



## DESENVOLVIMENTO DE NANOCATALISADORES METÁLICOS PARA APLICAÇÃO NA RECICLAGEM DE PET

Vanessa Paola Miranda Zart (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Sílvia Luciana Fávaro Rosa (Orientador), e-mail: vanessa.zart@gmail.com.

Universidade Estadual de Maringá / Departamento De Engenharia Mecânica

### Engenharia Mecânica, Ciência dos Materiais

**Palavras-chave:** Poli(tereftalato de etileno), Nanocatalisadores, Despolimerização

### Resumo:

Neste trabalho foi investigada a eficiência de catalisadores de níquel e cobre no grau de conversão do PET, em diferentes condições. Os catalisadores foram sintetizados pelo método Pechini a 500°C, 700°C e 900°C. Na despolimerização de PET, via glicólise química, variou-se o tempo (3, 4 e 5 horas) e a quantidade de catalisador (10, 35 e 60 mg). Para as reações, seguiu-se um planejamento fatorial  $2^3$  com ponto central. Para avaliar a eficiência destes catalisadores nas reações de despolimerização de PET, utilizou-se uma análise estatística de variância (ANOVA). Afim de otimizar o grau de conversão do PET, foi sugerida a utilização de baixa quantidade de catalisador, maiores tempos de reação e temperaturas de síntese mais elevadas (para catalisadores de cobre). Os catalisadores de níquel apresentaram melhores resultados devido a possibilidade de utilização de pequenas quantidades de catalisador, sintetizados à baixa temperatura, obtendo assim um grau de conversão maior que 90%.

### Introdução

O PET é um polímero termoplástico amplamente utilizado devido às suas excelentes propriedades físicas, químicas e mecânicas. O excessivo consumo



e o inadequado destino desse material causam um grande impacto socioambiental (ZHU, M. et al, 2012).

Para amenizar este impacto, vários métodos de reciclagem vêm sendo apresentados. Devido à possibilidade de obtenção e reaproveitamento de seu monômero, a glicólise química do poli(tereftalato de etileno) tem apresentado um grande destaque. A glicólise consiste em um processo de despolimerização molecular pela transesterificação entre os grupos ésteres do PET e um diol (etilenoglicol), a fim de obter o monômero, o bis(2-hidroxietil)tereftalato (BHET). Neste trabalho, a reação de despolimerização do PET foi realizada utilizando catalisadores nanométricos (óxidos de cobre e de níquel). As nanopartículas de óxido podem exibir propriedades químicas únicas devido à sua dimensão reduzida e à alta densidade de sítios superficiais, além de poderem ser facilmente separáveis do meio reacional devido à sua insolubilidade (RIBEIRO N. F.P, et al. 2011).

## Materiais e métodos

### Materiais

Para a síntese de nanocatalisadores foram utilizados o Etilenoglicol (*Synth*), Nitrato de Cobre II Trihidratado (*Vetec*), Nitrato de Níquel (*Dinâmica*), e Ácido Cítrico (*Anidrol*). Para a despolimerização foram utilizados os nanocatalisadores sintetizados, juntamente com o Etilenoglicol e o Poli(tereftalato de etileno) – fornecido pela PLASPET Maringá.

### Métodos

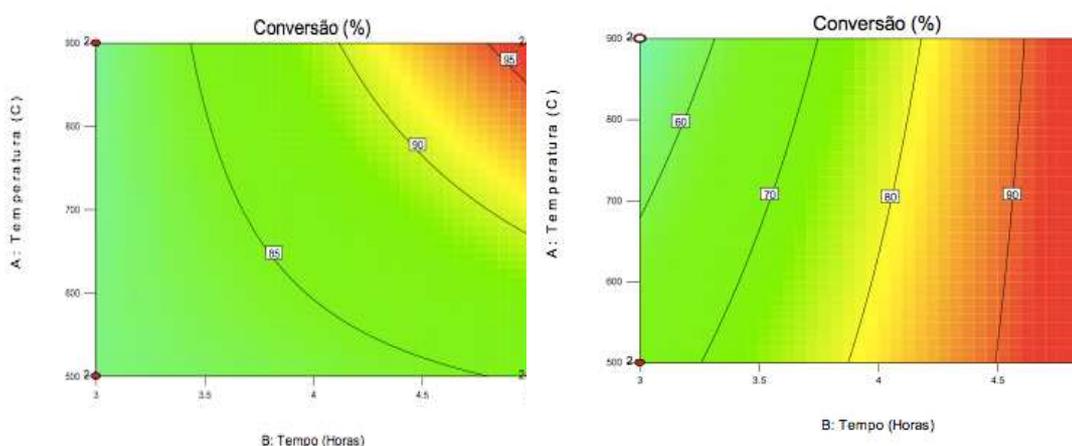
As nanopartículas foram sintetizadas tomando como base o método *Pechini*. Inicialmente, reagiu-se o nitrato metálico com o ácido cítrico e o etileno glicol à uma temperatura de aproximadamente 110°C, para permitir a reação de esterificação, resultando em uma resina polimérica altamente viscosa. Esta resina foi aquecida a uma temperatura inicial de 250°C e posteriormente calcinada nas temperaturas de 500°C, 700°C e 900°C, seguindo o planejamento fatorial. Nesta etapa, houve a formação dos óxidos metálicos nano estruturados. O material foi em seguida utilizado como catalisador nas reações de despolimerização de PET via glicólise química. A temperatura estabelecida para a reação de glicólise foi de 185°C e o tempo de reação variou entre 3, 4 e 5 horas, de acordo com o planejamento fatorial utilizado



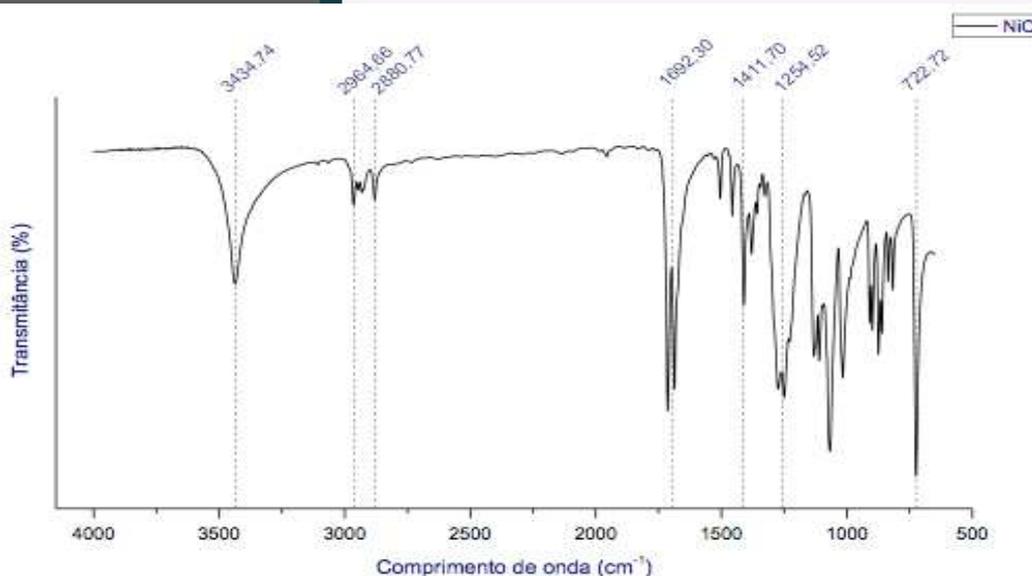
neste trabalho. A solução resultante da reação de glicólise originou o bis(2-hidroxietil)tereftalato (BHET) sólido. Este monômero, assim como os nano catalisadores, foram analisados por meio de diferentes técnicas de caracterização.

## Resultados e Discussão

O grau de conversão e o rendimento das reações foram calculados para cada experimento. Os dados obtidos foram analisados através do software Design-Expert®, obtendo-se os valores dos efeitos principais, de interação e a análise de variância (ANOVA). A partir disso, pôde-se perceber que o tempo foi o fator que mais influenciou positivamente o grau de conversão. Além disso, a utilização de menores quantidades de catalisador pode otimizar o processo de conversão. Para a despolimerização realizada utilizando nano catalisadores de níquel, a temperatura de síntese não apresentou grande influência no grau de conversão, como pode ser visto na Figura 1. Portanto, as nanopartículas de níquel podem ser sintetizadas em baixa temperatura (500°C), e pequenas quantidades desse catalisador (10mg) são suficientes para alcançar um alto grau de conversão (~ 99%) num tempo de 5h de reação. O produto obtido (BHET) apresentou um alto grau de pureza, coincidindo com o produto comercial, segundo as análises realizadas e apresentadas na Figura 2.



**Figura 1** – Gráfico de contorno indicando o grau de conversão do PET (tempo x temperatura), com catalisadores de cobre (a) e níquel (b).



**Figura 2** - Análise de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) de um dos produtos (BHET) obtidos através da despolimerização, utilizando catalisadores de níquel.

## Conclusões

O catalizador de níquel obteve melhores resultados no processo de conversão do PET além de sua síntese não requerer altas temperaturas. Dessa forma, o custo, o gasto de energia e o tempo da síntese desses catalisadores podem ser reduzidos. O produto obtido (BHET) apresentou um alto grau de pureza, coincidindo com o produto comercial, segundo as análises realizadas. Este pode ser posteriormente aplicado na produção de plásticos e/ou outros materiais, agregando assim ao resíduo da reação de despolimerização um valor comercial.

## Referências

ZHU, M. et al. Investigation of solid catalysts for glycolysis of polyethylene terephthalate. **Chemical Engineering Journal**, Beijing v. 185-186, p. 168177, 2012.

RIBEIRO N. F.P., SOUZA M. M.V.M., Nanocatálise: aspectos fundamentais e aplicações, **ComCiência** no.130 Campinas, 2011.