

## AVALIAÇÃO DA PERDA DE MASSA DE QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS APÓS PROCESSO DE TRATAMENTO TÉRMICO

LAÍSE GUERREIRO<sup>1</sup>; EZEQUIEL GALLIO<sup>2</sup>; NIDRIA DIAS CRUZ<sup>2</sup>; HENRIQUE SCHULZ<sup>2</sup>; DARCI ALBERTO GATTO<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [laiseguerreiro.efl@gmail.com](mailto:laiseguerreiro.efl@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas- [nidria\\_cruz@hotmail.com](mailto:nidria_cruz@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas - [egeng.florestal@gmail.com](mailto:egeng.florestal@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas- [henriqueschulz09@hotmail.com](mailto:henriqueschulz09@hotmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal Pelotas- [darcigatto@yahoo.com](mailto:darcigatto@yahoo.com)

### 1. INTRODUÇÃO

A madeira apresenta estrutura heterogênea e pode ser caracterizada por sua natureza anisotrópica e higroscópica. Desse modo, essas propriedades são fundamentais para determinar a utilização desse material, uma vez que, quando exposta em ambientes com diferentes condições climáticas, pode ocorrer modificações na sua estrutura e limitar sua utilização. Da mesma forma, que apresenta limitações comerciais e industriais quando utilizada de maneira incorreta (CADEMARTORI, 2012).

A exploração de espécies tropicais com características superiores, resultou na escassez destas. O setor madeireiro como forma de solucionar esse problema, introduziu espécies de rápido crescimento, como as do gênero *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. Entretanto, a utilização dessas espécies apresenta limitações técnicas, principalmente no que se refere ao decréscimo das suas propriedades tecnológicas (estabilidade dimensional, resistência biológica e resistência mecânica) (TRUGILHO et al., 2004).

O tratamento térmico quando aplicado na madeira ou em seus derivados, visa à obtenção de um material com características superiores, referentes principalmente a estabilidade dimensional e durabilidade natural. Entretanto, outras propriedades podem ser agregadas, tais como alteração no teor de extractivos, maior isolamento térmico, diminuição da resistência mecânica, menor resistência ao desgaste e à abrasão, menor rigidez, menor resistência à dureza, odor persistente e alteração nas propriedades colorimétricas (GARCIA et al., 2012; KAMDEM et al., 2002).

Em síntese, a termorretificação pode ser caracterizada como um processo em que a madeira é submetida a aplicação de calor, a certa temperatura, por determinado período de tempo (BRITO et al., 2006). Para Hill (2006), o processo de tratamento térmico ocorre em temperaturas entre 180 e 260°C, visto que em temperaturas inferiores a 140°C as mudanças são insignificantes na estrutura do material, enquanto em temperaturas superiores a 260°C resultam em degradação indesejável.

A qualidade da madeira tratada termicamente pode ser avaliada, principalmente por meio do aumento da estabilidade dimensional e da resistência biológica, redução da higroscopicidade e alteração colorimétrica. Entretanto, a termorretificação não evita a perda de massa do material e, consequentemente, a redução de sua resistência mecânica (CADEMARTORI, 2012).

Frente ao exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar as alterações na perda de massa nas madeiras de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *Eucalyptus dunnii* Maiden, *Eucalyptus saligna* Sm e *Corymbia maculata* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, após processo de tratamento térmico.

## 2. METODOLOGIA

As espécies *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Corymbia maculata* *Eucalyptus dunnii* são provenientes de povoamentos homogêneos, pertencentes a empresa CMPC Celulose Rio-Grandense. O estudo foi realizado no laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira, nas instalações pertencentes ao curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas.

A partir do desdobra da primeira tora foram confeccionados e orientados, 20 corpos de prova para cada espécie, com dimensões de 1,5 x 1,5 x 25cm (radial x tangencial x longitudinal).

Posteriormente, os corpos de prova foram acondicionados em câmara climatizada ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $65 \pm 5\%$  de UR), até equilíbrio higroscópico (12%). Após a estabilização dos corpos de prova, os mesmos passaram pelo processo tratamento térmico, para a realização deste foi utilizado uma estufa com capacidade de 100 litros e temperatura máxima de  $300^\circ\text{C}$ .

Os tratamentos realizados estão apresentados na Tabela 1, estes com variação de temperatura e com tempo fixo de 2 horas (sem levar em conta as rampas de aquecimento e resfriamento), no total foram 4 temperaturas com cinco repetições para cada espécie florestal estudada.

Tabela 1. Temperaturas utilizados para o tratamento térmico das espécies.

Tratamento	Temperatura	Tempo
1	-	-
2	180	2 horas
3	200	2 horas
4	220	2 horas

O tratamento 1 (controle), permaneceu em câmera climatizada durante todo o processo de termorrerificação.

Após o processo de tratamento térmico as amostras formam novamente acondicionadas na câmara climatizada até atingirem teor de umidade de equilíbrio. Posteriormente, com o auxílio de uma balança analítica com precisão de 0,01g foi determinado a de perda de massa, conforme a Equação 1:

$$\text{PM\%} = \left[ \left( \frac{\text{Mi} - \text{Mf}}{\text{Mi}} \right) * 100 \right] \quad \text{Equação 1}$$

Em que: PM% = Perda de massa em porcentagem; Pi = Massa inicial; Pf = Massa final

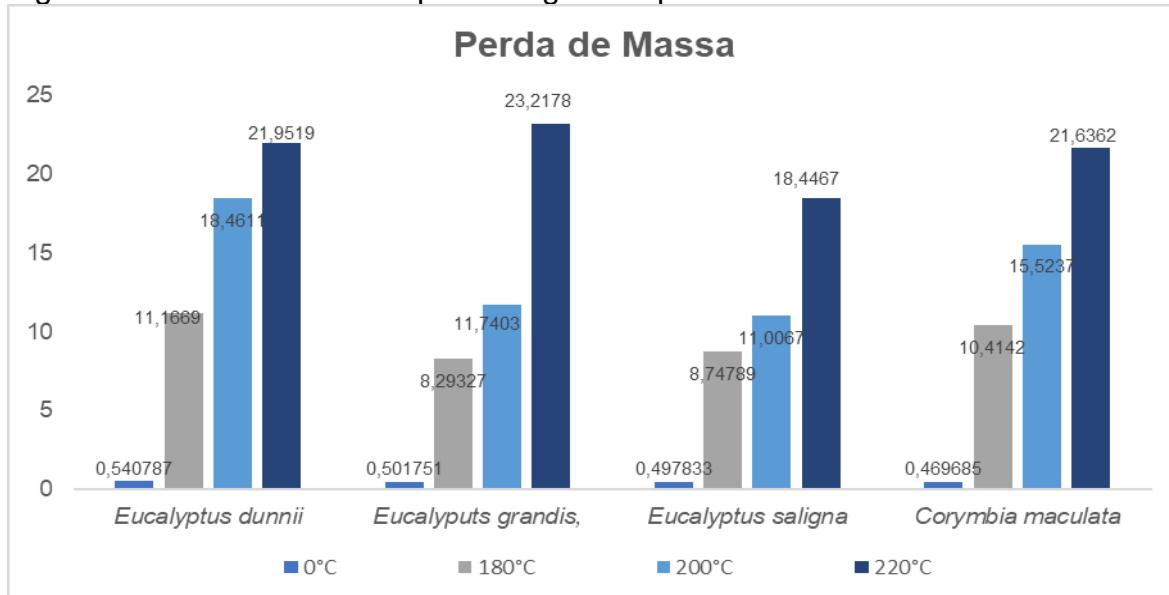
Os dados foram analisados através do software estatístico *Statgraphics XVIII* da Centurion, sendo submetidos à Análise de Variância Multifatorial a fim de verificar a existência de interação entre os fatores espécie e temperatura, para perda de massa. A comparação das médias dos tratamentos foi determinada pela diferença mínima significativa (LSD) de *Fisher*, com um nível de probabilidade de erro de 5%, e um intervalo de confiança de 95% para a análise da variância.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise de variância multifatorial para perda de massa, foi comprovada a interação entre os tratamentos (espécie e temperatura). Portanto, um fator é influenciado pelos níveis do outro, dessa maneira os mesmos foram analisados em conjunto.

A Figura 1, apresenta as médias referentes a porcentagem de perda de massa para as espécies de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus grandis*, *Corymbia maculata* e *Eucalyptus saligna*, em diferentes temperaturas.

Figura 1. Valores médios de porcentagem de perda de massa



Os valores de perda de massa apresentados a 0°C (testemunha) estão relacionados a evaporação da água do interior da madeira durante a permanência na câmara climatizada, devido ao equilíbrio higroscópico da madeira com o ambiente (TUEq 12%).

*Eucalyptus grandis*, apresentou o menor valor de perda de massa (8,29%) para a temperatura de 180°C, valor próximo ao encontrado por Moura et al. (2012), em seu estudo, o efeito da termorretificação na perda de massa e propriedades mecânicas de *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis*, que obteve 6,88% de perda de massa para *Eucalyptus*.

Para a temperatura de 220°C o maior valor de perda de massa ocorreu para espécie de *Eucalyptus grandis* 23,21%. Esse valor foi superior ao encontrado por Cademartori et al. (2012), que em seu estudo com madeira de *E. grandis* obteve o valor de perda de massa de 22,51% a 240°C.

Em síntese, para todas as espécies estudadas a temperatura de 220°C ocasionou os maiores valores de perda de massa, esse resultado está associado a degradação de alguns constituintes químicos da madeira. Esteves et al. (2007) explicaram a perda de massa da madeira após a termorretificação é em razão da baixa estabilidade térmica das hemiceluloses.

Portanto, quanto maior a temperatura do tratamento térmico, maior também a perda de massa (CADEMARTORI et al., 2012; TODOROVIC et al., 2012; KAČÍKOVÁ et al., 2013). Paralelamente, Bal e Bektas (2012) afirmaram que quanto maior a perda de massa, maiores são as modificações nas propriedades físicas e mecânicas do material.

## 4. CONCLUSÕES

A perda de massa da madeira é proporcional ao aumento da temperatura, devido a degradação dos constituintes químicos, principalmente a hemiceluloses.

Para as temperaturas 180 e 200°C a espécie *Eucalyptus grandis* apresentou menores valores para a perda de massa 8,29 e 11,74% respectivamente. Sendo que, para a temperatura de 220°C o menor valor foi referente a espécie de *Eucalyptus saligna* com 18,44% de perda de massa.

Para um próximo estudo devemos avaliar o efeito da perda de massa nas propriedades mecânicas das espécies.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAL, B. C.; BEKTAS, I. The effects of heat treatment on the physical properties of juvenile wood and mature wood of *Eucalyptus grandis*. **BioResources**, v. 7, n. 4, p. 5117-5127, 2012.

BRITO, J. O. et al. Densidade básica e retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, submetida a diferentes temperaturas de termorretificação. **Cerne**, n. 002, p. 182-188, 2006.

CADEMARTORI, P. H. G. **Propriedades tecnológicas da madeira termorretificada de três espécies de Eucalyptus**. 2012. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de materiais) - Universidade Federal do Pelotas, Pelotas, 2012.

CADEMARTORI, P. H. G. et al. Modification of Static Bending Strength Properties of *Eucalyptus grandis* heat-treated wood. **Material Research**, v. 15, n. 6, p. 922-927, 2012.

ESTEVES, B. et al. Influence of steam heating on the properties of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. **Wood Science and Technology**, v. 41, n. 3, p. 193- 207, 2007.

GARCIA, R. A.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F.; MATOS, J. L. M.; SANTOS, W. A.; SILVA, R. F. M. Nondestructive evaluation of heat-treated *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden wood using stress wave method. **Wood Science and Technology**, New York, v. 46, p. 41- 52, 2012.

HILL, C. A. S. **Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes**. 1st. Chichester: John Wiley & Sons, 2006. 260 p.

KAČÍKOVÁ, D. et al. Effects of thermal treatment on chemical, mechanical and colour traits in Norway spruce wood. **Bioresouce Technology**, n. 0, 2013.

KAMDEM, D. P.; PIZZI, A.; JERMANNAUD, A. Durability of heat-treated wood. **Holz als Roh-und Werkstoff**, Berlin, v. 60, p. 1-6, 2002.

Moura, L. F. et al. Efeitos da termorretificação na perda de massa e propriedades mecânicas de *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis*. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 42, n. 2, p. 305 - 314, abr./jun. 2012.

TRUGILHO, P. F. et al. Efeitos da idade e classe diamétrica na deformação residual longitudinal em árvores de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista Árvore**, v. 28, n. 5, p. 725-731.

TODOROVIC, N. et al. Estimation of heat-treated beechwood properties by color change. **BioResources**, v. 7, n. 1, p. 799-815, 2012.