



## IMFLAMABILIDADE DO COMPÓSITO POLÍMERO-MADEIRA APÓS DEGRADAÇÃO POR FUNGOS DE PODRIDÃO BRANCA

DANIEL FERREIRA DOS SANTOS<sup>1</sup>; ANDREY PEREIRA ACOSTA<sup>2</sup>; KELVIN  
TECHERA BARBOSA<sup>2</sup>; RAFAEL BELTRAME<sup>2</sup>; DARCI ALBERTO GATTO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas– dani02ferreira@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul–  
andreysvp@gmail.com; <sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas–  
beltrame.rafael@yahoo.com.br; kelvintecherabarbosa@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas– darcigatto@yahoo.com

### 1. INTRODUÇÃO

Com o intuito de preservar a madeira de ataques de agentes xilófagos e biológicos, surgem atualmente novas formas de preservação e modificação da madeira, seja ela química ou térmica. A modificação química apresenta uma diversidade de métodos, podendo ser por acetilação, furfurilação, metacrilização ou até mesmo por impregnação de resinas. Já a Modificação térmica da madeira ocorre na exposição da mesma a altas temperaturas (SANDBERG; KUTNAR; MANTANIS, 2017).

Entre os diversos tipos de fungos degradadores da madeira, o de podridão branca se caracteriza pelo ataque mais acentuado da lignina e em menor escala a holocelulose. Os fungos geralmente atacam inicialmente os raios da madeira e conforme o avanço longitudinal através dos lúmens acabam degradando a parede celular da madeira para obtenção de nutrientes (GOODELL; QIAN; JELLISON, 2008).

Com a finalidade de preservar a madeira de ataques de fungos, existem inúmeros tratamentos com imensa eficiência. Entre eles, a impregnação de substâncias químicas (monômeros) de baixo peso molecular e baixa viscosidade, para que ocorra o fluxo entre os poros e os componentes capilares da madeira, modificando assim sua estrutura química após polimerização (ACOSTA et al., 2019).

Dentre a gama de monômeros, o metacrilato de metila (MMA) e o estireno se destacam, pois, o MMA por ser um polímero amorfo e de baixo custo, enquanto o estireno apresenta um baixo custo além de ser de fácil produção (ACOSTA et al., 2020).

Segundo MORAIS et.al (2007), após a polimerização, o poli(metacrilato de metila) (PMMA) apresenta como características a durabilidade, insolubilidade além de propriedades térmicas satisfatórias. Já o estireno quando polimerizado de acordo com ACOSTA et.al (2020), apresenta quando compósito polímero madeira (WPC's) inibição ao ataque de cupins subterrâneos, alta rigidez e melhoras nas propriedades térmicas.

Sendo uma das propriedades físicas da madeira a inflamabilidade, ou seja, o estudo sobre a ignição e perda de massa pôr fogo, sua investigação se torna de extrema importância à partir do momento que estruturas de madeira são altamente suscetíveis a esse fenômeno (LOWDEN; HULL, 2013).

Assim, o objetivo deste estudo é analisar um tratamento que preserve a inflamabilidade da madeira após exposição ao fungo de podridão branca *Trametes versicolor*.

## 2. METODOLOGIA

A madeira de *Pinus elliottii* foi oriunda de um plantio de 23 anos localizado em Piratini de Latitude: -31.4421, Longitude: -53.1045 31° 26' 32" Sul, 53° 6' 16" Oeste. O plantio possuía um espaçamento entre as árvores de 2m x 2m, posteriormente ao desbaste e retirada dos discos, foram extraídos 20 amostras prismáticas de madeira de lenho adulto que foram dimensionados em corpos de prova de dimensões 10x10x10 mm<sup>3</sup> (radial x tangencial x longitudinal).

Os corpos de prova foram encaminhados a uma câmara climatizada com 20°C e 65% de umidade relativa do ar e secos em estufa á 70°C até atingirem massa constante, posteriormente preparados para a impregnação com os monômeros MMA e Estireno adquiridos através da Sigma Aldrich. Para preparação do MMA e Estireno, baseou-se em ACOSTA (2020), onde o MMA e o Estireno por serem imiscíveis em água, adicionou-se peróxido de benzoila (1,5%) em uma solução aquosa 98,5% até a homogenização.

A inserção dos polímeros para o interior da madeira ocorreu por vácuo-pressão, aplicou-se inicialmente um vácuo (600mmHg) por 40 minutos para remoção do ar, subsequente houve a inserção dos polímeros para enfim aplicação de uma pressão de 8kgf.cm<sup>-2</sup>. Após 180 minutos, as amostras impregnadas com MMA e Estireno foram cobertas por um papel alumínio para não ocorrer a volatilização por temperatura e encaminhadas á estufa para um ciclo de 24 horas á 50°C e outro de 72 horas á 70°C. Em seguida foram novamente climatizados á 20°C, para estabilização da polimerização.

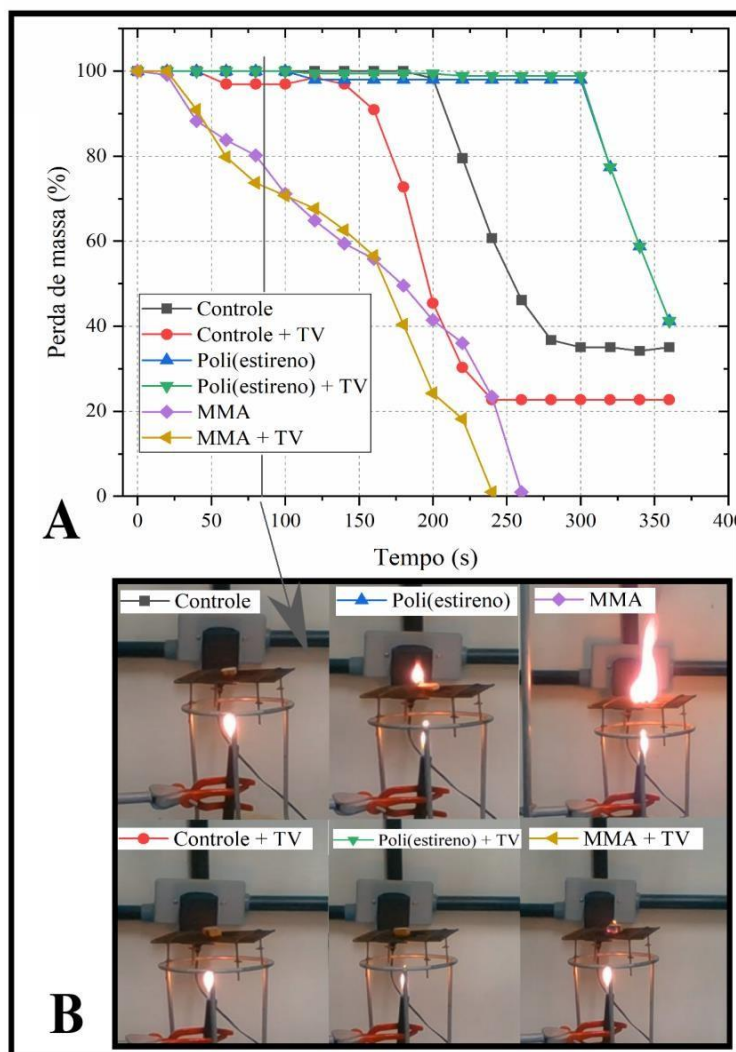
A exposição das amostras sem e com impregnação ao fungo de podridão branca *Trametes versicolor*, foi baseada de acordo com GALLIO et.al (2018), onde as amostras ficaram submetidas ao ataque por 16 semanas com o objetivo de analisar as possíveis alterações químicas.

O teste da inflamabilidade por retardamento em chama foi baseado em ZANATTA et.al (2018), que é mensurado de forma quantitativa e qualitativa, o experimento consiste na fixação das amostras a 10 centímetros de uma haste de aço inoxidável acoplada em uma balança de precisão, onde tal continha um bico de Bunsen conectado com o gás combustível butano. Através da variação do peso durante o processo de queima, pôde verificar a massa residual ao decorrer do tempo, até que atingissem 20% do seu peso.

As amostras foram separadas em Controle, Controle com *Trametes versicolor* (TV), PMMA, PMMA com *Trametes versicolor*, Poli(estireno) e Poli(estireno) com *Trametes versicolor* e expostos em chama até perda de 80% de suas massas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises por retardamento em chama podem ser vistas na Figura 1, que ilustra no plano A, o comportamento das amostras *in natura* e pós impregnação com os polímeros e ambos degradados pelo fungo de podridão branca e o plano B ilustrando o processo de ignição após 80 segundos de teste.



**Figura 1-** Comportamento das amostras quando exposta em chama (A); ignição após 80 segundos de teste (B).

A madeira impregnada com poli(estireno) sofreu perda de 80% de sua massa em aproximadamente 420 segundos, após degradação por fungo de podridão branca manteve uma perda de 80% de massa em 420 segundos. Segundo KRUEGER et.al (2015), apesar do fungo de podridão branca *Trametes versicolor* apresentar exoenzimas modificadoras da lignina, hemicelulose e celulose, o mesmo não é capaz de degradar a camada polimerizada com Poli(estireno), que de acordo com RÂBERG; HAFRÉN (2008) se explica pela razão do Poli(estireno) ser composto somente por hidrocarbonetos, em que cada segundo carbono da cadeia é ligado a um grupo fenil e por possuir um alto número de dupla ligações de carbono, se caracteriza como um polímero que não é facilmente degradado por microorganismos. ESKANDER et.al (2018), ressalta ainda que tal polímero apresenta quando WPC's um bloqueio que dificulta a entrada do oxigênio na zona de combustão do compósito.

A impregnação com MMA alcançou 80% de perda de massa durante a queima em aproximadamente 240 segundos e após degradação por fungo houve um decréscimo não muito significativo. Essa rápida perda de massa da madeira impregnada com PMMA segundo KASHIWAGI et. al (2003) acontece pela rápida liberação de calor e ignição por conta do metacrilato de metila ser um líquido altamente inflamável. O decréscimo quando exposto ao fungo ocorre de acordo com MATTOS et.al (2015), pois o MMA não apresenta qualquer reatividade com a parede celular da madeira.

#### 4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a impregnação com Poli(estireno) se mostrou o mais adequado a não sofrer alterações na inflamabilidade após exposição ao fungo. A impregnação com Poli(metacrilato de metila) não apresentou bons resultados por conta da sua inflamabilidade pós fungo, apresentando um decréscimo, mostrando assim sua ineficiência para tal teste.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, A. P.; SCHULZ, H. R.; BARBOSA, K. T.; GALLIO, E.; GATTO, D. A. COMPOSITOS Polímero-madeira preparados por polimerização in situ com MMA em propriedades físicas de *Pinus elliottii*. **Biofix Scientific Journal**, v. 5, n. 1, p. 80, 2019.
- ACOSTA, A. P.; LABIDI, J.; BARBOSA, K. T.; CRUZ, N.; DELUCIS, R. A.; GATTO, D. A. Termite Resistance of a Fast-Growing Pine Wood Treated by In Situ Polymerization of Three Different Precursors. **Forests**, v. 11, n. 8, p. 865, 2020.
- ESKANDER, S. B.; TAWFIK, M. E.; TAWFIC, M. L. Mechanical, flammability and thermal degradation characteristics of rice straw fiber-recycled polystyrene foam hard wood composites incorporating fire retardants. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 132, n. 2, p. 1115–1124, 2018.
- GALLIO, E.; ZANATTA, P.; RIBES, D. B.; LAZAROTTO, M.; GATTO, D. A.; BELTRAME, R. Fourier transform infrared spectroscopy in treated woods deteriorated by a white rot fungus. **Maderas: Ciencia y Tecnología**, v. 20, n. 3, p. 479–488, 2018.
- GOODELL, B.; QIAN, Y.; JELLISON, J. Development of Commercial Wood Preservatives. Chapter 2: Fungal Decay of Wood : Soft Rot — Brown Rot — White Rot. p. 655, 2008.
- KASHIWAGI, T.; MORGAN, A. B.; ANTONUCCI, J. M.; VANLANDINGHAM, M. R.; HARRIS, R. H.; AWAD, W. H.; SHIELDS, J. R. Thermal and flammability properties of a silica-poly(methylmethacrylate) nanocomposite. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 89, n. 8, p. 2072–2078, 2003.
- KNYAZKOV, A. D.; BOLSHOVA, T. A.; SHVARTSBERG, V. M.; CHERNOV, A. A.; KOROBENICHEV, O. P. Inhibition of premixed flames of methyl methacrylate by trimethylphosphate. **Proceedings of the Combustion Institute**, v. 000, p. 1–9, 2020.
- KRUEGER, M. C.; HOFMANN, U.; MOEDER, M.; SCHLOSSER, D. Potential of wood-rotting fungi to attack polystyrene sulfonate and its depolymerisation by *Gloeophyllum trabeum* via hydroquinone- driven Fenton chemistry. **Plos one**, v. 10, n. 7, p. 1–17, 2015.
- LOWDEN, L.; HULL, T. Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction. **Fire Science Reviews**, v. 2, n. 1, p. 4, 2013.
- MATTOS, B. D.; GATTO, D. A.; MAGALHÃES, W. L. E. Compósitos polímero-madeira preparados por polimerização in situ: conceitos, parâmetros de processo e propriedades. **Revista Ciência da Madeira - RCM**, v. 6, n. 3, p. 129–148, 2015.
- MORAIS, F. A. I. M. B. A. S. I. A. P. A. C.; REVOREDO, G. A. Polímeros a base de metil metacrilato. Importância em odontologia / Polymers a base methylmetacrylate. Importance in dentistry. **IJD. International Journal of Dentistry**, v. 6, n. 2, p. 63–66, 2007.
- RÅBERG, U.; HAFRÉN, J. Biodegradation and appearance of plastic treated solid wood. **International Biodeterioration and Biodegradation**, v. 62, n. 2, p. 210–213, 2008.
- SANDBERG, D.; KUTNAR, A.; MANTANIS, G. Wood modification technologies - A review. **IForest**, v. 10, n. 6, p. 895–908, 2017.
- ZANATTA, P.; PERES, M. L.; GALLIO, E.; RIBES, D. D.; LAZAROTTO, M.; GATTO, D. A., & MOREIRA, M. L. (2018). Redução da inflamabilidade da madeira de *Pinus elliottii* modificada com partículas de TiO<sub>2</sub>. **Matéria (Rio de Janeiro)**.