

USO DO LÍQUIDO IÔNICO HIDROGENOSSULFATO DE TRIETILAMÔNIO [TEA][HSO₄] NA RECICLAGEM QUÍMICA DE POLÍMEROS

Fabiana de Oliveira Pereira^{1*} Adriele Sabrina Toderó¹ Paloma Truccolo Reato¹ Marcelo Luis Mignoni¹

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus de Erechim – Av. Sete de Setembro, 1621, Bairro Fátima, Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil. *fabiana.opereira10@gmail.com

Resumo/Abstract

RESUMO - Investigou-se a eficiência do líquido iônico [TEA][HSO₄] na despolimerização de microplásticos de PET e PS. O [TEA][HSO₄] foi sintetizado e usado como catalisador em etanólise a 100°C em reator autoclave por 6, 24 e 48h. FTIR mostrou formação de monômeros (ácido tereftálico e etilenoglicol) no PET e parcialmente estireno no PS, com maior conversão em tempos mais longos. O líquido iônico se manteve estável e reutilizável, sendo uma alternativa sustentável.

Palavras-chave: Microplásticos, Despolimerização, Líquidos Iônicos.

ABSTRACT - The efficiency of [TEA][HSO₄] in depolymerizing PET and PS microplastics was studied. [TEA][HSO₄] was synthesized and used as a catalyst in ethanolysis at 100°C in an autoclave for 6, 24, and 48h. FTIR revealed monomer formation (terephthalic acid and ethylene glycol) in PET and partial styrene in PS, with higher conversion over longer times. The ionic liquid remained stable and reusable, offering a sustainable option.

Keywords: Microplastics, Depolymerization, Ionic Liquids.

Introdução

A crescente presença de microplásticos (MPs) no meio ambiente representa uma ameaça à biodiversidade e à saúde humana, exigindo soluções sustentáveis para sua mitigação. Neste contexto, este trabalho avalia o uso do líquido iônico Hidrogenossulfato de Trietilamônio ([TEA][HSO₄]) como catalisador na despolimerização de microplásticos de PET e poliestireno (PS), alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os líquidos iônicos (LIs) são solventes neotéricos com propriedades como baixa toxicidade, alta estabilidade térmica, reciclabilidade e forte capacidade de solvatação, permitindo reações mais seletivas e eficientes em condições brandas (1). Seu uso na reciclagem química tem se mostrado promissor, otimizando processos como hidrólise, etanólise e glicólise, com menor consumo energético e menor geração de subprodutos (2). O [TEA][HSO₄], em particular, destaca-se por ser reutilizável, de baixo custo e eficaz na quebra de cadeias poliméricas (3), contribuindo para um modelo de economia circular e práticas ambientalmente mais seguras.

Experimental

Síntese do [TEA][HSO₄].

O líquido iônico foi sintetizado por reação de trietilamina com adição de H₂SO₄ por gotejamento, em banho de gelo, seguido de agitação por 2h a temperatura ambiente (25-28°C), como esquematizado na Figura 1. e purificação em rotaevaporador a 95°C (rendimento: 90%) (4).



Figura 1. Esquema de produção do Líquido Iônico [TEA][HSO₄] em banho de gelo.

Despolimerização.

Microplásticos de PET e PS (<5mm) foram submetidos a etanolise (1g polímero, 10g [TEA][HSO₄], 10mL etanol) em reator autoclave a 100°C por 6, 24 e 48h. Posteriormente, LIs foram analisados por FTIR após filtragem e rotaevaporação.

Resultados e Discussão

Síntese do [TEA][HSO₄].

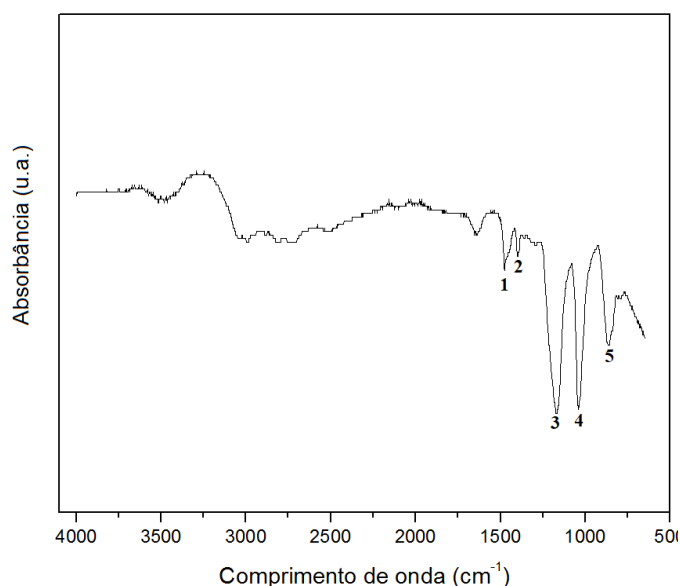


Figura 2. Análise ATR-FTIR do líquido iônico [TEA][HSO₄].

Na Figura 2, confirma-se a síntese do LI com as bandas 1, 2, 3, 4 e 5, em 1438 e 1475 cm⁻¹ (CH₂); 1230 cm⁻¹ (C-N); 1060 cm⁻¹ (S-O) e 850 cm⁻¹ (SO₂), respectivamente.

Despolimerização do PET.

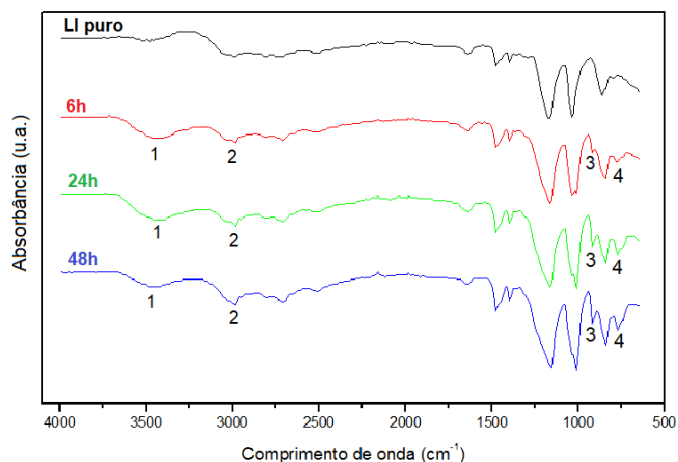


Figura 3. Análise ATR-FTIR amostras do líquido iônico pós reações de despolimerização com o PET.

A análise da Figura 3 revela quatro picos principais: em ~3500–3600 cm⁻¹ (ligação O–H), ~2900 cm⁻¹ (grupos -CH₃ e -CH₂-), ~920 cm⁻¹ (presença de etilenoglicol), ~775 cm⁻¹ (deformação fora do plano de C–H em anéis aromáticos) (5).

Despolimerização do PS.

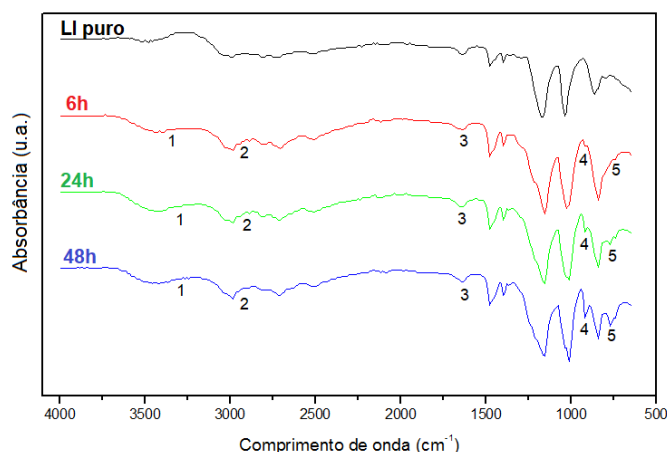


Figura 4. Análise ATR-FTIR amostras do líquido iônico pós reações de despolimerização com o PET.

A Figura 4 apresenta cinco picos principais: entre 3200–3600 cm⁻¹ (O–H), 2850–2960 cm⁻¹ (C–H sp³), 1640–1680 cm⁻¹ (C=C vinílico), 910–990 cm⁻¹ (=C–H vinílico) e 750–770 cm⁻¹ (C–H em anéis aromáticos monossustituídos), indicando a formação de estireno e a preservação parcial da estrutura do PS durante a despolimerização (6).

Conclusões

O [TEA][HSO₄] foi eficiente na despolimerização de PET e parcialmente de PS, com maior conversão em tempos prolongados. Sua estabilidade e reutilização o tornam promissor para reciclagem química sustentável.

Agradecimentos

Agradeço à FAPERGS (Fndação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) e à URI (Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões).

Referências

1. R. Zhang, *et al. Industrial & Engineering Chemistry Research*, **2023**, 62 (30), 11851-11861.
2. I. Cano, *et al. Applied Catalysis B: Environmental*, **2020**, 260, 118110.
3. F. J. Gschwend, *et al. Green Chemistry*, **2018**, 20(15), 3486-3498.
4. J. L. Bernardi, Dissertação de Mestrado, URI, 2023.
5. G. Vanini, *et al. Polímeros*. **2013**, 23(3), 425-431.
6. O. Villegas-Camacho, *et al. Data in Brief*, **2024**, 55, 110612.