



T R A B A L H O 26

MICROPLÁSTICOS EM AREIA COSTEIRA: PROTÓCOLO DE COLETA E CARACTERIZAÇÃO MICROSCÓPICA E ESPECTROSCÓPICA

Marina Da Silva Sacramento

Elton Jorge da Rocha Rodrigues

Maria Inês Bruno Tavares

RESUMO: Este estudo elabora e implementa um protocolo preliminar de coleta e caracterizações de microplásticos na areia da Praia Vermelha, no Rio de Janeiro. Utilizando metodologia in loco baseada em flotação e caracterizações microscópica e espectroscópica, foram identificados 32 microplásticos, majoritariamente de poliestireno expandido (isopor). Os resultados revelaram predominância da morfologia “espuma”, coloração branca e alto grau de degradação, especialmente na seção próxima à atividade comercial. A identificação dos polímeros permite traçar rotas potenciais de origem e subsidiar políticas públicas voltadas à economia circular, logística reversa e educação ambiental. A metodologia proposta mostrou-se eficaz, reproduzível e relevante para estudos em áreas costeiras urbanas altamente impactadas.

PALAVRAS-CHAVE: Microplásticos, área costeira, espectroscopia FTIR, economia circular, poluição marinha.

INTRODUÇÃO

A poluição por microplásticos representa um desafio emergente na gestão ambiental, particularmente em regiões costeiras, onde a atividade humana intensa contribui significativamente para a introdução desses contaminantes no ecossistema. Os microplásticos (MPs) são definidos como partículas plásticas com dimensões inferiores a 5 mm (Xu *et al.*, 2020), podendo ser classificados como primários, quando produzidos intencionalmente nessa forma, ou secundários, resultantes da degradação de plásticos maiores (Debroas *et al.*, 2017; Olivatto *et al.*, 2018; Idris *et al.*, 2023).

Estudos demonstram que os microplásticos já foram detectados em diversos ambientes — desde águas oceânicas profundas até praias urbanas — e em diversos organismos (Lebreton *et al.*, 2018; Sterl *et al.*, 2020, Phan *et al.*, 2024). A identificação e caracterização desses materiais são essenciais para compreender seu ciclo ambiental e propor estratégias eficazes de mitigação.

No contexto brasileiro, a Praia Vermelha, situada na cidade do Rio de Janeiro, é um ambiente costeiro de relevância ambiental e turística, apresentando uma dinâmica peculiar devido à sua localização próxima ao Pão de Açucar e à Baía de Guanabara. Considerando os desafios impostos pela poluição plástica, torna-se fundamental a realização de estudos sistemáticos que investiguem a presença, tipologia e possíveis origens dos microplásticos nesse ambiente.

O presente trabalho visa apresentar, a metodologia da coleta preliminar e os resultados obtidos, enfatizando a importância da coleta padronizada e da caracterização microscópica e espectroscópica dos microplásticos para subsidiar ações de políticas públicas voltadas à economia circular, logística reversa e preservação ambiental.

OBJETIVO

Elaborar e implementar um protocolo para padronização de coleta da areia de praia, e desenvolver uma metodologia de caracterização dos microplásticos encontrados nesta areia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- | Elaborar um protocolo preliminar de coleta da areia de praia;
- | Coletar e detectar amostras de microplásticos encontrados nas areias da Praia Vermelha (RJ);
- | Implementar o método de flotação *in loco*;
- | Tratar a amostragem de microplásticos no laboratório;
- | Determinar o sequenciamento de técnicas de caracterizações para identificar os tipos de microplásticos presentes nestes;
- | Identificar a morfologia dos microplásticos encontrados nas areias da praia;
- | Identificar o polímero-base dos produtos plásticos geradores dos microplásticos encontrados nas areias da praia.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

Localizado na cidade do Rio de Janeiro, o bairro da Urca é considerado um dos pontos turísticos indispensáveis à visitação, devido a praias com águas calmas. Este bairro é situado margem oeste da Baía de Guanabara e conta com um número de população e urbanização elevada, o que intensifica a preocupação na preservação ambiental (KJERFVE, 1997). A Baía de Guanabara está localizada no Estado do Rio de Janeiro, entre os paralelos 22°24" e 22°57" de latitude Sul e meridianos 43°33' e 43°19' Oeste, e constitui um estuário com cerca de 380 km² de área total, incluindo as ilhas no seu interior, que somam aproximadamente 59 km² (KJERFVE, 1997). A Praia Vermelha localizada nas coordenadas 22°57'19.0"S/43°9'53.48"W, com 280 metros de extensão, apresenta um perfil em rampa e plano com inclinação de 17° para o mar (AMADOR, 1997). Com poucas variações morfológicas e com largura entre 40-48 metros, além de ser formada por areia quartzosa grossa, com o predomínio de 75- 86% (da fração 0,500 mm), seguida de 11-25% de areia considerada muito grossa (1 mm).

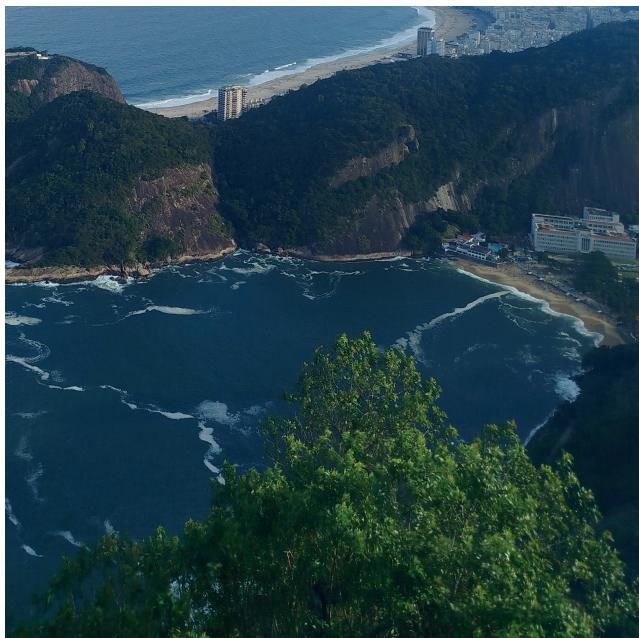


Figura 1: Praia Vermelha, Urca, Rio de Janeiro.

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Para a escolha da praia também foi levada em consideração o acesso livre ao mar, para que caso houvesse uma deposição de MPs, os mesmos não fossem afetados por estruturas impostas pelo homem, como quebra-mares. O período escolhido para implementação do protocolo preliminar de coleta da amostragem na praia foi a primavera, no dia 12 de dezembro de 2023, no período de 06:00h às 09:00h, em vista que às 09:10h a maré começaria a subir novamente, de acordo com a Marinha do Brasil (2023).

MATERIAIS

Os materiais utilizados neste estudo na etapa de coleta das amostragens *in loco* e tratamento das amostras no laboratório estão listados a seguir:

1. Fita métrica 100m
2. Marcadores de 50cm x 50cm
3. Estacas sinalizadoras de madeira
4. Tecido Voal
5. Baldes de metal
6. Pás de metal
7. Frascos de armazenamento e transporte de vidro
8. Régua de metal
9. Peneira metálica 2,35 mm
10. Peneira metálica 0,85 mm
11. Colher de metal
12. Pinça
13. Rastreador de GPS
14. Estufa
15. Erlenmeyer
16. Funil de Buchner
17. Água destilada
18. Placas de petri
19. Recipiente de vidro
20. Pinça

Todos os materiais utilizados foram de metais e/ou vidro, a fim de que se evitasse uma contaminação por produtos plásticos.

DEMARCAÇÃO DE ÁREA

Para realização da demarcação da área foram escolhidas 5 seções no tamanho de 50cm x 50cm, que foram sinalizadas na linha de costa, que também é considerada como linha da maré. Para a identificação do momento da maré alta, foi realizada uma consulta na página eletrônica da Marinha do Brasil, onde foi indicado os dias e horários a serem escolhido para coleta (Marinha do Brasil, 2023). Considerando a demarcação da área, os 5 pontos foram demarcados no sentido Sul-Norte, pelas coordenadas de GPS, conforme Tabela 1. Os posicionamentos das seções foram determinados de forma aleatória por um gerador de números eletrônico. As 5 seções estabelecidas foram demarcadas na linha de maré e sinalizadas com estacas de madeira.

Tabela 1: Demarcação das seções pelas coordenadas de GPS.

Seção	Localização	Coordenadas
Seção 1	11m	22°57'22"S 43°09'53"O
Seção 2	22m	22°57'22"S 43°09'53"O
Seção 3	41m	22°57'21"S 43°09'53"O
Seção 4	49m	22°57'20"S 43°09'54"O
Seção 5	97m	22°57'19"S 43°09'53"O

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

COLETA DE AMOSTRAS

Utilizando pás de metal a areia foi coletada até uma profundidade de 5cm, que foi marcada com uma régua de metal, na parte plana da areia, sendo desconsiderados os picos e o vales, uma vez que a areia se encontrava perturbada pela atividade humana. Para auxiliar em uma cava constante, foi cavado 5cm em um dos lados do quadrado e em seguida dos outros lados, sendo então formando um L.

Em seguida a coleta da areia e deposição da mesma em um balde de metal, iniciou-se o processo de flotação dos microplásticos. Esse processo foi capaz de separar os MPs contidos na areia selecionada, através da água filtrada que foi acrescentada no balde com a areia, recebendo uma agitação manual vigorosa por 4 min. Para cada uma das 5 seções, foi realizada uma subdivisão de 3 partes das areias contidas no balde. Essa subdivisão fez-se necessária, uma vez que a quantidade de areia deveria ser inferior à quantidade de água. Logo, no processo de flotação, os MPs emergiram por separação de densidade.

A seguir, os resíduos encontrados na superfície da água foram despejados na sequência de peneiras de 2,35mm e 0,85mm, para que os itens que tivessem entre essas granulometrias foram condicionados em um recipiente de vidro, utilizando o auxílio de uma colher e pinça de metal. Estes reservatórios foram rotulados com os números das seções para o transporte ao laboratório. Esse protocolo preliminar de coleta foi realizado nas 5 seções escolhida ao longo da extensão da Praia Vermelha.

De forma a reduzir a contaminação por fibras de roupas foi de extrema importância posicionar-se contra os ventos. Todos os itens menores que 0,85mm, incluindo a areia, que passou pelo processo de peneiramento foram desconsiderados. Uma vez, implementada a etapa *in loco* do protocolo, inicia-se a etapa laboratorial.

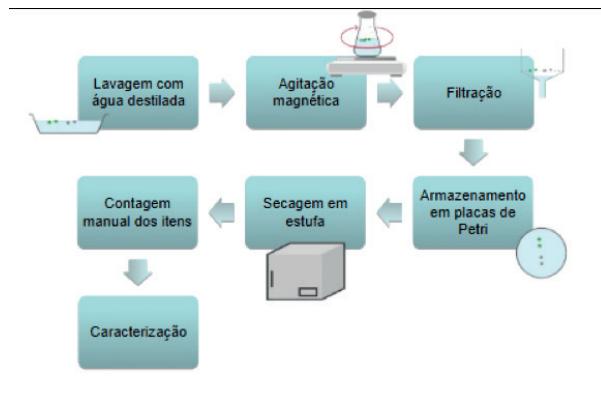
PROCESSAMENTO LABORATORIAL

Completando a etapa de coleta, os recipientes de armazenamento das amostragens foram levados, para o laboratório para o tratamento. Na etapa de tratamento no laboratório, foi adicionado 70ml água destilada em todos os recipientes de transporte para que os MPs encontrados recebessem sua primeira lavagem. Em seguida, estes MPs foram pinçados e colocados em um recipiente de vidro de boca larga com 200ml de água bidestilada, para a segunda lavagem. Em sequência, os MPs foram pinçados novamente e realocados em frasco de *Erlenmeyer* com 100 ml de água bidestilada e todos os frascos de foram colocados em uma mesa de agitação magnética com 70 rpm, por 24 horas.

Anteriormente e posteriormente a utilização de cada item por seção houve uma limpeza com água destilada, por 3 vezes. A estufa teve sua temperatura fixada em 46°C e para estabilização desta foi mantida por 24h, logo após a estabilização da temperatura foi iniciado o processo de secagem das amostragens.

Em seguida, da agitação magnética os MPs passaram pelo processo de filtração com o funil de Buchner e um filtro de papel. Nesse processo os MPs depositados no filtro foram realocadas em placas de petri de vidro e direcionados para a estufa a 60°C, por 24h, conforme Figura 2. Após essa etapa, as amostras foram para implementação da sequência de técnicas de caracterizações. Após as diferentes amostras serem organizadas manualmente nas placas de Petri de acordo com sua seção de origem e serem fotografadas, sua numeração seguiu um padrão arbitrário.

Figura 2: Processo laboratorial dos MPs.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

CARACTERIZAÇÃO DOS POLÍMEROS

As análises foram realizadas pelo microscópio óptico Olympus BX50, com a medição realizadas pela mesma magnificação das amostras (10:1). Uma régua de paquímetro (Mitutoyo – Modelo 530-212) foi também micrografada nas mesmas condições das amostras. A marcação da régua serviu para a calibração do processo de conversão dos pixels das imagens em milímetros, através do software livre Image J (V. 1.46r). As distâncias longitudinais (L) e transversais (T) das amostras foram tomadas com dois algarismos significativos e, então, sua média foi expressa como Diâmetro de Feret médio (D_{FM})

Apenas amostras que apresentaram $D_{FM} \leq 5,5$ mm foram consideradas microplásticos (Castañeta, et al., 2020). Os dados relativos aos MPs foram trabalhados em software *Origin* (V. 8.5, OriginLabs).

As medidas de espectroscopia por infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) foram realizadas em um equipamento Nicolet iS5 (Termo fisher Scientific) em modo de atenuação total de refletância (ATR) usando um cristal de diamante, para analisar a estrutura química dos microplásticos encontrados nas seções. As análises foram realizadas em uma variedade de número de onda de 500–4000 cm⁻¹, com resolução de 4 cm⁻¹ e 50 varreduras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira análise a ser realizada foi a microscopia óptica (OM), para verificação da existência ou não de microplásticos. As amostras foram colocadas no microscópio óptico e foram todas micrografadas sob as mesmas condições. A microscopia

óptica foi realizada em uma luz incidente, grande angular, com correlação de medida de tamanho. A análise de OM, também foi realizada a fim de se identificar a cor, forma, tamanho e validar as amostras recolhidas da areia da praia como microplásticos. A partir das micrografias do OM foi possível realizar o primeiro critério de exclusão por tipo de material coletados. Alguns fragmentos inorgânicos e orgânicos, biodegradáveis e/ou de origem natural, estavam presentes, mas foram desconsiderados.

A cor dessas partículas faz-se importante pois a cor é um dos fatores que podem influenciar a ingestão pela fauna marinha, por confundirem com alimento, afetando a cadeia alimentar (Shah *et al.*, 2008). Pelas fotos das micrografias ópticas e pelos diâmetros médios de Feret (D_{FM}) foi possível analisar os tipos, coloração, e tamanho dos MPs de cada seção. Foram obtidas 32 partículas no total, sendo 1 na seção 1; 5 na seção 2; 13 na seção 3; 8 na seção 4; e 5 na seção 5.

A avaliação visual dos MPs foi baseada em metodologia descrita em ROCHA INTERNATIONAL (2018), que foi utilizada como guia para a classificação dos tipos de MPs das amostras coletadas. Na Figura 3 pode-se identificar os tipos de formas dos MPs, sendo espuma “isopor”, fragmento, filamento, pellet, nessa respectiva ordem. Ao analisar os tipos de MPs encontrados foi observado que há uma predominância do tipo denominado de “Espuma” (isopor). O que deve ser considerado em vista de que grande parte dos MPs encontrados na praia são oriundos de produtos derivados do poliestireno; talvez pelo fato de serem utilizadas embalagens de isopor para alimentação. A predominância da cor branca é também um resultado esperado, já que a maioria dos itens plásticos de poliestireno expandido apresenta essa coloração. As descolorações observadas se dão, possivelmente, pelos processos de exposição dos MPs as intempéries no ambiente da praia.

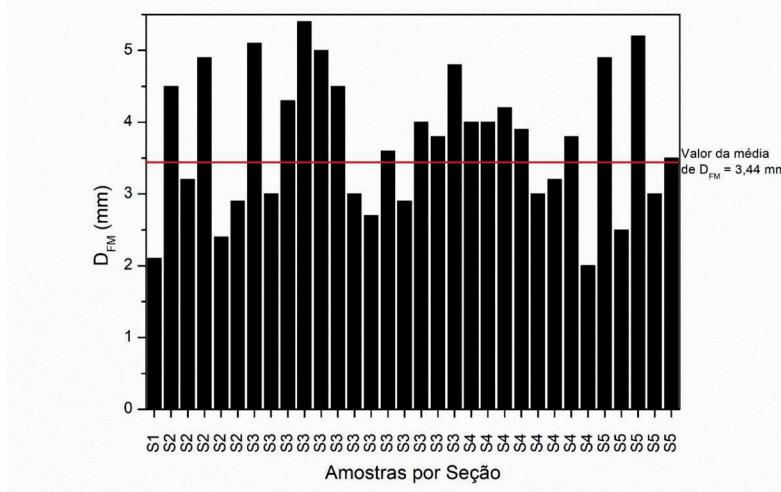
Figura 3: Classificação visual das diferentes formas de MP por meio de microscopia óptica (MO), mostrando espuma (poliestireno expandido), fragmento, filamento e pellet, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

A análise das médias do D_{FM} de todas as amostras de MPs, pode ser visto na Figura 4. Não foram encontrados MPs com D_{FM} menor que 1 mm. Os diâmetros médios por seção foram: 2,1mm na seção 1; 3,6mm na seção 2; 4mm na seção 3; 3,9mm na seção 4; e 3,8mm na seção 5.

Figura 4: Análise das médias do D_{FM} de todas as amostras de MPs coletadas.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Os MPs do tipo de "Espuma" foram encontrados em todas as amostras coletadas pelas seções. O tipo "Fragmento" foi a segunda morfologia mais encontrada, seguida por "Filamentos" e "Pellet" que foi a menos encontrada na amostragem. Após ter realizada a análise de FTIR desses itens, visando-se identificar o tipo de polímero base deste microplástico.

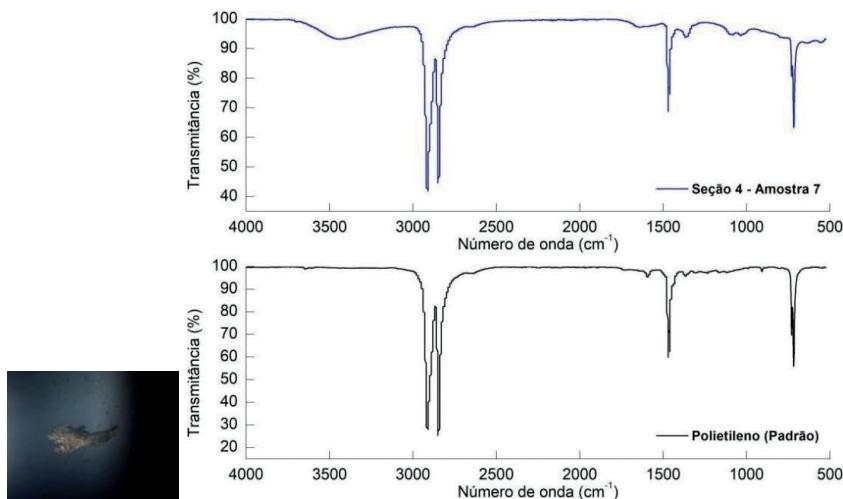
Dentre os diversos fragmentos plásticos visivelmente degradados, encontrados na coleta da areia da Praia Vermelha, destacou-se os items da amostra 7 da Sessão 4 e da amostra 8 da Sessão 4, submetido à caracterização por FTIR-ATR.

Na Figura 5A foi possível observar o espectro de absorção do fragmento coletado, comparado com o espectro padrão. Observou-se a presença de banda de absorção em 3442 cm^{-1} indica a formação de grupos hidroxila, já as bandas centradas em 2913 e 2846 cm^{-1} são referentes as vibrações axiais dos grupos CH, já a banda de baixa intensidade e alargada, centrada em torno de 1644 cm^{-1} é referente a formação de grupo carbonila de ésteres; provavelmente provenientes da degradação do material. As bandas de baixa intensidade, alargadas e localizadas entre 1000 e 1100 cm^{-1} são

referentes a ligação C-O. Já as bandas centradas em 1471 e 729 cm⁻¹ são referentes as vibrações angulares no plano e fora do plano das ligações CH (Jung *et al.* 2018), confirmando assim que o microplástico em análise é oriundo do polietileno.

Já na Figura 5b, foi possível observar a banda de absorção de alta intensidade centrada em 3332 cm⁻¹ indica a formação de grupos hidroxilos, já as bandas localizadas em 2915 e 2848 cm⁻¹ são referentes as vibrações axiais dos grupos CH do polímero base de polietileno. As bandas alargadas localizadas em 1738 e 1650 cm⁻¹ são referentes a formação de grupo carbonila de cetona e carbonila de ésteres, respectivamente, as quais exibem o processo de degradação do material. As bandas alargadas na faixa de 1472-1204 cm⁻¹ indicam uma mudança na interação dos grupamentos químicos devido ao alto índice de degradação. O aparecimento da banda localizada em 1027 cm⁻¹ de alta intensidade e alargada é referente a ligação C-O (Jung *et al.* 2018; Campanale *et al.* 2023), o que infere um elevado nível de degradação do microplástico.

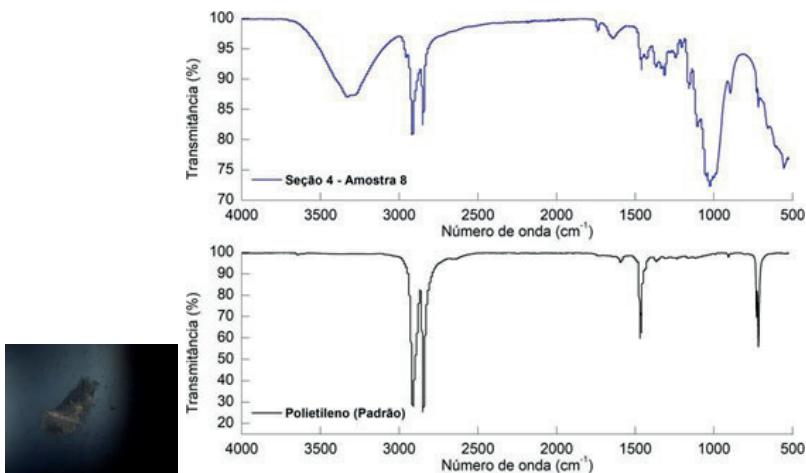
Figura 5a: Micrografia e espectro de FTIR da amostra 7, seção 4.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Ao analisar todas as amostras de MPs de todas as seções, pela técnica de FTIR, foi possível identificar o poliestireno (PS) sendo o maior tipo de MP encontrado na areia da praia, tendo sua identificação em todas as seções de amostragem da praia. Esse resultado é considerado plausível, em vista de que o polímero PS está contido em muitos produtos de embalagens como as embalagens de isopor, que são utilizadas na praia.

Figura 5b: Micrografia e espectro de FTIR da amostra 8, seção 4.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Foi possível observar, também, que a maior quantidade de MP de PS estava localizada na seção 3, onde se localiza uma das entradas principais da praia e era a seção mais próxima da barraca com venda de alimentos na areia. Com isso, a quantidade de tipos de MPs por seção foi de 1 poliestireno (PS) na seção 1; 3 PS, 1 polietileno (PE), 2 polipropileno (PP) na seção 2; 10 PS, 2 PE, 1 PP na seção 3; 6 PS, 2 PE na seção 4; 3 PS, 1 PE, 1 PP na seção 5.

Com a porcentagem aproximadamente de 70%, O PE e o PP foram o segundo e terceiro material polimérico identificados nos MPs, com ~18% e ~12%, respectivamente, na areia da praia. Os produtos oriundos de PE pode ser os filmes e sacolas, também facilmente encontrados nas praias. O MPs oriundos do PP podem ser encontrados em copos plásticos, tampas de refrigerantes, dentro outros.

CONCLUSÃO

Esse estudo verificou a eficiência e confiabilidade da implementação de um protocolo preliminar de coleta, tratamento e caracterização de amostras de microplásticos encontradas em areias de praias. Os resultados foram obtidos através da implementação desse protocolo na Praia Vermelha/RJ, revelando que metodologia proposta foi capaz de fornecer indicativos relevantes sobre obtenção e identificação de MPs oriundos do descarte inadequado de produtos plásticos nesse ambiente costeiro.

A partir dos resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que o método de flotação teve seu bom desempenho na obtenção desses MPs. O tratamento das amostras pela limpeza no laboratório foi considerado eficaz, com a utilização de água bidestilada no processo de lavagem, juntamente com a secagem na estufa. Foram realizadas exclusões dos itens com tamanhos >5,5 mm.

O total de amostras coletadas em todas as seções nas areias da praia revelou uma quantidade de 32 MPs, através da metodologia de coleta proposta. A metodologia de caracterização foi realizada com êxito, tendo sido a microscopia óptica capaz de obter micrografias das amostras coletadas, indicando a presença ou não de microplástico. Com base nessas micrografias foi possível observar que a forma mais identificada foi a Espuma; os diâmetros médios das amostras por seção variaram de: 2,1 mm na seção 1; 3,6 mm na seção 2; 4 mm na seção 3; 3,9 mm na seção 4; e 3,8 mm na seção 5; as colorações identificadas nas amostras foram: branca, brancas com descolorações, laranja e verde.

Através da análise de FTIR das amostras coletadas identificou-se o polímero base dos produtos plásticos que geraram os MPs coletados, sendo o mais comum o PS.

Além disso, os resultados obtidos reforçam a necessidade de ações integradas entre academia, poder público e setor privado, com foco na implementação de políticas de economia circular, logística reversa e educação ambiental. E, que a identificação dos polímeros predominantes permite traçar possíveis rotas de origem e orientar estratégias de mitigação, contribuindo diretamente para o aprimoramento da gestão ambiental urbana.

REFERÊNCIAS

CASTAÑETA G, GUTIÉRREZ AF, NACARATTE F & MANZANO CA. Microplásticos: un contaminante que crece en todas las esferas ambientales, sus características y posibles riesgos para la salud pública por exposición. Rev Boliv Quím 37(3): 160-175.2020

DEBROAS, D.; MONE, A.; HALLE, A. T. Plastics in the North Atlanticgarbage patch: A boat-microbe for hitchhikersandplasticdegraders. Science of The Total Environment. V. 599-600. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.059>. Disponível em:. Acesso em 2 set 2023.

IDRIS, S. N.; AMELIA, T. S. M.; BHUBALAN, K.; LAZIM, A. M. M.; ZAKWAN, N. A. M. A.; JAMALUDDIN, M. I.; SANTHANAM, R.; AMIRUL, A. A.; VIGNESWARI, S.; RAMAKRISHNA, S. The degradationof single-use plasticsandcommerciallyviablebioplastics in theenvironment: A review. Environmental Research. V. 231, Part 1, 115988. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115988>. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935123007806>> Acesso em: 11 nov 2023.

JUNG MR ET AL. Validation of ATR FT-IR to identify polymers of plastic marine debris, including those ingested by marine organisms. Mar Pollut Bull 127: 704- 716.2018.DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.061>.

KJERFVE, B.; RIBEIRO, C. H. A.; DIAS, G. T. M; FILIPPO, A. M.; QUARESMA, V. S. Oceanographic characteristics of an impacted coastal bay: baía de Guanabara, rio de janeiro, Brazil. Continental shelf research, v.17(13):1609-1643p.1997.DOI:[http://dx.doi.org/10.1016/S0278-4343\(97\)00028-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0278-4343(97)00028-9). Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278434397000289?via%3Di hub>. Acesso em:2 ago 2023.

LEBRETON L; RIPA, B.; FERRARI, F.; SAINTE-ROSE, B.;AITKEN, J.; MARTHOUSE, R.; HAJBANE, S.; CUNSOLO, S.; SCHWARZ, A.; LEVIVIER, A.; NOBRE, K.; DEBELJAK, P.; MARAL, H.; SCHOENEICH-ARGENT, R.; BRAMBINI, R.; REISSER, J. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. Scientific Reports. V. 8 4666. 2018. DOI:10.1038/s41598-018-22939-w. Disponível em :. Acesso em 14 set 2023.

OLIVATTO, P.G.; CARREIRA, R.; TORNISIELO, V. L.; MONTAGNER, C. C. Microplásticos: Contaminantes de Preocupação Global no Antropoceno. Revista Virtual de Química, v. 10, p. 1968-1989, 2018. DOI:10.21577/1984-6835.20180125. Disponível em <https://s3.sa-east-1.amazonaws.com/static.sites.sbz.org.br/rvq.sbz.org.br/pdf/v10n6a16.pdf>. Acesso em:7 out 2023.

PHAN, N.T; THAO, L. X. T.; DO,V. M.; NGUYEN, D. D. Assessment of microplastic presence in coastal environments and organisms of Da Nang, Vietnam, Marine Pollution Bulletin, Volume 204,2024,116516,ISSN 0025-326X. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2024.116516. Disponível em :<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X24004934>>. Acesso em 14 jun 2025.

STERL, M.F; DELANDMETER, P.; SEBILLE, E. V. Influence of barotropic tidal currents on transport and accumulation of floating microplastics in the global open ocean. Journal of Geophysical Research: Oceans. 2020.DOI: <https://doi.org/10.1029/2019JC015583>. Disponível em :<<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019JC015583>>. Acesso em 14 out 2023.

XU, S.; MA, J.; JI, R.; PAN, K.; MIAO, A. Microplastics in aquatic environments: Occurrence, accumulation, and biological effects. Science of The Total Environment. V. 703, p. 134699, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134699>. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971934690X?via%3Di hub>. Acesso em:2 jul. 2023.