

UTILIZAÇÃO DE ANÁLISE TÉRMICA PARA VALORIZAÇÃO E RECICLAGEM DE POLÍMEROS.

Leonardo Cavalheri (FA/NAPI EZC), Eduardo Radovanovic (Orientador). E-mail: eradovanovic@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Tecnológicas, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharia Térmica, Engenharia Mecânica / Controle Ambiental

Palavras-chave: Análise térmica; DSC; Reciclagem de polímeros.

RESUMO

O projeto tem como objetivo desenvolver e aplicar técnicas de análise térmica, especificamente a Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), para a valorização e reciclagem de polímeros. A metodologia envolve a construção de um protótipo de DSC, composto por um sistema de aquecimento controlado. Nos experimentos realizados, foi possível identificar a curva de aquecimento do polímero e determinar a temperatura de fusão, um parâmetro crucial para a reciclagem eficiente. Os resultados indicam que o protótipo desenvolvido é capaz de fornecer dados confiáveis para a caracterização térmica de polímeros, contribuindo para a seleção de materiais e otimização dos processos de reciclagem. Em conclusão, o uso da DSC mostrou-se essencial para entender o comportamento térmico dos polímeros, auxiliando na promoção de práticas de reciclagem mais sustentáveis e eficientes.

INTRODUÇÃO

A análise térmica é um conjunto de técnicas utilizadas para caracterizar as propriedades térmicas dos materiais, observando as mudanças de temperatura e energia à medida que esses materiais são submetidos a condições controladas de aquecimento ou resfriamento. Uma das técnicas mais importantes dentro dessa área é a Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), que tem como objetivo medir o fluxo de calor associado a transições físicas e químicas de uma amostra em função da variação da temperatura. O DSC permite identificar eventos térmicos, como fusão, cristalização, transições vítreas e reações de decomposição, sendo uma ferramenta crucial para a caracterização e análise de materiais, especialmente polímeros (BROWN, 2001).

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver e validar um protótipo de DSC para a análise térmica de polímeros, visando a valorização e reciclagem desses materiais. Trata-se de uma pesquisa experimental, onde se propõe a construção de um dispositivo de baixo custo para a realização de experimentos de DSC. A pesquisa delimita-se no estudo das propriedades térmicas dos polímeros, com enfoque na identificação das temperaturas de fusão, um parâmetro essencial para determinar a viabilidade de reciclagem de materiais poliméricos (GEE, 2005).

A análise térmica não só possibilita a compreensão do comportamento dos polímeros em diferentes condições térmicas, mas também auxilia na seleção de materiais para processos de reciclagem.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na construção do protótipo de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC), a base do protótipo foi construída utilizando impressão 3D, com filamento de PLA, material conhecido por suas boas propriedades mecânicas e facilidade de impressão. Para garantir a estabilidade térmica, a base foi concretada com cimento refratário, que possui alta resistência a temperaturas elevadas e minimiza a interferência externa no sistema de medição térmica.

O sistema de aquecimento do protótipo foi composto por uma resistência elétrica acoplada a uma fonte de tensão, responsável por fornecer o calor necessário para o experimento. Para controlar a temperatura de forma precisa, utilizou-se um controlador externo de temperatura em conjunto com um relé de estado sólido, que permite a modulação eficiente da energia fornecida à resistência. Esse controle é fundamental para a execução de experimentos de DSC, onde variações sutis de temperatura podem afetar os resultados.

Para a coleta de dados, o protótipo foi equipado com um sistema de termopares, conectados a um microcontrolador Arduino. Os termopares foram posicionados de maneira a monitorar as temperaturas da amostra e do sistema de referência, proporcionando dados essenciais para a análise térmica. Os dados coletados foram enviados para um computador, onde foram tratados utilizando a linguagem de programação Python. Para reduzir o erro nos resultados, foi aplicada uma média móvel nos dados de temperatura, permitindo uma análise mais precisa e confiável dos eventos térmicos observados durante os experimentos.



Figura 1 – Protótipo inicial para o experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um experimento realizado com o protótipo de Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) utilizou uma amostra de Ecosano, um composto orgânico comumente utilizado em estudos de transição de fase devido à sua temperatura de fusão bem definida, em torno de 36°C, conforme documentado na literatura (KAYSER, 1997). Durante o teste, foi programada uma rampa de aquecimento controlada, e o protótipo monitorou as variações térmicas na amostra. Os resultados indicaram a ocorrência de uma transição térmica em 41°C.

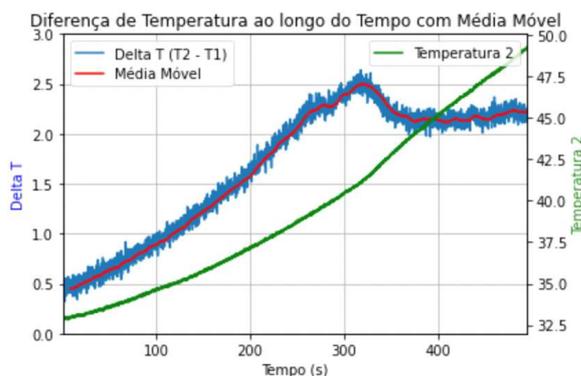


Figura 2 – Gráfico referente ao experimento com Ecosano.

A discrepância entre o valor real e o valor medido neste experimento pode ser atribuída a várias fontes de erro, incluindo a precisão dos sensores de temperatura e a uniformidade do sistema de aquecimento. No entanto, a identificação da transição térmica em uma faixa próxima ao valor teórico demonstra a viabilidade do protótipo para realizar análises térmicas. A melhora deste protótipo com um sistema aperfeiçoado de aquecimento e um sistema de coleta das variações de temperatura na amostra está sendo produzido, esperando obter valores mais precisos e exatos de transições térmicas das amostras numa faixa de temperatura de 20 a 500°C.

CONCLUSÕES

Em conclusão, apesar da diferença entre a temperatura teórica de fusão e o valor obtido experimentalmente, o protótipo mostrou-se funcional para detectar eventos térmicos relevantes. Esses resultados preliminares sugerem que, com melhorias, o protótipo poderá se tornar uma ferramenta eficaz para a análise térmica de polímeros, contribuindo para a reciclagem desses materiais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação Araucária, em especial ao NAPI EZC, pelo apoio e financiamento deste projeto, que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BROWN, M. E. **Introdução à Análise Térmica: Técnicas e Aplicações**. 2. ed. Dordrecht: Springer, 2001.

GEE, C. **Análise Térmica de Polímeros: Fundamentos e Aplicações**. 1. ed. Nova Jersey: Wiley, 2005.

KAYSER, M. **Manual de Materiais de Mudança de Fase**. 1. ed. Nova York: Wiley, 1997.