

## MADEIRAS TRATADAS COM BIODIESEL E SUA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

ANDRÉ TREMPER MINASI<sup>1</sup>; ROSINEI SILVA SANTOS<sup>2</sup>; CLÁUDIO MARTIN PEREIRA DE PEREIRA<sup>3</sup>; RAFAEL BELTRAME<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – andreminasi@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – rosineicaxias@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Pelotas – claudiochemistry@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pelotas – beltrame.rafael@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, equilibrar o consumo energético mundial com a produção de energia limpa, e reduzir os índices alarmantes de aquecimento global, tem si mostrado o grande desafio do século XXI. O baixo desempenho das edificações e a busca pela garantia de conforto dos usuários, tornam a demanda por climatização artificial a principal responsável pelo elevado consumo de energia elétrica das edificações (MACIEL et al., 2021).

No sentido de melhorar o desempenho térmico da edificação, LI et al. (2022) indicam como alternativa, o uso da tecnologia de armazenamento de energia térmica (Thermal Energy Storage - TES), que compreende a possibilidade de armazenar o excesso de energia térmica e libera-la no tempo e local necessário, suprimindo a lacuna entre fornecimento e demanda de calor no ambiente.

Essa tecnologia de armazenamento de energia térmica nos leva a uma classe de materiais, denominados Materiais de Mudança de Fase (Phase Change Materials - PCM) os quais, segundo OLIVEIRA et al. (2022), quando integrados aos componentes construtivos das edificações, possuem alta capacidade de armazenamento de energia na forma de calor latente, promovendo um atraso térmico e amortecimento da amplitude térmica do ambiente.

Uma alternativa de PCM sustentável é o biodiesel, que segundo VIEIRA et al. (2018) é originário de fontes naturais e renováveis, podendo ser extraído de óleo comestível saturado gerado na cocção e fritura de alimentos. SILVA et al. (2015) explica que o biodiesel é constituído de ésteres de ácidos graxos de cadeia longa (ésteres alquila), caracterizando-o como um BioPCM de elevadas propriedades termodinâmicas e de boa compatibilidade com materiais de origem natural, como por exemplo, a madeira, que é amplamente utilizada como material de construção.

A madeira como um material sustentável e renovável, apresenta vantagens construtivas, no entanto, XU et al. (2022) explicam que a capacidade de condicionamento térmico próprio da madeira é insuficiente para atender as demandas energéticas atuais, sendo possível o seu tratamento com PCMs, melhorando suas propriedades de armazenamento de energia térmica.

Importante destacar que, além da capacidade de armazenamento de energia térmica, a madeira tratada com BPCM deve apresentar durabilidade e confiabilidade em serviço, isto é, manter suas propriedades físicas, mecânicas e ambientais durante sua vida útil.

Portanto, este estudo pretende desenvolver um tratamento para madeira com o uso de BioPCM oriundo do óleo residual de fritura, conferindo à madeira e seus produtos propriedades de armazenamento de energia térmica, ao mesmo tempo em que são mantidas as propriedades que o material requer como elemento de

construção. A relevância deste estudo está em abordar o uso de materiais de fonte renovável, aplicar processos sustentáveis e promover a busca pela redução do consumo de energia elétrica nas edificações.

## 2. METODOLOGIA

O presente estudo será desenvolvido em três etapas principais: a primeira será a de produção e análise da matéria prima impregnante (biodiesel), a segunda abordará o processo de tratamento da madeira com o biodiesel e a determinação de algumas de suas propriedades e, por fim, a terceira e última etapa abordará a simulação energética de um ambiente construído, considerando o uso da madeira tratada e suas respectivas propriedades térmicas como material de construção.

Na primeira etapa do estudo, o biodiesel utilizado como impregnante nas amostras de madeira será produzido por meio do processo de transesterificação do óleo de soja residual, oriundo do Restaurante Universitário da Universidade Federal de Pelotas, o qual é utilizado na cocção (fritura) de alimentos servidos à comunidade acadêmica do Campus Capão do Leão.

Será adotado o processo de transesterificação para obtenção de biodiesel a partir de um triglicerídeo, o qual será conduzido de acordo com a metodologia apresentada por DE OLIVEIRA et al. (2013), a qual baseia-se no protocolo de transesterificação em duas etapas base-ácido, originalmente proposto por SAMIOS et al. (2009). O biodiesel produzido será analisado por Espectroscopia Infravermelha com Transformada de Fourier (FT-IR), Cromatografia Gasosa (GC) e Calorimetria de Varredura (DSC).

Na segunda etapa do estudo, serão realizados os tratamentos de impregnação da madeira com o biodiesel produzido, pelos processos de imersão e vácuo-pressão e, a partir das amostras impregnadas, serão realizados ensaios para determinação de algumas propriedades da madeira quanto ao seu comportamento físico, mecânico e biológico.

As madeiras utilizadas serão dos gêneros *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. obtidas de serrarias da região de Pelotas/RS, as quais darão origem à corpos de prova que serão preparados nas dimensões que atendam as normas técnicas de cada ensaio a ser realizado.

As propriedades mecânicas das amostras serão caracterizadas por meio de ensaios em uma máquina universal de ensaios mecânicos, conforme as recomendações normativas da ASTM D143. Os ensaios biológicos com agentes xilófagos irão verificar o comportamento das madeiras à exposição ao fungo de podridão branca.

Para a determinação da condutividade térmica das madeiras, amostras serão submetidas ao ensaio de placa quente protegida, conforme determinações da NBR 15.220 – Parte 4, obtendo as propriedades de condutividade, resistência e transmitância térmica das madeiras, sendo essas as informações necessárias para a realização da simulação energética de edificações.

Em todos os ensaios realizados serão separadas amostras de referências, isto é, sem tratamento com biodiesel, para comparação dos resultados. Todos os dados obtidos serão submetidos à uma análise estatística para verificação e tratamento de dados para um intervalo de confiança de 95%.

O desempenho térmico de madeiras tratadas com biodiesel será avaliado por simulação computacional, sendo avaliada uma habitação de caráter social, utilizando o software EnergyPlus. A simulação levará em conta a possibilidade de

instalação da edificação em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras, avaliando o seu desempenho térmico frente à diferentes condições climáticas.

Os resultados das simulações termoenergéticas serão analisados quanto à capacidade da madeira tratada de reduzir as flutuações de temperatura interna diária da edificação e quanto a respectiva economia de energia com a redução do uso de equipamento de condicionamento de ar.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados preliminares estão relacionados à uma etapa piloto de produção de biodiesel pelo processo de transesterificação e impregnação por imersão de quatro amostras de madeira, sendo duas de *Eucalyptus* sp. e duas de *Pinus* sp.

O processo de transesterificação resultou em uma conversão de 90% do óleo residual de cozinha em biodiesel. A análise por FT-IR indicou que o processo de transesterificação em duas etapas foi eficiente para a conversão do óleo residual de fritura em biodiesel, indicando a presença de ligações químicas típicas esperadas. O ensaio de cromatografia gasosa, indicou a presença de 22 substâncias no biodiesel produzido, sendo que 5 dessas, todos ésteres metílicos, representam mais de 90% do volume total.

Foi observado que a maior parte do biodiesel é constituído de ésteres de cadeia longa ( $C > 16$ ), indicando boa aplicabilidade para fins de armazenamento de energia térmica devido à alta entalpia associada. Por outro lado, as temperaturas de mudança de fase desses ésteres, quando avaliadas individualmente, tendem a ser superiores às temperaturas ambientes desejadas, porém uma análise de seu comportamento como mistura de ésteres deve indicar valores menores, dentro da faixa desejada para conforto térmico.

As amostras de madeira foram pesadas antes e após o processo de imersão, o qual se deu pelo período de 10 dias, e observou-se que as amostras de *Eucalyptus* sp. absorveram uma quantidade menor de biodiesel (em média de 5,3% de sua massa) enquanto as amostras de *Pinus* sp. uma quantidade bem maior (em média 31,0%), o que era esperada devido a diferença de porosidade entre as espécies.

Foram medidas as variações de massas ao longo de 98 dias, tendo o *Eucalyptus* sp. e o *Pinus* sp. apresentado uma perda de massa média de 3,4% e 8,1%, respectivamente, após 34 dias do término da impregnação. Transcorridos 71 e 98 dias após a impregnação, as amostras apresentaram variações de massa menores ou iguais a 1%, indicando que o biodiesel impregnado se manteve estável à matriz, podendo ter ocorrido ainda variação de umidade das amostras, uma vez que as mesmas não ficaram armazenadas em ambiente com temperatura e umidade controlada.

### 4. CONCLUSÕES

O presente estudo, o qual decorre de um projeto de tese de doutorado em ciência e engenharia de materiais pretende desenvolver um tratamento para madeiras com o uso de biodiesel como material de mudança de fase sustentável, e avaliar as propriedades das madeiras tratadas por meio de ensaios mecânicos, físicos e biológicos.

Os resultados preliminares do biodiesel impregnado à madeira se mostram promissores, com elevados teores de ésteres graxos, o que indica uma elevada

capacidade de armazenamento de energia térmica e com boa aderência do biodiesel à matriz da madeira, indicando boa compatibilidade entre os materiais.

A pesquisa terá continuidade tendo como resultados esperados a obtenção de um material de mudança de fase com faixa de temperatura e entalpia adequadas para o armazenamento de energia térmica em edificações; a caracterização do biodiesel originado do óleo residual de fritura como um material de mudança de fase sustentável; a obtenção de madeiras tratadas com satisfatória impregnação de biodiesel e adequadas propriedades mecânicas, físicas e biológicas para o uso construtivo e de armazenamento de energia térmica; e a verificação da eficiência energética do ambiente construído com a madeira tratada com biodiesel por meio de simulação computacional.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE OLIVEIRA, D.; ONGRATTO, D.; FONTOURA, L. A.; NACIUK, F.; DOS SANTOS, V.; KUNZ, J.; MARQUES, M. Obtenção de biodiesel por transesterificação em dois estágios e sua caracterização por cromatografia gasosa: óleos e gorduras em laboratório de química orgânica. **Química Nova**, v.36, n.5, p.734-737, 2013.

LI, D.; ZHUANG, B.; CHEN, Y.; LI, B.; LANDRY, V.; KABOORANI, A.; WU, Z.; WANG, X. Incorporation technology of bio-based phase change materials for building envelope: A review. **Energy and Buildings**. v. 260, p. 111920, 2022.

MACIEL, T. dos S.; LEITZKE, R. K.; DUARTE, C. de M.; SCHRAMM, F. K.; CUNHA, E. G. da. Otimização termoenergética de uma edificação escolar: discussão sobre o desempenho de quatro algoritmos evolutivos multiobjectivo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 4, p. 221-246, out./dez. 2021.

OLIVEIRA, M. M.; LUCARELLI, C. de C.; CARLO, J. C. Uso de materiais de mudança de fase em sistemas construtivos: revisão integrativa de literatura. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p. 67-111, jul./set. 2022.

SAMIOS, D.; PEDROTTI, F.; NICOLAU, A.; REIZNAUTT, Q. B.; MARTINI, D.D.; DALCIN, F.M. A transesterification double step process – TDSP for biodiesel preparation from fatty acids triglycerides. Fuel Processing **Technology**, v.90, p.599-605, 2009.

SILVA, M.; SACARDO, M.; COSTA, A.; ANDREAZZA, J. Determinação de propriedades do óleo residual de frituras, com e sem filtração, em diferentes temperaturas. **XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, Campinas/SP, 2015.

VIEIRA, J.; SOUZA, T.; ROSAS, L.; LIMA, A.; RONCONI, C.; MOTA, C. Esterificação e transesterificação homogênea de óleos vegetais contendo alto teor de ácidos graxos livres. **Química Nova**, v. 41, n. 1, p. 10-16, 2018.

XU, J.; YANG, T.; XU, X.; GUO, X.; CAO, J. Processing solid wood into a composite phase change material for thermal energy storage y introducing sílica-stabilized polyethylene glycol. **Composites Part A**. v. 139, p. 106098, 2020.