

PROPRIEDADES MECÂNICAS DO *Pinus taeda* TRATADO TERMICAMENTE**MECHANICAL PROPERTIES OF THE *Pinus taeda* HEAT-TREATED**

Marcio Rogério da SILVA¹; José Otávio
BRITO²; Gilmara de Oliveira MACHADO³; Carlito CALIL⁴

RESUMO - O tratamento térmico (ou termorretificação) é conhecido por melhorar a estabilidade dimensional da madeira e por ser uma alternativa ao tratamento preservativo. Durante este processo, a madeira é aquecida em temperaturas superiores à usada na secagem. O calor causa mudanças na estrutura da madeira devido às alterações em seus principais constituintes químicos, podendo implicar em alterações em suas propriedades físico-mecânicas. Neste estudo, foi analisado o comportamento da espécie de *Pinus taeda*, frente a um programa de termorretificação, considerando as alterações nas propriedades mecânicas da madeira termorretificada, comparativamente à madeira “in natura”. O *Pinus taeda* foi termorretificado a temperatura de 180°C, com patamares finais de 30 e de 120 min. O processo de termorretificação foi realizado em atmosfera inerte de gás nitrogênio, com taxa de aquecimento de 0,033°C.min⁻¹, em estufa elétrica. De maneira geral, os resultados nos ensaios das propriedades de resistência apresentaram aumento nos diferentes tratamentos realizados. As propriedades de rigidez nos ensaios de compressão paralela às fibras se mantiveram praticamente estáveis.

Palavras-chave: tratamento térmico, propriedades de resistência e elasticidade.

ABSTRACT – Thermal treatment is known to improve wood dimensional stability and for being an alternative to preservative treatment. In this process, the wood is heated at temperatures higher than the conventional drying one. There are changes in the wood structure, in the main chemical constituents, due to heat, which can provide changes in physical and mechanical properties of wood. In this study, the behavior changes to species of *Pinus taeda* when submitted to thermal treatment were analyzed. The changes of mechanical properties of wood thermally treated and control sample were evaluated. The *Pinus taeda* was thermally treated at temperature 180 °C, with end point of 30 and 120 min. Both thermal treatment were carried out under inert atmosphere of nitrogen gas, with heating rate 0,033 °C.min⁻¹, in an electric laboratory furnace. As a result for different thermal treatment carried out to mechanical properties, the strength of *Pinus taeda* increased. For both treatments, the stiffness properties on compression parallel to grain remained basically stable.

Keywords: thermal treatment, strength and elasticity properties.

¹ Doutorando do Laboratório de Madeiras e Estruturas de madeira LaMEM/EESC/USP, marciomr@sc.usp.br

² Professor do Laboratório de Química, Energia e Celulose LCQE/ESALQ, jotbrito@esalq.usp.br

³ Professora da Universidade Estadual do Centro-Oeste UNICENTRO/PARANÁ,
gilmaramachado@yahoo.com.br

⁴ Professor do Laboratório de Madeiras e Estruturas de madeira LaMEM/EESC/USP, calil@sc.usp.br

INTRODUÇÃO

O calor é um dos mais importantes tratamentos no processamento da madeira. Em alguns tratamentos, como é o caso da secagem, o calor não causa alterações significativas nas propriedades estruturais da madeira, enquanto em outros tratamentos como a carbonização da madeira, a gaseificação e a combustão, a degradação pode ser intensa (BRITO et al., 2008).

O tratamento térmico da madeira ou termorretificação é um método que causa alterações na estrutura da madeira devido à ação do calor. A madeira termorretificada é obtida pelo princípio da termodegradação de seus constituintes na ausência de oxigênio, ou na presença controlada de oxigênio ou ar. É definido, também, como o produto de uma pirólise controlada, interrompida antes de atingir o patamar das reações exotérmicas (que se iniciam aproximadamente à temperatura de 280°C), quando se inicia a combustão espontânea da madeira (BORGES e QUIRINO, 2004).

A parede celular da madeira é uma estrutura complexa formada por camadas de celulose, hemiceluloses, lignina e, em menor quantidade, compostos orgânicos e inorgânicos de baixo peso molecular, chamados de extrativos e cinzas. Na termorretificação, as cadeias de moléculas destes polissacarídeos sofrem diferentes mudanças, dependendo do tipo de molécula e do nível de temperatura. Em altas temperaturas, os grupos acetilas das hemiceluloses reagem formando ácido acético, que divide as cadeias de celulose em pequenas partes. Ao mesmo tempo o calor produz reações de desidratação e oxidação da celulose promovendo a condensação da lignina. Estas reações geram combinações que alteram as propriedades mecânicas e químicas da madeira. O escurecimento da madeira se deve à combinação de todas as reações citadas (WAHL et al., 2004; KARTAL et al., 2007). A extensão das alterações térmicas depende de fatores como a espécie de madeira, a temperatura final, a atmosfera predominante e a duração do processo (SHI et al., 2007).

As propriedades mecânicas da madeira termorretificada foram estudadas por Unsal e Ayrilmis (2005), Pincelli et al. (2002) e, de acordo com os autores, o grau de redução das propriedades mecânicas é dependente da madeira utilizada no tratamento, da temperatura máxima alcançada no processo, e do tempo exposição ao calor. Quanto maior a temperatura utilizada, menor será a resistência mecânica da madeira e maior a sua fragilidade.

Korkut et al. (2008) estudaram as alterações nas propriedades mecânicas da espécie spruce, em que houve redução de 36% na resistência à compressão paralela às fibras e aumento de 39% no módulo de elasticidade na compressão paralela às fibras, para termorretificação a 200°C.

Mburu et al. (2008) estudaram o comportamento da madeira de *Grevillea robusta* frente ao tratamento térmico, nas temperaturas de 220 e 240 °C. Os autores constataram que a redução no módulo de elasticidade à flexão (MOE) foi significativa somente com perda de massa acima de 16%, enquanto que, para o módulo de resistência à flexão (MOR), o efeito da redução da massa foi mais acentuado, mesmo em baixos níveis de degradação.

Sundqvist et al. (2004) estudaram as propriedades mecânicas na madeira birch nas temperaturas de 160, 180 e 200°C com o tempo de tratamento de 1, 2, 5 e 4 h. Constataram que houve um aumento no módulo de elasticidade à flexão (MOE), no módulo de resistência à flexão (MOR) e na resistência ao impacto relacionados ao tratamento em temperaturas de 160, 180 e 200°C com duração de 1 h. Para longos tempos de tratamento a 200°C, as propriedades mecânicas de MOE, MOR e resistência ao impacto foram drasticamente reduzidas.

Os objetivos deste trabalho são propor um método de termorretificação que garanta a distribuição homogênea do calor ao longo de toda a peça de madeira e, avaliar as possíveis alterações nas suas propriedades mecânicas.