



13ª FEBRAT

ESTUDO DA SÍNTESE DE MATERIAL SULFONADO A PARTIR DE RESÍDUOS DE POLIESTIRENO

Brenda Nayara Costa, *Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas,*
155499aluno@etmsl.com.br

Lorena Vitória dos Santos Coelho, *Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas,*
10567aluno@etmsl.com.br

Yann Karinn Arraes, *Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas,*
00981aluno@etmsl.com.br

Amanda Dias Martins, *Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas,*
11228aluno@etmsl.com.br

Aline Gonçalves Pereira, *Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas,*
14034aluno@etmsl.com.br

Marley Beatriz de Assiz Lima, *Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas,*
marleybeatriz@etmsl.com.br

Fernando Augusto Moreira, *Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas,*
fernandoaugusto@etmsl.com.br

Categoria: E

Palavras-chave: Polímero. Reação de Sulfonação. Resíduos Sólidos.

Resumo expandido

Este estudo surge a partir da preocupação crescente com o meio ambiente e a sociedade, especialmente em relação ao descarte inadequado de resíduos plásticos, como o poliestireno e o poliestireno expandido (EPS). Esses materiais são amplamente utilizados em embalagens, na construção civil e em produtos descartáveis, mas apresentam um grande desafio devido à sua baixa taxa de reciclagem e o acúmulo desses resíduos, que frequentemente se fragmentam em microplásticos e contaminam ecossistemas aquáticos e terrestres em razão da sua dificuldade de degradação ambiental. Estima-se que o plástico representa cerca de 12% de todos os resíduos sólidos urbanos no mundo (UNEP, 2024), com uma produção anual de aproximadamente 400 milhões de toneladas (ONU, 2021). Desses, aproximadamente 13% são de EPS, um dos principais poluentes encontrados nos rios e oceanos. Todo esse



13^a FEBRAT

descarte contribui para as 8 a 12 milhões de toneladas de plásticos que acabam nos mares todos os anos (JAMBECK et al., 2015). Nesse contexto, o objetivo da pesquisa é avaliar a viabilidade da síntese de material sulfonado a partir de resíduos de poliestireno, com ênfase em sua caracterização físico-química e no estudo do processo de sulfonação como estratégia de valorização e reaproveitamento desses resíduos pela análise do comportamento de polímeros reciclados, influência do tempo reacional e da composição dos resíduos na eficiência da modificação química, abrangendo as ODS 6 (Água Potável e Saneamento), 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima). A pesquisa foi realizada em escala de laboratório, tomando como referência a metodologia descrita no estudo de sulfonação de poliestireno reciclado de Livia Barcelos (2023). Inicialmente, foram coletadas amostras de poliestireno (PS), polipropileno (PP) e poliestireno expandido (PSE), submetida a etapa de fragmentação, de modo a facilitar o manuseio experimental. Em seguida, procedeu-se à caracterização físico-química dos materiais por meio de análises de teor de cinzas e matéria orgânica. O processo experimental incluiu ainda a síntese de sulfato de prata, empregado como catalisador na reação de sulfonação em condições controladas de temperatura, agitação e tempo de reação. As amostras de poliestireno e poliestireno expandido foram submetidas a etapa de sulfonação com ácido sulfúrico concentrado, neutralização com hidróxido de amônio com 30% de pureza e purificação por precipitação com álcool etílico e posteriormente filtrado e secado. Para avaliar a eficiência da reação, foram analisados parâmetros como variação térmica, consumo de ácido e o rendimento das amostras sulfonadas. Os resultados obtidos evidenciaram diferenças marcantes entre os polímeros analisados. O poliestireno expandido (PSE) apresentou teor médio de cinzas de 4,13%, significativamente superior ao observado para o poliestireno convencional (PS), que foi de 1,30%, e para o



13^a FEBRAT

polipropileno (PP), com 0,35%. Esse elevado teor de cinzas do PSE sugere maior presença de impurezas inorgânicas, possivelmente relacionadas à sua estrutura porosa e à incorporação de aditivos ou cargas minerais durante o processo produtivo (SANTOS et al., 2016; SILVA; MELO, 2020). O PP, embora tenha apresentado a maior pureza (99,65% de matéria orgânica e apenas 0,35% de cinzas), não foi selecionado para a reação de sulfonação devido às características estruturais menos favoráveis, já que sua cadeia saturada não apresenta anéis aromáticos capazes de sofrer substituição eletrofílica aromática, etapa fundamental do processo de sulfonação (VOLLHARDT; SCHORE, 2018). Nos testes de reação, o PS mostrou-se mais promissor, com maior consumo de ácido sulfúrico (9,89%) e formação de produto com características compatíveis ao poliestireno sulfonado, enquanto o PSE apresentou o consumo de 2,93% sugerindo maior reatividade do PS em comparação ao PSE. Souza et al. (2021), destaca o PS como um dos polímeros aromáticos mais favoráveis à modificação química via sulfonação. A síntese do sulfato de prata alcançou rendimento de 75,07%, confirmando a viabilidade da utilização do catalisador, embora perdas operacionais e a solubilidade residual tenham influenciado o resultado. Apesar das etapas de neutralização e purificação terem sido realizadas com sucesso, o teste experimental de sulfonação não obteve resultados conclusivos quanto à modificação química efetiva. O processo de filtração demonstrou a necessidade de meios filtrantes mais eficientes, destacando-se a utilização de membranas como alternativa promissora para a separação do produto final. Conclui-se que os objetivos propostos foram alcançados, uma vez que foi possível caracterizar os resíduos e identificar parâmetros críticos do processo de sulfonação. O trabalho reforça a importância de otimizar as condições experimentais, especialmente no que se refere à pureza dos resíduos e ao tempo de reação, e aponta a continuidade da investigação como essencial para



13^a FEBRAT

superar limitações observadas através de análises de espectroscopia FTIR, análise elementar (CHNS/O), microscopia eletrônica de varredura (MEV), difração de raios X (DRX), análise térmica (TGA/DSC) e análise de adsorção. Os resultados obtidos estabelecem uma base sólida para pesquisas futuras e destacam o potencial do poliestireno sulfonado para aplicações tecnológicas e ambientais, como resinas de troca iônica, membranas e agentes floculantes.

Referências

JAMBECK, J. R. et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/768>. Acesso em: 22 abr. 2025.

OLIVEIRA, Livia Barcelos de. Sulfonação do poliestireno expandido reciclado para preparação de resina de troca iônica e sua aplicação em tratamento de água. Belo Horizonte: CEFET, 2023. Disponível em: <https://sig.cefetmg.br/sigaa/verArquivo?idArquivo=5602247&key=c9ce4b8a6dfd46ab7ecdd211e3d7c107>. Acesso em: 13 abr. 2025.

ONU – Organização das Nações Unidas. Relatório sobre poluição por plásticos. Nova York, 2021. Disponível em: <https://www.un.org>. Acesso em: 25 mar. 2025.

RODRIGUES FILHO, Guimes; ASSUNÇÃO, Rosana M. N. de; MARQUES, Flavia C. A.; CORRENTE, Natália G.; MEIRELES, Carla da S.; CERQUEIRA, Daniel A.; LANDIM, Alan S. Síntese de poliestireno sulfonado para aplicações no tratamento de água produzido a partir de copos e bandejas descartadas de poliestireno. *Química Nova*, v. 31, n. 8, p. 2004-2008, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/HQZjWyrfgQqFbpGfGNkdSYm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 3 out. 2024.

SANTOS, J. C. et al. Síntese e caracterização de resinas sulfonadas a partir de poliestireno expandido para aplicação em sistemas de troca iônica. *Revista Brasileira de Engenharia Química*, São Paulo, v. 4, p. 789–802, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-6632.20160324s1470>. Acesso em: 29 abr. 2025.

SILVA, R. A.; MELO, D. F. Avaliação das previsões de sulfonação de poliestireno expandido para produção de resinas trocadoras iônicas. *Revista Virtual de Química*, Rio de Janeiro, v. 1, p. 210-223, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22280/revvirtualq.v1i1.1150>. Acesso em: 29 abr. 2025.



13^a FEBRAT

SOUZA, A. M. et al. Modificação química de polímeros pós-consumo via sulfonação: Uma abordagem ambientalmente responsável. *Química Nova*, v. 44, n. 2, p. 185-193, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20200123>. Acesso em: 3 jun. 2025.

VOGEL, A. I. *Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry*. 5. ed. Pearson Education, 1996. Disponível em: <https://archive.org/details/VogelsTextbookOfPracticalOrganicChemistryFifthEdition>. Acesso em: 5 jun. 2025.

VOLLHARDT, K. P. C.; SCHORE, N. E. *Química Orgânica: Estrutura e Função*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

UNEP – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. *Turning off the Tap: How the world can end plastic pollution and create a circular economy*. Nairobi, 2023. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/report/turning-tap-how-world-can-end-plastic-pollution-and-create-circular-economy>. Acesso em: 4 mar. 2025.