyptus grandis* em função das temperaturas de tratamento (Tabela 1).

Tabela 1 - Parâmetros físicos analisados em função dos tratamentos de termorreificação aplicados.

Tratamento	Temperatura (°C)	$\rho_{ap}$	$\alpha_t$	$\alpha_r$	$\alpha_v$
T	Controle (20)	0,49 c (0,05)	5,53 a (0,83)	4,28 a (0,78)	9,63 a (1,50)
T1	180	0,46 bc (0,06)	3,87 b (1,06)	2,51 b (0,61)	6,47 b (1,78)
T2	200	0,43 ab (0,05)	2,73 c (0,90)	2,45 b (1,18)	6,03 bc (1,78)
T3	220	0,44 abc (0,06)	2,30 c (0,62)	2,01 b (0,35)	4,39 c (1,02)
T4	240	0,39 a (0,02)	2,36 c (0,42)	1,86 b (0,43)	4,33 c (0,79)
Teste F		7,23*	43,82*	34,23*	38,57*

Em que:  $\rho_{ap}$ : massa específica aparente a 0% ( $\text{g.cm}^{-3}$ );  $\alpha_t$ : inchamento linear tangencial (%);  $\alpha_r$ : inchamento linear radial (%);  $\alpha_v$ : inchamento volumétrico (%); \*: significativo em 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de letras iguais nas colunas não possuem diferença estatisticamente significativa conforme o teste HSD de Tukey. Valores entre parênteses referem-se ao desvio padrão.

A medida que foi aumentada a temperatura de termorreificação, observou-se uma redução significativa na  $\rho_{ap}$  até a temperatura de 200°C, para as temperaturas subsequentes (220 e 240°C) foi percebido um aumento seguido de diminuição da  $\rho_{ap}$  embora estatisticamente não significativo. Conforme BRITO et al. (2006), as alterações dimensionais da madeira não ocorrem em proporção com as variações de massa, o que pode explicar tanto alterações positivas como negativas no incremento da massa específica.

Os valores de inchamento linear nos planos radial ( $\alpha_r$ ) e tangencial ( $\alpha_t$ ), bem como para o inchamento volumétrico ( $\alpha_v$ ) foram menores conforme o aumento da temperatura aplicada no tratamentos de termorreificação. Pode-se ressaltar que o tratamento a 180°C foi suficiente para reduzir significativamente os níveis de inchamento linear radial e volumétrico da madeira de *Eucalyptus grandis*. Além disso, nota-se uma estabilização desses níveis para as temperatura mais drásticas aplicadas. Conforme KORKUT et al. (2008), a termorreificação é capaz de reduzir a higroscopicidade da madeira, pois afeta diretamente os níveis de absorção de

água da parede celular em razão da degradação dos grupos OH (sítios de adsorção) presentes na estrutura do material.

Para os tratamentos de termorretificação a temperatura que apresentou melhor estabilidade foi a de 240°C, esta representou 45% de redução no inchamento volumétrica da madeira. O valor médio do inchamento volumétrico apresentado a temperatura de 240°C (4,33%) foi melhor que para as amostras controle (9,63%), comprovando assim a eficiência da termorretificação na melhora da estabilidade dimensional.

#### 4. CONCLUSÕES

A termorretificação foi eficiente na redução da higroscopicidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, aumentando portanto a estabilidade dimensional das peças. Dentre as temperaturas do tratamento proposto, a de 240°C foi a mais eficiente apresentando uma redução no inchamento volumétrico de 45% em relação as madeiras não tratadas.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, J. O.; GARCIA, J. N.; JÚNIOR, J. B.; PESSOA, A. M. C.; SILVA, P. H. M. Densidade básica e retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, submetida a diferentes temperaturas de termorretificação. **Cerne**, v.12, n.2, p.182-188, 2006.

CADEMARTORI, P. H. G.; DOS SANTOS, P. S. B.; SERRANO, L.; LABIDI, J.; GATTO, D. A. Effect of thermal treatment on physicochemical properties of Gympie messmate wood. **Industrial Crops and Products**, v.45, n.0, p.360-366, 2013.

HILL, C. A. S. **Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes**. Chichester: John Wiley & Sons, 2006. 260p.

KORKUT, D. S.; KORKUT, S.; BEKAR, I.; BUDAKÇI, M.; DILIK, T.; ÇAKICIER, N. The Effects of heat treatment on the physical properties and surface roughness of Turkish Hazel (*Corylus colurna* L.) wood. **International Journal of Molecular Sciences**, v.9, n.9, p.1772-1783, 2008.

MOURA, L. F.; BRITO, J. O.; JÚNIOR, G. B. Efeitos da termorretificação na perda de massa e propriedades mecânicas de *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*. **Floresta**, v.42, n.2, p.305-314, 2012.

SILVA, J. C.; OLIVEIRA, J. T. S. Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de *Eucalyptus saligna* sm., em diferentes condições de umidade relativa do ar. **Árvore**, v.27, n.2, p.233-239, 2003.

WINDEISEN, E.; STROBEL, C.; WEGENER, G. Chemical changes during the production of thermo-treated beech wood. **Wood Science and Technology**, v.41, n.6, p.523-536, 2007.