

## Cor da madeira termorretificada de *Pinus elliotti*

Gustavo Zanol<sup>1</sup>; Rafael Delucis<sup>2</sup>; Guilherme Nörnberg<sup>3</sup>; Rafael Beltrame<sup>3</sup>; Darcy Alberto Gatto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – gustavo-zanol@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul – r.delucis@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – guilherme.nornberg@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – beltrame.rafael@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – darcigatto@yahoo.com

## 1. INTRODUÇÃO

A madeira de pinus tem sido uma das mais estudadas no processo de termorretificação, por ter características como: baixa durabilidade, baixa estabilidade dimensional e cor pálida (POUBEL et al., 2013). Tais características consideradas indesejáveis conferem à madeira de pinus um baixo valor comercial. No entanto, essa madeira está disponível em grande volume no setor madeireiro, o que indica essa necessidade da modificação de suas características para a utilização desse material de maneira mais segura e nobre.

A fim de agregar maior valor ao produto final, o tratamento de termorretificação apresenta-se como uma alternativa tanto para peças confeccionadas com madeira sólida (POUBEL et al., 2013), como para painéis de madeira reconstituída (BOONSTRA et al., 2006). Tal tratamento consiste no aquecimento da madeira em temperaturas que variam entre 120 e 260 °C (DELUCIS et al., 2014), fornecendo à madeira características como maior estabilidade dimensional e durabilidade, cor mais escura e homogênea, bem como maior capacidade para a isolamento térmica (KAMDEM et al., 2002). Além disso, esse processo não requer a utilização de preservativos químicos, o que representa uma vantagem sob o ponto de vista ambiental (POUBEL et al., 2013).

Assim, a madeira termorretificada apresenta uma vantagem estética, já que esta adquire uma cor similar às madeiras tropicais, sendo, portanto, apreciada para um maior número de aplicações. Conforme Garcia et al., (2014), o escurecimento da madeira ocasionado pela termorretificação tende a aumentar em função da temperatura e do tempo de tratamento.

Nesse contexto, a alteração da cor da madeira se dá devido à exposição ao calor, produzindo as seguintes reações: (a) despolimerização das hemiceluloses e a variação do conteúdo de extractos na madeira (DUBEY et al. 2012); (b) condensação, despolimerização e oxidação da lignina, proantocianidinas e outros extractos (CHEN et al., 2012). O presente estudo teve o objetivo comparar os efeitos de três diferentes temperaturas de tratamento na coloração superficial da madeira termorretificada de *Pinus elliottii*.

## 2. METODOLOGIA

Para o estudo, foram selecionadas árvores de *Pinus elliottii*, provenientes da serraria do Barrocão, localizada no serro do Barrocão, quarto distrito da cidade de Piratini. Os pranchões centrais, das primeiras toras dessas árvores foram desdobrados em 40 amostras orientadas em relação aos planos anatômicos com as dimensões de 1,5 cm × 1,5 cm × 25,0 cm (largura × espessura × comprimento).

Após a confecção, as amostras foram climatizadas sob as condições de 20 °C de temperatura e 65% de umidade relativa, até atingirem teor de umidade de equilíbrio de ~12%. Após, 10 amostras foram destinadas para cada tratamento de

termorretificação, permanecendo outras 10 amostras na câmara climatizada (grupo controle). Essa foi a condição inicial estabelecida para os tratamentos de termorretificação (Tabela 1), os quais foram conduzidos em estufa laboratorial com circulação natural de ar.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos utilizados.

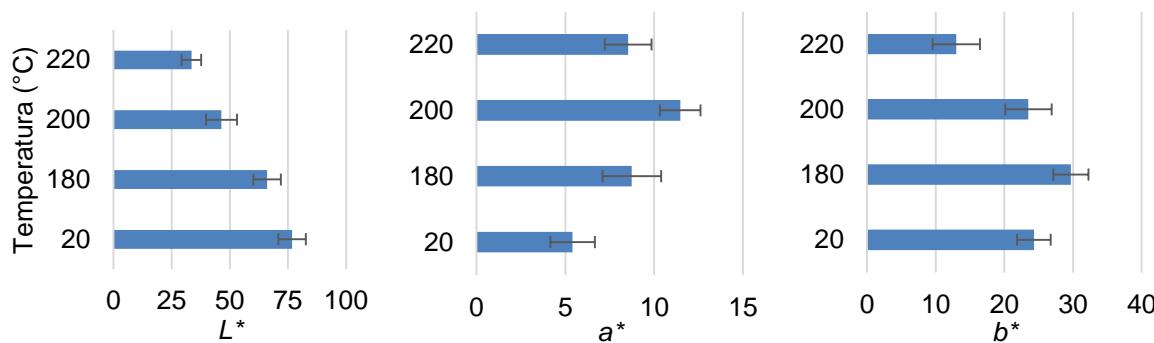
Tratamento	Tempo	Temperatura
C	-	20 °C
T1	2 horas	180 °C
T2	2 horas	200 °C
T3	2 horas	220 °C

Foram feitas verificações de parâmetros colorimétricos tanto do grupo de amostras controle, como dos tratados. Para isso, foi utilizado um colorímetro da marca Konica Minolta, modelo DR-400, com padrão iluminante A10 e ângulo do observador de 10°. O colorímetro gerou valores de claridade ( $L^*$ ), coordenada cromática verde-vermelho ( $a^*$ ), coordenada cromática azul-amarelo ( $b^*$ ), saturação de cor ( $C^*$ ) e ângulo de tinta ( $h$ ). Adicionalmente, para determinar a variação de cor ( $\Delta E$ ), foi utilizada a equação:  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$ . Em que:  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  representaram as variações dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , respectivamente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 é possível observar que os valores dos parâmetros cromáticos foram decrescendo conforme aumentou a temperatura de tratamento. O tratamento T3 foi o que obteve valores com maior diferença na comparação com o grupo de amostras controle (com 56, 57 e 46% de variação porcentual para as variáveis  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , respectivamente).

Figura 1 - Níveis de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  em razão da temperatura de termorretificação.



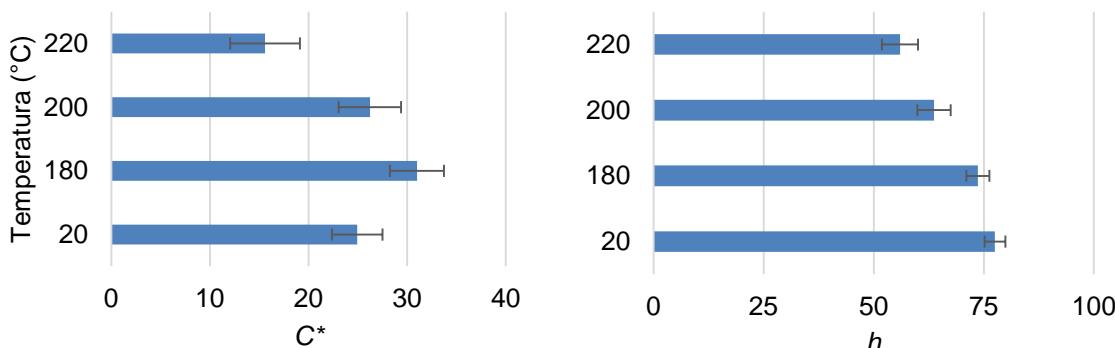
Conforme explicado por Dubey et al. (2012), o decréscimo dos níveis de  $L^*$  está associado à degradação das hemiceluloses quando expostas à temperaturas de até 180 °C, e quando a madeira é expostas a temperaturas próximas à 230 °C fazendo com que ocorra a volatilização dos extrativos.

Para os níveis de  $a^*$ , ocorreu um acréscimo quando comparados os grupos tratados e o grupo controle. Em seu trabalho, Chen et al. (2012) explicaram esse comportamento, afirmando que o aumento da cor vermelha após a exposição da madeira a temperaturas próximas a 200 °C ocorre pela formação produtos oxidativos provenientes da lignina e de extrativos.

Conte et al. 2014, relataram que a madeira de *Pinus elliottii* possui coloração amarelada quando em seu estado *in natura*. Essa cor está relacionada essencialmente com características fotoquímicas da lignina, assim, os níveis de  $b^*$  podem ser explicados, pela degradação da lignina, sendo substancialmente maior quando exposta à temperaturas acima de 220 °C.

Da mesma forma que para  $b^*$ , para  $C^*$  (Figura 2), verificou-se aumento dos níveis até 180 °C, seguido de decréscimo até 220 °C. Já nos níveis de  $h$ , houve um decréscimo contínuo na medida em que maior foi a temperatura de tratamento.

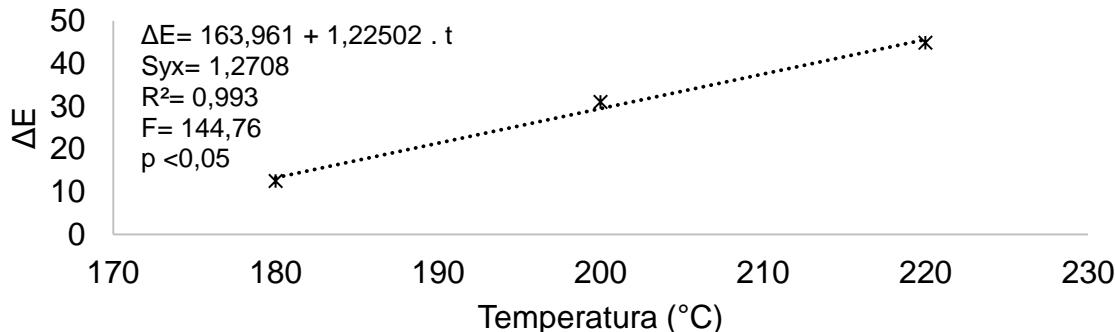
Figura 2 - Níveis de  $C^*$ ,  $h$  em razão da temperatura de termorretificação.



Sabendo-se que os níveis de  $C^*$  estão associados aos níveis de  $a^*$  e  $b^*$ , Zanuccio et al. (2014) relataram que os valores de  $b^*$  são maiores que os de  $a^*$  para madeiras em geral. Portanto, é possível verificar que a matriz amarelo ( $b^*$ ) tem mais influência sobre  $C^*$ , o que explica o comportamento semelhante entre  $b^*$  e  $C^*$ .

O ângulo de tinta  $h$  decresceu conforme cresceu a severidade dos tratamentos. De modo que a 220 °C ocorreu a maior redução (27%) em comparação com as amostras controle. Conforme Pincelli et al. (2012), a diminuição do  $h$  implica na homogeneização da cor da madeira após a termorretificação. Afora os cinco parâmetros colorimétricos básicos, a Figura 3 apresenta a variação total da cor ( $\Delta E$ ) da madeira de *Pinus elliottii*, em função da temperatura de termorretificação.

Figura 3 – Valores da  $\Delta E$  em razão da temperatura.



A variação total de cor ( $\Delta E$ ) foi maior conforme o aumento da temperatura. Conforme os parâmetros estatísticos do modelo linear ajustado na Figura 3, 99% dos dados de  $\Delta E$  foram explicados, o que indica um comportamento retilíneo da variação de cor da madeira em razão da temperatura.

## 4. CONCLUSÕES

Embora nem todos os parâmetros colorimétricos tenham apresentado uma variação retilínea ao longo das temperaturas de tratamento deste estudo ( $a^*$ ,  $b^*$  e  $C^*$ ), a variação da cor da madeira foi maior na medida em maior foi a temperatura de tratamento. A madeira termorretificada de *Pinus elliottii* perdeu seu caráter predominantemente amarelo e apresentou-se mais escurecida e homogênea. Um modelo matemático linear descreveu satisfatoriamente a variação da cor ao longo das temperaturas de tratamento.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOONSTRA, M. J.; PIZZI, A.; OHLMEYER, M.; PAUL, W. The effects of a two stage heat treatment process on the properties of particleboard. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 64, n. 2, p. 157-164, 2006.
- CONTE, B.; MISSIO, A. L.; PERTUZZATTI, A.; CADEMARTORI, P. H. G.; GATTO, D. A. Propriedades físicas e colorimétricas da madeira termorretificada de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 104, p. 555-563, 2014.
- CHEN, Y.; FAN, Y.; GAO, J.; LI, H. Coloring characteristics of in situ lignin during heat treatment. **Wood Science Technology**, v. 46, n. 1, p. 33-40, 2012.
- DELUCIS, R. A.; GATTO, D. A.; CADEMARTORI, P. H. G.; MISSIO, A. L.; SCHNEID, E. Propriedades físicas da madeira termorretificada de quatro folhosas. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 1, p. 99-107, 2014.
- DUBEY, M.K.; JOHN, S.P.; WALKER, J. Changes in chemistry, color, dimensional stability and fungal resistance of *Pinus radiata* D. Don wood with oil heat-treatment. **Holzforschung**, v. 66, n. 1, p. 49-57, 2012.
- GARCIA, R. A; LOPES, J. O; SANTOS, W. A. Modificação da cor original da madeira de *Eucalyptus grandis* através de tratamentos termorretificadores. **Cerne**, v. 20, n. 3, p. 449-457, 2014.
- KAMDEM, D. P.; PIZZI, A.; JERMANNAUD, A. Durability of heat-treated wood. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 60, p. 1-6, 2002.
- PINCELLI, A. L. P. S. M.; MOURA, L. F.; BRITO, J. O. Effect of thermal rectification on colors of *Eucalyptus saligna* and *Pinus caribaea* woods. **Maderas. Ciencia y tecnología**, v. 14, n. 2, p. 239 - 249, 2012.
- POUBEL, D. S.; GARCIA, R. A.; DOS SANTOS, W. A.; OLIVEIRA, G. L.; ABREU, H. S. Efeito da termorretificação nas propriedades físicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea*. **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 391-398, 2013.
- ZANUNCIO, A. J. V.; FARIA, E.S.; SILVEIRA T. A. Termorretificação e Colorimetria da Madeira de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e Ambiente**; v. 21, n. 1, p. 85-90, 2014.