



ELUTRIAÇÃO: POTENCIAL MÉTODO DE SEPARAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS

Lorena Aguiar da Silva¹, Fernanda Carinha Medeiros², Alessa Moraes³, Eduardo Pinto de Brito⁴, Christiane Saraiva Ogrodowski⁵

¹Acadêmica do Curso de Nutrição, Polo Rio Grande -RS, Universidade Cesumar – UNICESUMAR. loaguiarsilva@gmail.com

²Acadêmica do Curso de Engenharia Química, Campus Rio Grande-RS, Universidade Federal do Rio Grande (FURG). fe.cmediros@gmail.com

³Acadêmica do Curso de Engenharia Química, Campus Rio Grande-RS, Universidade Federal do Rio Grande (FURG). alessamoraes68@gmail.com

⁴Acadêmico do Curso de Engenharia de Automação, Campus Rio Grande-RS, Universidade Federal do Rio Grande (FURG). eduardobritofurg@gmail.com

⁵Orientadora, Doutora, Docente no Curso de Engenharia Química, FURG. Pesquisadora da Escola de Química e Alimentos – EQA. christianeogrodowski@furg.br

RESUMO

Microplásticos podem causar grande impacto ao meio ambiente e a saúde dos seres vivos, sendo importante identificar e quantificar sua presença na água, no ar e no solo. A elutriação é um sistema de separação sólido-sólido capaz de separar esses materiais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do método de elutriação para separação de microplásticos. Foi montado um sistema de elutriação com sensores de temperatura e vazão, além de um microcontrolador Arduino Due em linguagem C++ e um display LCD. As partículas poliméricas analisadas foram polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS) e policloreto de vinila (PVC). O processo de elutriação deste estudo apresentou potencial na separação de microplásticos, pois foi observado de forma visual separação desses materiais.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminantes emergentes; Mitigação; Polímeros.

1 INTRODUÇÃO

Resíduos plásticos (detritos muito pequenos de ≤ 5 mm de tamanho) estão aumentando no meio ambiente e se denominam microplásticos. Esses fragmentos são extremamente persistentes no meio ambiente, devido à sua natureza química, que dificultam sua degradação. A contaminação por microplásticos em ambientes terrestres e aquáticos tem recebido imensa atenção em pesquisas devido à sua potencial ecotoxicidade e propriedade de biomagnificação ao entrar na cadeia alimentar (YADAV et al., 2025). Dentre os microplásticos detectados em água engarrafada, de torneira e de estações de tratamento na Europa, Ásia e Américas, predominam fragmentos e fibras de PET, PE, PP e PS (YANG et al., 2024)

A quantificação de microplásticos é altamente relevante para a avaliação dos impactos antropogênicos em ecossistemas aquáticos e terrestres e depende da eficácia de métodos para separar microplásticos de matrizes ambientais (MONTEIRO E COSTA, 2022).

Massarani (2001) descreveu que a elutriação é um método de separação sólido-sólido utilizado para partículas finas com base nas suas características de tamanho, formato e densidade. Nesse procedimento, as partículas são submetidas a um fluxo de fluido que escoar em sentido oposto ao movimento natural de sedimentação.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial do método de elutriação para separação de microplásticos.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de separação sólido-sólido, foi montado conforme Figura 1. Neste foram acoplados os sensores de temperatura, localizado no tanque de alimentação e o de vazão, posicionado entre a válvula e a coluna de elutriação, além de um microcontrolador Arduino Due em linguagem C++ e um display LCD.

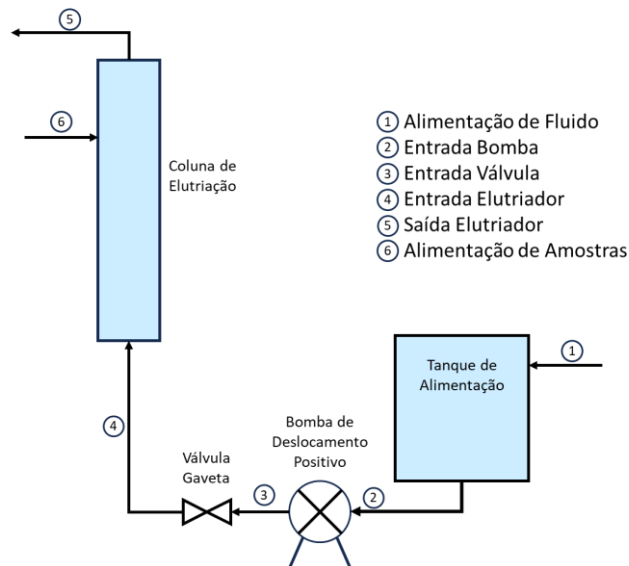


Figura 1: Fluxograma do Sistema de Elutriação para separação dos microplásticos
Fonte: Dados da pesquisa

As partículas poliméricas analisadas foram polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS) e policloreto de vinila (PVC). As mesmas foram selecionadas com base em trabalhos anteriores de Rossatto, 2019 e de Morales, 2023, os quais identificaram os polímeros mais abundantes na água da Laguna dos Patos e na areia da Praia do Cassino, ambos localizados na Cidade do Rio Grande, no extremo sul do Rio Grande do Sul. As partículas poliméricas na escala de μm foram obtidas após a redução de tamanho em moinho de facas modelo WILLY WILL – 6354-P-3 durante 15 minutos e peneiradas em plataforma agitada com seis peneiras de abertura de malha entre 1000 e 210 μm , utilizando 50 g do material. As partículas de areia foram padronizadas por peneiramento em plataforma agitada utilizando seis peneiras com abertura de malha entre 1000 e 210 μm .

Foi utilizada uma bomba peristáltica no sistema de elutriação e a vazão aplicada foi calculada partindo do tamanho das partículas selecionadas. Com os diâmetros e densidade dos materiais, foi calculada a velocidade terminal da partícula através das correlações de Coelho-Massarani (Equação 1 e 2).

$$C_D Re^2 = \frac{4 \rho (\rho_s - \rho) g d_p^3}{3 \mu^2}$$

$$Re = \left[\left(\frac{C_D Re^2}{24} \right)^{-n} + \left(\frac{C_D Re^2}{0,43} \right)^{-\frac{n-1}{2}} \right]^{-\frac{1}{n}} \quad n = 0,95 \quad \text{Equação 1}$$

Equação 2

Legenda: Re = número de Reynolds; vt = velocidade terminal (m/s); ρ = densidade do fluido (kg/m^3); ρ_s = densidade do sólido (kg/m^3); μ = viscosidade do fluido (Pa.s); $g = 9,81 \text{ m/s}^2$; d_p = diâmetro da partícula (m); $n = 0,95$.



Para as separações foram misturados 60 g de areia com 1,5 g de microplásticos na proporção de 1:1:1:1 para cada polímero. A amostra sólida foi inserida na coluna de elutriação com auxílio de um êmbolo e o ensaio teve duração de 7 minutos. Após foi realizada observação visual de microplásticos separados

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do processo de elutriação foi observado de forma visual, a separação de microplásticos como apresentado na figura 2. Este trabalho está de acordo com o de Monteiro e Costa, 2022, o qual relata que a identificação, quantificação e caracterização de microplásticos podem ser baseadas em métodos de caracterização visual por meio de avaliação a olho nu, baseado em características morfológicas e /ou físicas.



Figura 2: Microplásticos observados no Sistema de Elutriação.
Fonte: Dados da pesquisa

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os microplásticos podem causar grande impacto ao meio ambiente e a saúde dos seres vivos. Sendo assim, é extremamente importante identificar e quantificar sua presença na água, no ar e no solo e baseado nisto propor tecnologias sustentáveis para sua remoção ou mitigação nesses locais.

A elutriação é um sistema de separação sólido-sólido capaz de separar esses materiais.

REFERÊNCIAS

MASSARANI, G. Fluidodinâmica em Sistemas Particulados. Programa de Engenharia Química COPPE UFRJ. 2o Edição. 2001.

MONTEIRO, S. S.; COSTA, J. P. Methods for the extraction of microplastics in complex solid, water and biota samples. **Trends in Environmental Analytical Chemistry**. V. 33, n. e00151, 2022.



MORALES, J. M. Ocorrência de microplásticos na Praia do Cassino e avaliação de um sistema de separação sólido-sólido por elutriação. Universidade Federal do Rio Grande – FURG. 2023.

ROSSATTO, A. Processo de elutriação para separação de microplásticos presentes em águas lagunares. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande – FURG. 2022

YADA, B.; GUPTA, P.; KUMAR, V.; UMESH, M.; SHARMA, D.; THOMAS, J.; BHAGAT, S. K. Potencial health, environmental implication of microplastics: A review on its detection. **Journal of contaminant Hydrology**. V. 268, n. 104467, 2025.

YANG, L.; KANG, S.; LUO, X.; WANG, Z. Microplastics in drinking water: A review on methods, occurrence, sources, and potential risks assessment. **Environmental Pollution**. v. 348, n. 123857, 2024.