

Influência do tempo de termorretificação na perda de massa e absorção de água em lâminas de paricá

Maria Gabriela Sales da Silva¹; Vinícius de Sousa Lima²; Marco Antonio Siviero³; Rita Dione Araújo Cunha²; Sandro Fábio César²; João Miguel Santos Dias¹

¹Laboratório de Estruturas e Materiais de Construção (LEMATCON-Timoshenko), Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Açailândia/MA, Brasil; ² Laboratório de Madeira (LABMAD), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador/BA, Brasil; ³ Grupo Arboris, Dom Eliseu/PA, Brasil – mariasilva.20200006807@uemasul.edu.br

Resumo: Este estudo avaliou a influência do tempo de termorretificação na perda de massa e absorção de água em lâminas de madeira de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*). Para isso, corpos de prova foram submetidos a termorretificação a 180°C por períodos variando de 1 a 10 horas, em intervalos de uma hora. A perda de massa após a termorretificação e a absorção de água após saturação dos corpos de prova foram aferidas e analisadas estatisticamente. Os resultados mostraram que a perda de massa aumentou com o tempo de tratamento na maioria das séries. No entanto, não foi observada influência do tempo de tratamento na absorção de água da madeira de paricá tratada termicamente. Concluiu-se que o tempo de termorretificação influenciou na perda de massa da madeira de paricá, mas não afetou de maneira consistente a absorção de água.

Palavras-chave: Madeira, tratamento térmico, propriedades físicas.

Influence of heat treatment time on mass loss and water absorption in paricá veneers

Abstract: This study assessed the influence of heat treatment time on mass loss and water absorption in paricá wood sheets (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*). Test specimens were subjected to heat treatment at 180°C for periods ranging from 1 to 10 hours, at one-hour intervals. Mass loss after heat treatment and water absorption after saturation of the specimens were measured and statistically analyzed. The results showed that mass loss increased with treatment time in most series. However, no influence of treatment time on water absorption of heat-treated paricá wood was observed. It was concluded that the time of heat treatment influenced the mass loss of paricá wood but did not consistently affect water absorption.

Keywords: Wood, thermal treatment, physical properties.

1. INTRODUÇÃO



Engenharia
Industrial
Madeireira



SOCIEDADE BRASILEIRA
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DA MADEIRA

A madeira tem sido utilizada na construção civil devido à sua versatilidade, estética, disponibilidade e propriedades mecânicas (Cordeiro Júnior *et al.*, 2017). No entanto, este material apresenta algumas desvantagens que limitam seu uso, tais como: higroscopicidade, suscetibilidade à biodegradação e variações dimensionais em função da umidade (Cordeiro Júnior *et al.*, 2017). A biodegradação por fungos está ligada ao teor de umidade da madeira, que varia com as condições ambientais e compromete sua durabilidade (Marais *et al.*, 2022).

Uma forma promover o aumento da resistência à biodegradação da madeira face à ação de fungos, é a redução da sua higroscopicidade e consequente diminuição do teor de umidade de equilíbrio ao ar (Modes *et al.*, 2017). Neste contexto, a termorreificação surge como uma alternativa, sendo um processo que envolve o aquecimento controlado da madeira a temperaturas entre 120 e 200°C, resultando na decomposição parcial das hemiceluloses, cristalização da celulose e alteração da lignina (Modes *et al.*, 2017). Essas modificações resultam na diminuição da higroscopicidade da madeira, o que diminui a probabilidade de ataque por fungos, além de melhorar a estabilidade dimensional e a durabilidade (Hill, 2006; Esteves; Pereira, 2009; Eloy *et al.*, 2022).

Os efeitos da termorreificação na madeira dependem da espécie, meio de aquecimento, temperatura e tempo de tratamento (Esteves; Pereira, 2009). Yang *et al.* (2016) estudaram o efeito da duração da termorreificação em madeira de *Cryptomeria japonica*, sob temperaturas de 170°C, 190°C e 210°C por 1h, 2h e 4h. Os autores observaram que, com o aumento da duração do tratamento, a densidade, o teor de umidade e a higroscopicidade da madeira diminuíram, enquanto a perda de massa, a estabilidade dimensional e a hidrofobicidade aumentaram. Iyola *et al.* (2019) analisaram a madeira de *Ricinodendron heudelotii*, submetida à termorreificação a 120°C, 140°C e 160°C por períodos de 45 e 90 minutos. Os resultados mostraram que o aumento do tempo reduziu a densidade e alterou a cor da madeira. Esteves e Pereira (2008) usaram espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) para analisar *Pinus pinaster* e *Eucalyptus globulus* tratados de 170°C a 210°C por 2 horas e 24 horas, concluindo que a maior duração de tratamento provocou um aumento da perda de massa e estabilidade dimensional e reduziu o teor de umidade de equilíbrio e a resistência à flexão.

A termorreificação poderá ser um tratamento que viabilizará o uso de

espécies com baixa resistência à biodegradação, como por exemplo o paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*). Esta espécie é nativa da região amazônica e se destaca pelo seu rápido crescimento, trabalhabilidade e poucos defeitos naturais. Esta espécie pode ser encontrada tanto em regiões de mata nativa, quanto em áreas de silvicultura (Terezo *et al.*, 2017). Segundo Lima *et al.* (2022), na região Nordeste do Estado do Pará existe uma concentração de indústrias de madeira compensada que utilizam o paricá como matéria-prima (Melo; Del Menezzi, 2014; Vidaurre *et al.*, 2018).

Apesar das vantagens da termorretificação e da necessidade de promover o aumento da resistência à biodeterioração do paricá, de forma a prolongar a durabilidade de painéis de madeira compensada desta espécie, ainda existem poucos estudos acerca dos efeitos deste tratamento nesta espécie. Por conseguinte, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência do tempo de termorretificação na perda de massa e absorção de água de lâminas de paricá.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os corpos de prova (CPs) utilizados neste estudo eram provenientes do alburno de paricá e foram cedidos pelo Grupo Arboris, localizado no município de Dom Eliseu – PA. Foram utilizados CPs com dimensões de (3,0 × 20,0 × 100,0) mm³, sendo a maior dimensão paralela às fibras.

Cada CP teve suas dimensões iniciais aferidas através de um paquímetro digital, com resolução 0,01 mm. As massas iniciais dos CPs foram aferidas com uma balança digital, com resolução 0,01 g. Após a aferição das dimensões e massas iniciais, determinou-se a densidade aparente dos CPs. Para este estudo, foram utilizadas 10 séries com 12 CPs cada. Em cada série, as amostras seguiram a seguinte sequência de etapas: secagem, termorretificação e saturação em água. Para verificar a influência do tratamento de termorretificação, foi utilizada uma série nomeada de grupo de controle (GC), com 12 CPs, que consistia na seguinte sequência de tratamento: secagem e saturação em água.

A temperatura de secagem foi de 103 ± 2°C, enquanto a termorretificação foi realizada a 180°C. A duração do tratamento térmico variou de uma hora a dez horas, com intervalos de 1 hora. Na etapa de secagem, as massas dos CPs foram

aferidas em intervalos de 24 horas, até se obter uma variação inferior a 0,5% entre duas leituras consecutivas (massa anidra). Com essa informação, juntamente com a massa inicial, foi possível determinar o teor de umidade inicial das lâminas de paricá. A etapa de saturação consistiu na imersão dos CPs em água sob temperatura ambiente, com aferição das massas a cada 24 horas até obter-se a massa saturada (massa para a qual a variação de duas leituras subsequentes era inferior a 0,5%).

Após o tratamento, a perda de massa e a água absorvida foram calculadas através das equações (1) e (2). Os resultados foram sujeitos à estatística descritiva, análise de variância (ANOVA) e teste *t-Student* ao nível de 5% de significância através do *software* Excel, além de análises de regressão com o auxílio do *software* Origin.

$$\text{Perda de massa (\%)} = \quad (1)$$

$$\text{Absorção de água (\%)} = \quad (2)$$

Onde: m_a é a massa anidra do corpo de prova (g), m_t é a massa do corpo de prova após a termorretificação (g) e m_s é a massa saturada do corpo de prova (g).

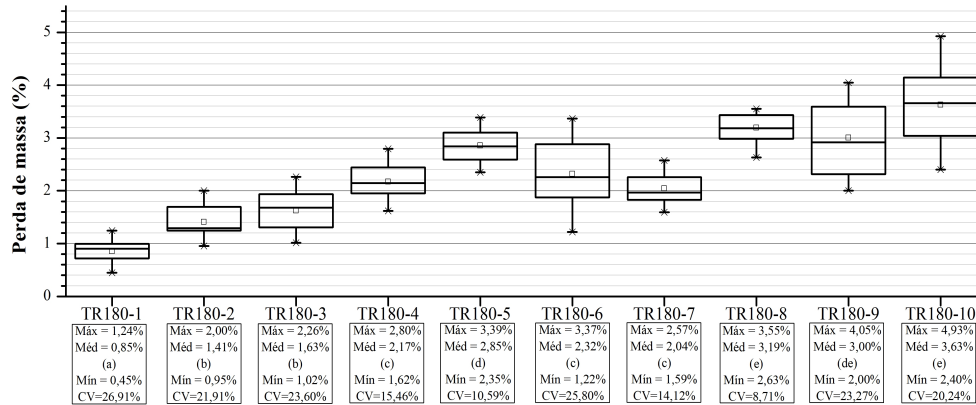
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados valores médios de teor de umidade e densidade aparente iguais a 9,65% e 441,45 kg.m⁻³, respectivamente. A Figura 1 apresenta a distribuição de perda de massa após a termorretificação. Conforme é possível verificar, os valores médios de perda de massa variaram de 0,85% até 3,63%, com uma tendência de aumento em função da temperatura, à exceção das séries TR180-6 e TR180-7. Essa relação direta entre o aumento do tempo de tratamento e a perda de massa está de acordo com os resultados encontrados na literatura (Yang *et al.*, 2016; Iyola *et al.*, 2019; Esteves; Pereira, 2008).

O aumento da perda de massa em função do tempo pode ser atribuído à degradação térmica dos componentes da madeira, como a hemicelulose e extrativos voláteis, visto que estes são sensíveis às altas temperaturas (Esteves;

Pereira, 2009).

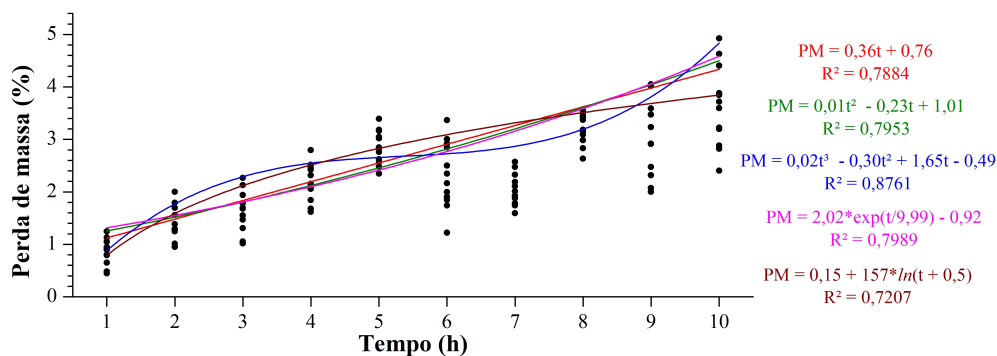
Figura 1. Perda de massa após termorretificação.



CV = Coeficiente de Variação. Médias seguidas pela mesma letra entre parênteses não diferem estatisticamente entre si. Fonte: (Autores).

Os resultados da ANOVA indicaram uma diferença significativa na perda de massa entre as séries. O teste t de *Student* também revelou diferenças estatisticamente significativas na maioria das comparações entre os diferentes tempos de tratamento, como indicado pelas letras distintas após o valor da média na Figura 1. A Figura 2 mostra que a relação entre a perda de massa e o tempo de termorretificação pode ser traduzida por modelos de regressão com coeficientes de determinação (R^2) que variaram de 0,7207 a 0,8761, indicando uma forte correlação entre estas duas variáveis.

Figura 2. Regressão para perda de massa em função do tempo.

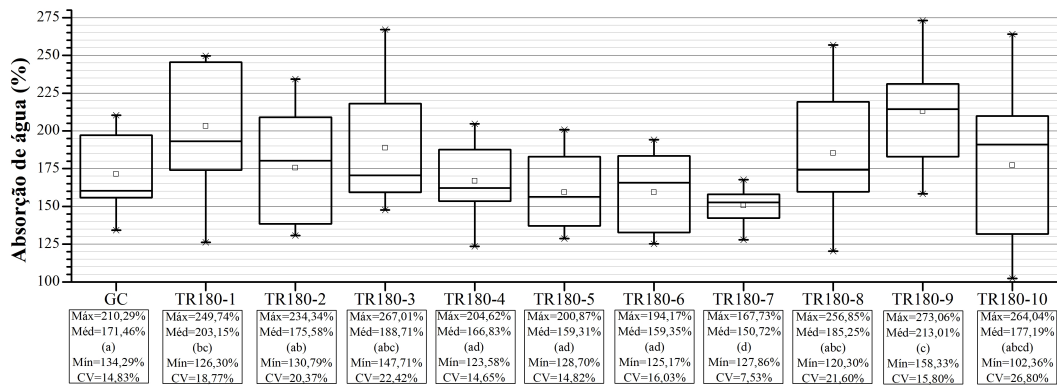


Fonte: (Autores).

A Figura 3 mostra a distribuição dos resultados da absorção de água após a saturação. Os valores de absorção de água dos corpos de prova não seguiram um

padrão em função do tempo de tratamento, sendo que a série TR180-7 apresentou o menor valor médio de absorção de água (150,72%), enquanto a série TR180-9 teve o maior valor (213,01%). As séries com durações de tratamento de 4 horas, 5 horas, 6 horas e 7 horas tiveram médias inferiores às do grupo de controle.

Figura 3. Absorção de água após saturação.



CV = Coeficiente de Variação. Médias seguidas pela mesma letra entre parênteses não diferem estatisticamente entre si. Fonte: (Autores).

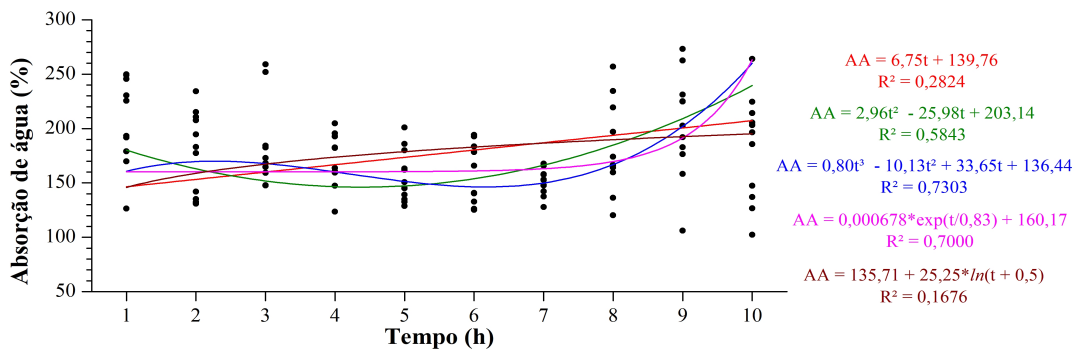
Os resultados da ANOVA mostraram uma diferença significativa na absorção de água entre as séries. No entanto, o teste t de *Student* indicou que, na maioria das comparações entre os diferentes tempos de tratamento, não houve diferenças estatisticamente significativas, como evidenciado pelas mesmas letras após os valores médios na Figura 1. Ademais, apenas as séries com tempos de tratamento de 1 e 9 horas apresentaram médias significativamente superiores ao grupo de controle.

A Figura 4 mostra que a expressão numérica que melhor se ajusta aos resultados da absorção de água em função do tempo de tratamento é a função polinomial de grau 3 (R^2 igual a 0,7303), seguida da função exponencial (R^2 igual a 0,7000). Segundo Esteves e Pereira (2009), a absorção de água tende a diminuir com o aumento do tempo de termorretificação. De fato, as expressões polinomiais de segundo e terceiro grau apresentam uma tendência para a diminuição da absorção de água até à série TR180-7. No entanto, o fato das séries com maior tempo de exposição terem apresentado absorções superiores, poderá ter implicado na diminuição do valor de R^2 , assim como a dispersão dos resultados dentro de cada espécie.

No estudo de Yang *et al.* (2016) sobre a absorção de água em madeira de

Cryptomeria japonica tratada termicamente a 170°C, 190°C e 210°C por 1, 2 e 4 horas, as amostras foram secas e imersas em água destilada sob vácuo por um dia. Os resultados obtidos corroboraram a literatura, uma vez que as amostras tratadas termicamente apresentaram menor absorção de água em comparação com as amostras de controle, e o aumento da duração do tratamento térmico melhorou a resistência da madeira à absorção de água.

Figura 4. Regressão para absorção de água em função do tempo.



Fonte: (Autores).

4. CONCLUSÃO

Este trabalho consistiu na avaliação do tempo de termorretificação na perda de massa e absorção de água em lâminas de madeira de paricá. Foi possível verificar que o aumento da temperatura implicou no incremento da perda de massa. Não foi constatada relação entre a absorção de água e o aumento do tempo de termorretificação.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Grupo Arboris e às instituições que financiaram esta pesquisa através da concessão de bolsas, nomeadamente Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA, Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL.

6. REFERÊNCIAS

CORDEIRO JÚNIOR, C. R.; SILVA, W. C. R.; SOARES, P. T. M. L. Uso da madeira na construção civil. **Projectus**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 79-93, 2017.

ELOY, E.; BANDERA, E.; MANGINI, T. D. S. *et al.* Thermal modification influences the mechanical resistance of wood from forestry species. **Ciência Rural**, v. 53, n. 3, p. e20210467, 2022.

ESTEVES, B. M.; PEREIRA, H. M. Quality assessment of heat-treated wood by NIR spectroscopy. **Holz als Roh-und Werkstoff**, v. 66, p. 323–332, 2008.

ESTEVES, B. M.; PEREIRA, H. M. Wood modification by heat treatment: A review. **BioResources**, v. 4, n. 1, p. 370-404, 2009.

HILL, Callum. **Wood Modification Chemical, Thermal and Other Processes**. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., 2006.

IYIOLA, E. A.; AYANLEYE, S. O.; CATHERINE, O. *et al.* Impact of thermal treatment on anatomical and mechanical properties of *ricinodendron heudelotii* wood. **JJournal of Scientific Research and Reports**, v. 22, n. 05, p. 1-8, 2019.

LIMA, V. S.; NASCIMENTO, S. L.; SANTOS, M. C. *et al.* Avaliação geográfica e econômica das indústrias de compensado no Brasil. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 08, n. 04, 2022.

MARAIS, B. N.; BRISCHKE, C.; MILITZ, H. Wood durability in terrestrial and aquatic environments—A review of biotic and abiotic influence factors. **Wood Material Science & Engineering**, v. 17, n. 2, p. 82-105, 2022.

MELO, R. R.; DEL MENEZZI, C. H. S. Influence of veneer thickness on the properties of LVL from Paricá (*Schizolobium amazonicum*) plantation trees. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 72, n. 2, p. 191-198, 2014.

MODES, K. S.; SANTINI, E. J.; VIVIAN, M. A. *et al.* Effect of heat treatment on mechanical properties of *Pinus taeda* and *Eucalyptus grandis* woods. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 291-302, 2017.

TEREZO, R. F.; LOPEZ, G. A. C.; SAMPAIO, C. A. P. *et al.* Resistência da madeira tratada de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby) ao ataque de cupins. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 8, n. 3, p. 187-193, 2017.

VIDAURRE, G. B.; VITAL, B. R.; OLIVEIRA, A. D. C. *et al.* Physical and mechanical properties of juvenile *Schizolobium amazonicum* wood. **Revista Árvore**, v. 42, n. 1, p. e420101, 2018.

YANG, T. H.; CHANG, C. R.; LIN, C. J. *et al.* Effects of temperature and duration of heat treatment on the physical, surface, and mechanical properties of Japanese cedar wood. **BioResources**, v. 11, n. 2, p. 3947-3963, 2016.