

QUANTIFICAÇÃO DE MICROPLÁSTICOS

Gabriela Oliveira Sales¹

gabriela.salesyy@outlook.com

Escola Técnica Estadual Irmã Agostina

Klauss Engelmann

klauss.engelmann@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia Luigi Papaiz

1. INTRODUÇÃO

Microplásticos são definidos como fragmentos de polímeros orgânicos sintéticos de tamanhos entre 1×10^{-4} mm e 5mm [1], cuja elevada persistência na água remete a uma série de preocupações ambientais e questões de saúde pública. De tal modo, na literatura, estes são considerados contaminantes emergentes, [2] o que remete à necessidade de monitorar sua presença no ambiente e buscar por metodologias de descontaminação.

A carência de métodos analíticos validados para quantificação de microplásticos tem como consequência o monitoramento incipiente dos níveis de contaminação dos corpos d'água bem como a dificuldade de avaliar a eficácia de novos métodos de descontaminação. Diante desta problemática, o potencial de aplicação da gravimetria à avaliação de sistemas contendo partículas plásticas baseia-se na variação de massa pela evaporação da água. Ainda, a possibilidade de aplicação da espectrofotometria de absorção molecular para avaliação de métodos de remoção de microplásticos parte da hipótese de que essas partículas sejam capazes de desviar parte da luz incidente, que, ao não alcançar o detector, poderiam gerar sinais analíticos proporcionais à sua quantidade no meio, uma vez que na presença de partículas de tamanho maior que o comprimento de onda da radiação emitida, há a atenuação da luz devido aos desvios sofridos por ela [3].

Assim, o intuito desta pesquisa é verificar a aplicabilidade dos métodos analíticos da gravimetria e da espectrofotometria à quantificação de microplásticos e à avaliação

da eficácia de metodologias de remoção destes.

2. METODOLOGIA

Cinco lotes de suspensões padrão de microplásticos de poliestireno foram obtidos por emulsão O/A e evaporação de solvente. Para tanto, a fase orgânica, composta por 0,125 g de poliestireno dissolvido em 12 mL de clorofórmio, foi vertida sobre a fase aquosa, contida em um bquer encamisado e composta por 70 mL de uma solução de Tween-80 a 2,5%. O sistema foi vedado com uma tampa de látex à qual foi conectada uma bomba a vácuo para remoção do solvente orgânico. A agitação e o aquecimento do sistema foram mantidos até que houvesse a evaporação do solvente com o auxílio de um agitador magnético e de um banho-maria a 80°C fluindo pelo bquer encamisado. As partículas foram lavadas quatro vezes com auxílio de uma centrífuga para eliminar resquícios do emulsificante.

Para a análise gravimétrica, três placas de Petri previamente pesadas receberam amostras de 1 mL e 2 mL da suspensão de microplásticos e foram mantidas em estufa a 105°C por 24h, sendo pesadas após atingir temperatura ambiente em um dessecador.

Para a análise espectrofotométrica, três lotes de suspensões estoque de microplásticos foram obtidos por emulsão O/A com evaporação de solvente. A fase orgânica, composta por 0,065 g de poliestireno dissolvidos em 6 mL de clorofórmio, foi vertida na fase aquosa, 35 mL de uma solução aquosa de álcool polivinílico (PVA) a 1%, e submetidos a um banho de ultrassom e aquecimento a 80°C por 30 min dentro de uma

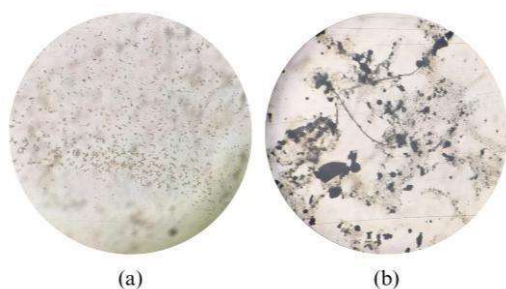
capela de exaustão. A suspensão em branco foi obtida de forma similar, porém, o poliestireno não foi adicionado à fase orgânica.

A morfologia das partículas foi observada em microscópio óptico sob aumento de 400x. A suspensão foi mantida em repouso por 24h e o sobrenadante foi coletado e utilizado para uma varredura em espectrofotômetro no espectro de luz visível. Para construção de uma curva analítica, foram preparadas sete suspensões diluídas a partir da suspensão estoque com concentrações que variam de 12 a 85%. O comprimento de onda de máxima absorbância foi selecionado para leitura das suspensões diluídas contra o branco. Em seguida, cerca de 2 mL do padrão foram submetidos a métodos físicos de remoção: filtração em filtro de seringa, filtro qualitativo e centrifugação por 3 min a 4000 rpm. As amostras coletadas após aplicação dos métodos de remoção foram lidas em espectrofotômetro utilizando mesmo comprimento selecionado anteriormente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As micropartículas obtidas utilizando a agitação magnética apresentaram formas esféricas, enquanto os obtidos utilizando banho de ultrassom apresentaram formatos e tamanhos irregulares e distribuição aleatória, como verifica-se na figura 01.

Figura 01– Micropartículas de poliestireno obtidas com agitação magnética (a) e banho de ultrassom (b) sob aumento de 400 x.



Fonte: os autores (2024/2025)

As massas médias de microplásticos aferidas após as análises gravimétricas são apresentados na tabela 01.

Tabela 01 – Dados da análise gravimétrica de suspensão de microplásticos

Volume da amostra (mL)	Massa de microplásticos (g)
------------------------	-----------------------------

1	0,0021 ± 0,0010
2	0,0024 ± 0,0014

Fonte: os autores (2024/2025)

Os baixos valores encontrados para a massa de microplásticos através da análise gravimétrica são um reflexo das perdas de material plástico, que se agregou ao béquer encamisado e agitador magnético durante o processo de emulsão O/A e evaporação do solvente. Tendo em vista os limites de detecção da balança analítica, verificou-se que a avaliação de sistemas de remoção de microplásticos por meio da gravimetria não seria viável.

Durante a varredura no espectro visível, verificou-se que a absorbância era reduzida com o aumento do comprimento de onda, o que pode estar relacionado ao fato que comprimentos de onda menores - azul ou ultravioleta - são mais fortemente desviados por pequenas partículas, enquanto comprimentos de onda maiores (vermelho e infravermelho) tendem a penetrar nas partículas e sofrer menor espalhamento [4]. Portanto, o comprimento de onda de 400 nm foi selecionado para as análises. Para os lotes 1, 2 e 3, os valores do coeficiente de determinação (R^2) obtidos foram respectivamente: 0,9619; 0,9799 e 0,9965. A redução da absorbância causada pela diluição da suspensão padrão sugere a relação de proporção entre a abundância de partículas no meio e o sinal analítico por elas gerado, evidenciado pelo alinhamento dos pontos analisados frente a reta média.

As porcentagens de remoção relativa de cada método avaliado estão apresentadas na tabela 02. **Tabela 02** – Porcentual de remoção determinado para cada método de remoção de microplásticos.

Sistema de remoção	Remoção média
Centrifugação	49,4 ± 30,0%
Filtro de seringa	87,6 ± 10,8%
Filtro comum	13,1 ± 4,7%

Fonte: os autores (2024/2025)

As taxas de remoção dos métodos de filtração têm relação com a dimensão dos poros do filtro de seringa (0,22 µm) e do filtro qualitativo (3 µm), uma vez que este método se baseia na retenção física das micropartículas cujo tamanho é maior que o

dos poros da membrana, de modo que, partículas muito diminutas ou fibrosas podem não ser retidas [5]. Para a centrifugação, verificou-se grande variação entre a eficácia de remoção encontrada para cada lote, o que pode estar relacionado à diversidade de tamanhos apresentados pelas partículas, já que há limitações para aplicação deste método a partículas muito diminutas ou de baixa densidade [6]. Embora tenha sido possível mensurar a capacidade de remoção de cada método físico, isto é, a redução da quantidade de microplásticos em relação à suspensão inicial não tratada, não foi possível quantificar os microplásticos em termos de quantidade de partícula ou massa.

4. CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a aplicação da gravimetria à avaliação de métodos de remoção de microplásticos é inviável em função da limitação da sensibilidade da balança analítica. Por sua vez, a espectrofotometria de absorção molecular representa uma alternativa promissora para avaliar a eficácia de remoção de microplásticos, baseando-se nos desvios da luz causados pelas partículas dispersas, os quais são interpretados como absorbância proporcional à concentração dessas partículas na amostra. Verificou-se que a absorbância de suspensões padrão de microplásticos é reduzida com o aumento do comprimento de onda, sendo a absorbância máxima obtida a 400 nm.

Por meio da construção de curvas analíticas utilizando o padrão obtido por emulsão O/A com evaporação de solvente, a eficácia de três métodos físicos de remoção foi estudada, sendo a filtração em filtro de seringa a mais eficaz e a filtração em filtro comum a menos eficaz, observação que corrobora com a relação de diâmetro dos poros desses filtros com a eficiência de remoção. A centrifugação mostrou remoção intermediária, porém com alta variedade, possivelmente decorrente da diversidade no tamanho das partículas, conforme evidenciado por microscopia óptica. Embora o método seja aplicável para avaliar a

remoção relativa, a quantificação direta dos microplásticos por espectrofotometria não foi alcançada.

Como perspectiva para trabalhos futuros, destacam-se a determinação dos limites de detecção e a avaliação da exatidão do método. Espera-se que este estudo contribua para o aprimoramento de técnicas de remoção e para o desenvolvimento de novas metodologias analíticas voltadas à quantificação de microplásticos, contaminantes emergentes de crescente preocupação ambiental.

REFERÊNCIAS

- [1.] BARNES, D. et al. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, v. 364, n. 1526, p. 1985-1998, jul. 2009.
- [2.] CARVALHO, K.; WIDMER, W.; LIRA, C. Metodologias para Quantificação de Microplásticos nas Águas do rio Cubatão do Sul, Palhoça - Santa Catarina. *Estrabão*, v. 2, p. 210-219, dez. 2021.
- [3.] MIE, G. Beitrage zur Optik truber Medien, speciel Kollaidaler Metallosungen. *Annalen der Physik*, vol. 25, n. 3, pp.337-447, jan. 1908.
- [4.] GENC, S.; ICOZ, K.; ERDEM, T. Numerical analysis and experimental verification of optical scattering from microplastics. *Royal Society Open Science*, v. 10, n. 8, p. 230586, ago. 2023.
- [5.] LIU, Q. et al. Current status of microplastics and nanoplastics removal methods: Summary, comparison and prospect. *Science of The Total Environment*, v. 851, p. 157991, dez. 2022.
- [6.] GIGAULT, J. et al. Current opinion: What is a nanoplastic? *Environmental Pollution*, v. 235, p. 10301034, abr. 2016.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são dedicados à Faculdade de Tecnologia Luigi Papaiz, à Escola Técnica Estadual Irmã Agostina e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte
que permitiu a realização deste projeto.

¹ Aluna de IC com bolsa CNPq Programas de
Iniciação Científica e Tecnológica (PICT)
2024/2025, projeto nº1087.