

# Hidrólise básica de PET pós-consumo para a produção de ácido tereftálico por reciclagem química.

Agne R. Carvalho<sup>1</sup> (PG)\*, Angelo R. S. Oliveira<sup>1</sup> (PQ), Maria Aparecida F. César-Oliveira<sup>1</sup> (PQ).

<sup>1</sup>UFPR - Departamento de Química - LEQUIPE - Laboratório de Química de Polímeros e Síntese Orgânica, CEP: 81531-980 - Centro Politécnico - Jardim das Américas - Curitiba/PR - e-mail\*: agne@ufpr.br; mafco@ufpr.br.

Palavras Chave: PET, ácido tereftálico, hidrólise básica, reciclagem química, sal de amônio quaternário.

## Introdução

Atualmente, o PET é um dos termoplásticos mais produzidos no mundo. O sucesso deste material deve-se à sua excelente relação entre as propriedades mecânicas, térmicas e o custo de produção. No Brasil, a principal aplicação do PET está na indústria de embalagens (71%) que, devido à curta vida útil destes artefatos, faz com que o PET corresponda a 20% do total de polímeros presente no resíduo sólido urbano. A reciclagem sistemática de PET é a solução para minimizar esse impacto ambiental, e pode ser realizada basicamente de quatro maneiras: reciclagem mecânica de polímeros pré-consumo e pós-consumo, química e energética. A reciclagem química, que leva à formação dos monômeros do PET, é o único método aceitável de acordo com os princípios do desenvolvimento sustentável, além de permitir a produção de polímeros que podem ser utilizados na confecção de embalagens, sem a restrição do risco de contaminação biológica, diminuindo sensivelmente o uso de matérias-primas provenientes do petróleo. Na reciclagem química do PET, ocorre a despolimerização total ou parcial do mesmo, dependendo do método e da utilização futura, e pode ser realizada através da glicólise, metanolise, hidrólise e aminólise. Comercialmente, os dois primeiros processos são os mais utilizados, no entanto, há um interesse crescente na hidrólise por ser o único método que gera, em apenas uma etapa, os monômeros ácido tereftálico e etileno glicol. A literatura apresenta alguns resultados de obtenção de ácido tereftálico a partir da hidrólise do PET em meio alcalino, ácido e neutro, comprovando a viabilidade da proposta. Porém, esses estudos utilizam catalisadores economicamente inviáveis. Neste trabalho, foram investigadas diferentes condições experimentais, bem como o uso de catalisadores diferenciados, para a produção de ácido tereftálico a partir da hidrólise básica de PET pós-consumo, oriundo de garrafas de refrigerante.

## Resultados e Discussão

As etapas da reação de hidrólise básica de PET estão apresentadas na Figura 1. O ácido tereftálico produzido em todas as reações foi caracterizado por FTIR e RMN de <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C. A pureza do ácido produzido foi determinada por titulação indireta e a degradação de PET foi calculada através da relação mássica entre a massa de PET que restou ao final da reação e sua massa inicial. Foram testados três catalisadores em reações realizadas em triplicata, durante 5 horas a 90°C, em solução de NaOH. Os catalisadores usados neste tipo de reação são, geralmente, sais de amônio quaternário, que agem

como agentes de transferência de fase. Dessa forma, o catalisador facilita a despolimerização do PET pelo ataque dos ânions <sup>-</sup>OH através de um mecanismo interfacial. O ânion tereftalato produzido retorna, então, para a fase aquosa.

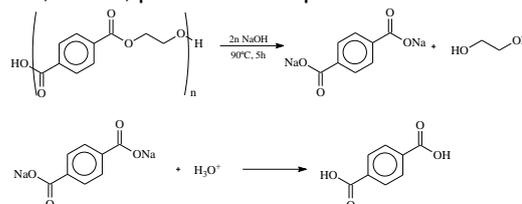


Figura 1. Reação de hidrólise básica do PET.

Os resultados das reações estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Rendimentos das reações de hidrólise.

Catalisador	Rendimento %	Degradação de PET %	Pureza %
HTMA	81	90	98
HDMEA	87	93	98
HDMBA 50%	38	52	97

Estes resultados, em conjunto com os espectros de FTIR e RMN de <sup>1</sup>H e <sup>13</sup>C, evidenciam o sucesso das reações, produzindo ácido tereftálico com alta pureza. Pode-se observar que o uso do catalisador HDMEA (brometo de hexadecil-dimetil-etil-amônio) proporcionou melhores rendimentos e maior porcentagem de degradação de PET. O brometo de hexadecil-trimetil-amônio (HTMA) também gerou bons resultados, ao contrário do uso HDMEA (solução aquosa de cloreto de hexadecil-dimetil-benzil-amônio 50%). O fato do meio reacional estar mais diluído neste último caso pode ter afetado a eficiência da reação, ao contrário dos dois primeiros catalisadores, que foram utilizados no estado sólido. Além disso, o anel aromático pode ter causado impedimento estérico, dificultando o processo.

## Conclusões

O método utilizado foi eficiente na produção de ácido tereftálico, minimizando o impacto ambiental gerado pelo descarte inadequado de garrafas PET. Dentre os catalisadores testados, em substituição aos descritos na literatura, o HDMEA se mostrou mais viável economicamente na geração de resultados satisfatórios.

## Agradecimentos

Ao DQI/UFPR, CAPES, MCT e à FINEP (Convênio FINEP 01.06.1208.00 - COPRODUTOS), e ao CNPq (Projeto 574689/2008-7).

<sup>1</sup>Romão, W. et al. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*. 2009, 19, 121.

<sup>2</sup>Awaja, F. e Pavel, D. *Eur. Polym. J.* 2005, 41, 1453.

<sup>3</sup>Kosmidis, V.A. et al. *Macromol. Mater. Eng.* 2001, 286, 640.