

## **988 - ANÁLISE COMPARATIVA DO GRAU DE ENTERRAMENTO DOS MICROPLÁSTICOS EM 3 PRAIAS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO.**

### **Adriana Favacho Curty<sup>(1)</sup>**

Arquiteta e urbanista (FISS) e especializações em Engenharia Estrutural (UNISUAM) e em Engenharia de Segurança do Trabalho (UFRJ). Mestrado internacional em Engenharia Urbana e Ambiental (PUC-RJ) e Technische Universität Braunschweig; Doutorado em Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente (UERJ). Pós-doutoranda em Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). e-mail: adriana.curty@yahoo.com.br

### **Igor Corrêa de Mello da Cunha<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

### **Ana Ghislane Henriques Pereira van Elk<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil (UFCG), Mestrado em Mecânica dos Solos (UFCG), Doutora em Engenharia Civil (Universidad de Oviedo, Espanha), Especialização em Engenharia Sanitária e Controle Ambiental (ENSP), Pós-Doutorado em Engenharia Química (Universidad de Barcelona, Espanha), Professora associada do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Coordenadora do Grupo de Pesquisa sobre o impacto da Gestão de Resíduos Sólidos nas Mudanças Climáticas e-mail: anaghislane@eng.uerj.br

### **André Luís de Sá Salomão<sup>(1)</sup>**

Biólogo (UNIRIO), mestre em Engenharia Ambiental (UERJ) e doutor em *Environmental Science* (Linnaeus University, Suécia). Professor adjunto do Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente (DESMA/UERJ). Coordenador do Grupo de Pesquisa BIOTEMA (@gpbiotema), e-mail: andre@andresalomao.com

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rua São Francisco Xavier nº 524 – 5º andar, sala 5029 bloco F - Maracanã – Rio de Janeiro – RJ, Brasil – CEP: 20.550-900.

## **RESUMO**

As inovações tecnológicas nas cadeias de polímeros vêm impulsionando a economia circular do setor. Em 2022, das 35,5 milhões de toneladas contabilizadas globalmente, cerca de 5,5 milhões (9,0%) foram recicladas e reaproveitadas como matéria-prima na fabricação de novos produtos, reduzindo a dependência de recursos virgens. Em 2022, os bioplásticos representaram 2,3 milhões de toneladas, correspondendo a apenas 0,5% da produção mundial de plásticos. Nesse mesmo período, o sequestro de carbono associado aos bioplásticos foi estimado em 0,1%. No entanto, a ausência de uma gestão adequada dos resíduos faz com que cerca de um terço de todo o plástico descartado incorretamente, inclusive resíduos lançados nos esgotos na forma de sólidos grosseiros, tenha como destino final o ambiente natural. Esses resíduos afetam diretamente os ecossistemas terrestres, alcançam corpos hídricos e, por fim, os oceanos. Sob a ação de intempéries, da radiação solar e da força mecânica das ondas, os plásticos se fragmentam progressivamente. Quando atingem dimensões inferiores a 5 mm, passam a ser classificados como microplásticos, podendo causar impactos significativos na fauna e flora, afetando organismos de diferentes níveis tróficos, desde microrganismos até grandes mamíferos. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi analisar a presença dos MPs nas areias de 3 praias da cidade do Rio de Janeiro: Botafogo, Praia Vermelha e Ipanema. Foi realizado um protocolo de coleta de sedimentos em duas faixas de praia (linha da maré alta e zona entremarés), com três pontos amostrais por local, em profundidades de até 30 cm. As amostras foram estratificadas a cada 10 cm, secas em estufa e submetidas a flotação com água do mar sintética e agitação em Jar Test para posterior filtragem e análise de microplásticos. As quantidades de MPs encontrados na superfície e em camadas inferiores foram comparadas a fim de verificar o grau de soterramento do MPs devido ao fluxo intenso dos usuários nessas praias no litoral do município do Rio de Janeiro como um todo. A praia de Ipanema com maior frequência de usuários apresentou a maior concentração de MPs na camada mais profunda (30cm) contrastando com a praia de Botafogo que devido a sua baixa balneabilidade concentrou o número maior de MPs na superfície da areia. Os resultados corroboram estudos anteriores na Baía de Guanabara. Recomenda-se a ampliação das pesquisas considerando marés, clima e práticas de limpeza, além de políticas de controle de plásticos de uso único e ações de educação ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** microplásticos ambientais; praias arenosas; praias urbanas; plásticos; sazonalidade.

## INTRODUÇÃO

Os polímeros, por serem um produto durável, leve, versátil e de baixo custo de produção, alavancou a produção do plástico na década de 1950. Na última década, a produção mundial de plásticos aumentou expressivamente (CAIXETA; MORAIS, 2022). Em 2022, foram produzidos 400,3 milhões de toneladas do material. Foram 22,2 milhões de toneladas de polímeros de origem fóssil; 5,5 milhões de toneladas de reciclados usados como matéria prima, e 1,2 milhões de toneladas bioplásticos, a mais que em 2018 (PLASTIC EUROPE, 2023).

As inovações tecnológicas nas cadeias de polímeros têm impulsionado a economia circular no setor de plásticos, que, em 2022, representou 35,5 milhões de toneladas do total produzido globalmente. Desses, 5,5 milhões de toneladas (9,0%) foram reciclados e reutilizados como matéria-prima na fabricação de novos produtos. Além disso, os bioplásticos corresponderam a 2,3 milhões de toneladas (0,50%) da produção mundial, com um sequestro de carbono estimado em 0,10% em 2022 (PLASTIC EUROPE, 2023).

O consumo e a produção crescente do plástico são um dos grandes problemas desse século, uma vez que mais de 75% de todo plástico produzido foi descartado. Estima-se que 80% dos resíduos plásticos nos oceanos sejam provenientes da poluição terrestre (WIT et al., 2019). A poluição por plásticos pode comprometer a vida selvagem e danifica os ecossistemas naturais (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2016; CARNEIRO; GUENTHER; SILVA, 2021).

A falta de uma gestão adequada dos resíduos faz com que aproximadamente 1/3 de todo o plástico disposto inadequadamente, incluindo nos esgotos como sólidos grosseiros, tenha seu destino no ambiente natural, atingindo os ecossistemas terrestres, alcançando rios e finalmente os oceanos (PIATTI; RODRIGUES, 2005; UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2021; WIT et al., 2019)

Os detritos marinhos são resíduos sólidos, como plásticos, papéis, metais e vidros, que alcançam mares, oceanos e corpos hídricos devido a descartes intencionais ou acidentais. Entre esses materiais, os plásticos e microplásticos (MP) destacam-se pela predominância, sendo transportados até as costas por rios, canais, descartes irregulares e correntes marinhas que os deslocam por longas distâncias. Graças às suas propriedades físicas, o plástico se tornou o principal componente do lixo marinho, presente de forma abundante em diferentes locais e condições ambientais (ADDAMO et al., 2017; COMISSÃO EUROPEIA 2018; PHAM, et al., 2014; HASELER, M., et al., 2025).

Ao atingirem as zonas costeiras, os detritos marinhos podem se acumular tanto em praias urbanas quanto em praias insulares localizadas em áreas urbanizadas ou de preservação ambiental, chegando até mesmo aos locais mais remotos dos oceanos (VEIGA et al., 2016; HASELER et al., 2025). Sob a influência de intempéries, da ação mecânica das ondas e da exposição à radiação solar, esses resíduos podem se fragmentar em partículas menores. Quando atingem tamanhos inferiores a 5 mm, são classificados como microplásticos, que podem causar impactos significativos na fauna e flora locais, afetando desde microrganismos até grandes mamíferos. (VAN CAUWENBERGHE et al., 2015)

As regiões costeiras, que abrigam cerca de 66% da população mundial (ANDRIGETTO FILHO, 2004), possuem alta relevância econômica e ambiental, mas enfrentam crescente pressão antrópica devido à urbanização descontrolada (MORAES, 2007; CURTY et al., 2024). Esse cenário tem causado desequilíbrios ecológicos significativos. Apesar dos avanços no estudo dos impactos dos microplásticos (MPs), ainda faltam informações sobre sua dinâmica de acúmulo em zonas costeiras. Os MPs funcionam como vetores (fômites) de compostos emergentes e metais tóxicos, evidenciando a necessidade de estudos mais abrangentes para orientar estratégias de mitigação.

A ingestão desse material por espécies marinhas pode resultar em efeitos ecotoxicológicos adversos, desde a base da cadeia alimentar, podendo inclusive causar efeitos agudos com a bioacumulação nas diferentes espécies (TEUTEN et al., 2009). Outra questão a ser considerada com a ingestão dos microplásticos é que, dependendo da sua composição e propriedades físico-químicas, podem liberar compostos tóxicos na água (lixiviação de plastificantes), além de permitirem a sorção de poluentes orgânicos de base aquosa, sendo que estes são veículos de contaminação para os diferentes organismos expostos (OLIVATTO et al., 2018).

Dentro desse contexto, esta pesquisa irá fornecer argumento científico a fim de preservar a saúde humana e os ecossistemas marinhos monitorando a presença dos MPs presentes nos sedimentos e águas costeiras

## OBJETIVOS

Analisar a ocorrência de microplásticos (MPs) nas areias das praias de Botafogo, Vermelha e Ipanema, no município do Rio de Janeiro, com o objetivo de comparar as concentrações encontradas na superfície e em

camadas subsuperficiais (até 30 cm de profundidade). O estudo ainda visa investigar possíveis evidências de soterramento dos MPs em função do fluxo intenso de usuários, das atividades antrópicas contínuas e da influência de fatores sazonais.

## METODOLOGIA UTILIZADA

As três praias cariocas selecionadas para o estudo (Botafogo, Praia Vermelha e Ipanema) estão inseridas em área urbana consolidada e compartilham características socioeconômicas semelhantes, como elevada densidade demográfica e presença de atividades comerciais e turísticas, localizadas em bairros de classe média alta. No entanto, essas áreas contrastam com a presença de comunidades de baixa renda situadas em seu entorno (Figura 1). Cada praia apresenta particularidades quanto à sua exposição costeira: Botafogo é uma praia abrigada, localizada no interior da Baía de Guanabara; a Praia Vermelha está situada na zona de transição entre a Baía de Guanabara e o Oceano Atlântico; e Ipanema é uma praia oceânica exposta, diretamente banhada pelo Atlântico.

Durante o trabalho de campo, foram levantadas as características físicas de cada praia, incluindo extensão, largura, declividade e altura da maré, com apoio de medições in loco e validação por meio de imagens do Google Earth (versão 2023).

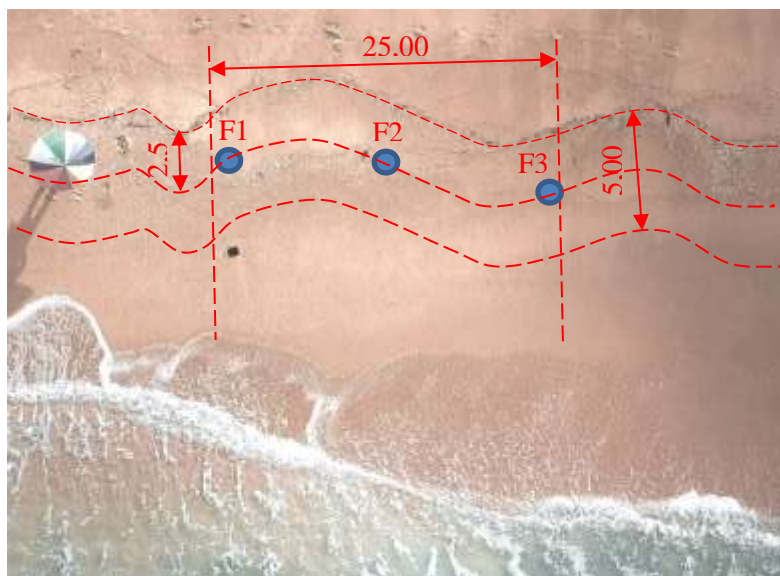


**Figura 1: Localização das três praias cariocas selecionadas para o estudo: Botafogo, Praia Vermelha e Ipanema.**

As campanhas de coleta das amostras de sedimentos ocorreram em março de 2023, durante o verão, considerado um período com índice pluviométrico e temperaturas mais elevados. A outra campanha, em agosto de 2023, inverno, período seco com temperaturas e índice pluviométrico baixos.

Para a realização das campanhas de coleta na zona entremarés (faixa da praia exposta durante a maré baixa) foi consultada a tábua de marés da Ilha Fiscal (MARINHA DO BRASIL, 2022; 2023). Sendo então, identificado os dias e horários de ocorrência das marés de sizígia, que se manifestam durante as fases de lua nova e cheia, resultando nas maiores amplitudes de maré. Com base nessas informações, as coletas foram programadas para ocorrer o mais próximo possível do horário da maré 00 (mínima do dia), de forma a expor adequadamente a zona entremarés e garantir a padronização da coleta.

Em cada praia, foram demarcadas duas linhas imaginárias com a extensão de 25 metros a fim de local os pontos de coleta (Figura 2). A Linha superior, localizada na considerada área suja, ou seja, a linha da última maré mais alta, onde se concentravam a maior parte dos resíduos transportados pelas ondas. A Linha inferior, situada entre a zona suja e a maré mais baixa, considerada a zona entremarés, distante 5 metros paralela a Linha superior.



**Figura 2: Esquema de coleta das amostras das areias das praias estudadas (distâncias medidas em metros) nos 3 pontos de profundidade (h= 30cm).**

As amostras das camadas inferiores de sedimentos foram realizadas em 3 pontos amostrais (F1–F3) a cada 10 cm de profundidade até atingir a cota de 30 cm. Os 3 pontos amostrais foram locados no eixo entre as 2 linhas imaginárias: 1 em cada extremidade e o terceiro no eixo da extensão (Figura 2).

As coletas foram realizadas com auxílio de um amostrador circular de alumínio com 70 cm de comprimento e 75 mm de diâmetro, com um sulco a cada 10 cm (estratificação). Esses sulcos limitaram a amostra analisada a cada 10 cm de profundidade a fim de investigar o alcance da presença de MPs em camadas de sedimentos inferiores (Figura 3).



**Figura 3: Amostrador metálico cilíndrico para coleta de profundidade (h=30cm) de sedimentos.**

Cada amostra coletada foi armazenada em um recipiente de vidro com a capacidade de 200 ml com tampa de metal para que não houvesse contaminação das amostras. Cada frasco foi identificado conforme a praia, o ponto de amostragem e a profundidade coletada. As amostras coletadas foram levadas ao laboratório e secas em estufa (60°C) até que alcançassem peso constante em bandejas metálicas.

Após a secagem cada amostra foi colocada em um Becker de 1L com 330mL de água do mar sintética em cada recipiente, colocou-se no Jar test por 10 minutos numa velocidade de 200 rpm a fim de agitar o sedimento e liberar os MPs por flotação. Após essa etapa o material ficou em repouso por 30 minutos antes do processo de filtração. (Figuras 4 e 5)

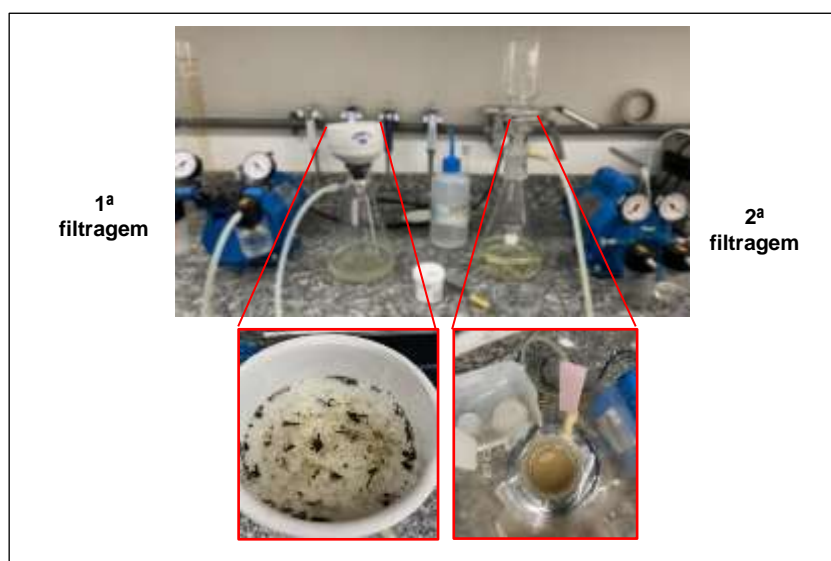




**Figura 4: As réplicas de 250g de sedimentos em Beckers de 1 L com adição de 330mL de água do mar sintética em repouso**

O sobrenadante foi extraído por duas filtrações a vácuo: a primeira filtração foi utilizando membranas de filtro de papel com 90mm de diâmetro (FIT – 110) sobre o funil de Büchner em conjunto com o Kitassato; a segunda filtração foi realizada com filtro de membrana de fibra de vidro (0,7 µm, 47 mm de diâmetro com o conjunto de filtração Kitassato em vidro.

Os MPs extraídos por flotação e filtração foram quantificados por ponto amostral e por período (seco ou chuvoso) e classificados de acordo com sua forma, cor e tamanho com auxílio de um microscópio estereoscópio e o software I.S. Capture (CURTY, 2024; CURTY, *et. al.*, 2024).



**Figura 5: Processo de separação dos MPs ambientais dos sedimentos por flotação e filtração.**

Duas das principais fontes potenciais de contaminação em amostras ambientais contendo MPs estão associadas: (i) ao ambiente em que as análises são realizadas, especialmente se o local de trabalho não for livre de partículas plásticas em suspensão, e (ii) à utilização de materiais plásticos durante a coleta, como sacos plásticos, que podem introduzir contaminantes às amostras (MONTAGNER *et al.*, 2021). Esses fatores devem ser rigorosamente controlados a fim de evitar falsos positivos e garantir a confiabilidade dos resultados analíticos. Sendo assim, os materiais utilizados na coleta foram frascos de vidro com tampa de metal. Todos os frascos foram previamente lavados com sabão neutro, etanol e água Mili-Q, identificados e colocados em caixas separadas por praia. As amostras, ao serem retiradas da estufa, foram colocadas sobre a bancada higienizada previamente com sabão neutro e etanol, e pesadas novamente. O ar-condicionado foi desligado antes da retirada dos frascos da estufa e a porta foi mantida fechada. Os frascos só foram abertos na hora de fazer a extração. Os jalecos utilizados eram de fibras orgânicas e de cor branca. Após a extração todos os filtros foram armazenados imediatamente em placas Petri e fechados com fita crepe e armazenados em caixas de papelão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físicas observadas nas 3 praias estudadas indicam que, as praias estão inseridas na malha urbana, com a densidade demográfica e uso do solo semelhantes. A inclinação das praias era próxima a zero com relação ao nível do mar, facilitando o aporte e acúmulo dos MPs nos sedimentos costeiros, corroborando com SOUZA et al. (2005) e MACEDO (2020). Segundo tais autores as praias são ambientes costeiros que protegem o litoral continental contra a ação mecânica direta das variações das marés e eventos isolados como as tempestades.

A praia de Botafogo está dentro de uma Enseada banhada pela Baía de Guanabara, portanto é uma praia abrigada. A praia Vermelha está na boca da Baía de Guanabara em contato direto com as águas oceânicas, mas ainda considerada abrigada e a praia de Ipanema totalmente banhada pelo Oceano Atlântico, é uma praia exposta. As características físicas das 3 praias estão na Tabela 1. Todas as praias estão inseridas na malha urbana com uma densidade demográfica similar e com o mesmo tipo de zoneamento baseado no uso residencial; comercial; turístico.

**Tabela 1: Características físicas das praias estudadas.**

PRAIA	PERFIL DAS PRAIAS		LATITUDE	LONGITUDE	ELEVAÇÃO (graus)	EXTENSÃO (metros)
Botafogo	protegida	Baía de Guanabara	22°56'53" S	43°10'50" O	0,4	632
Vermelha	exposta	Baía de Guanabara / Oceânica	22°57'20" S	43°9'53" O	0,7	257
Ipanema	exposta	Oceânica	22°59'13" S	43°12'34" O	0,4	2524

A inclinação do perfil transversal das praias está diretamente associada a energia que as ondas incidem, quanto maior a ação mecânica das ondas, maior será a inclinação do perfil da praia. Essa energia hidrodinâmica também influencia a granulometria das areias das praias. Além da exposição e das atividades antrópicas, a granulometria pode ser um outro fator de importância para o entendimento da concentração dos MPs nas areias das praias (MARTINS e SOBRAL, 2011; RODRIGUES, et al., 2022). O módulo de finura calculado conforme a NBR 7181:2016, indicou que as areias das 3 praias foram consideradas grossa. Porém, como indicado na Tabela 2, a praia Vermelha é a que possui o maior módulo seguido pelas praias de Botafogo e Ipanema.

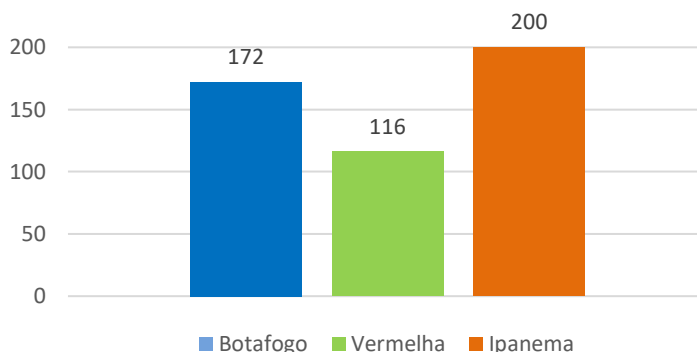
**Tabela 2: Módulo de finura das areias das 3 praias.**

PRAIA	MÓDULO DE FINURA
Botafogo	1,8
Vermelha	2,9
Ipanema	1,7

Legenda: Módulo de finura da NBR: 7181:2016: Fino (0,06-0,2); Médio (0,2-0,6); Grosso: 0,6-2,0.

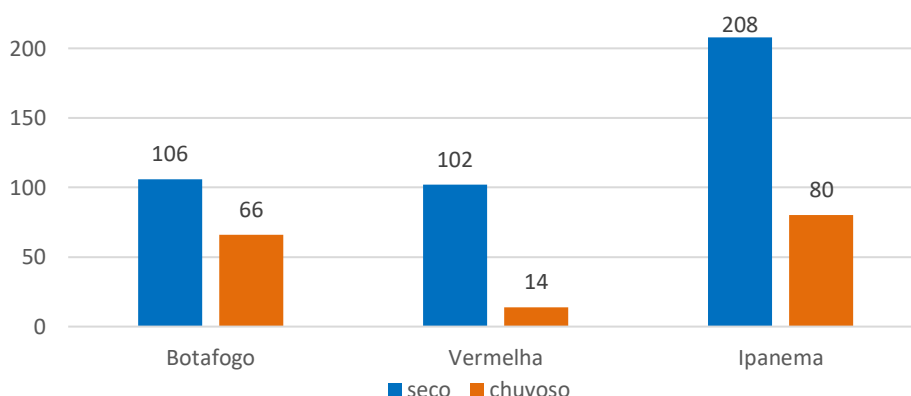
O total de MPs coletados nas duas campanhas de coletas em 2023 foi de 488 itens (Figura 6). A praia que apresentou maiores quantidades de MPs foi a de Ipanema, com 200 itens, seguida pela praia de Botafogo (n=172) e praia Vermelha (n=116).

Corroborando com MACEDO et al., 2020; RODRIGUES, et al., 2022, que afirmam que a concentração de MPs tende a ser maior quando o módulo de finura dos sedimentos é menor, ou seja, quanto mais fina a areia, maior a concentração de MPs.



**Figura 6: Total de MPs coletados nas 2 campanhas em 2023.**

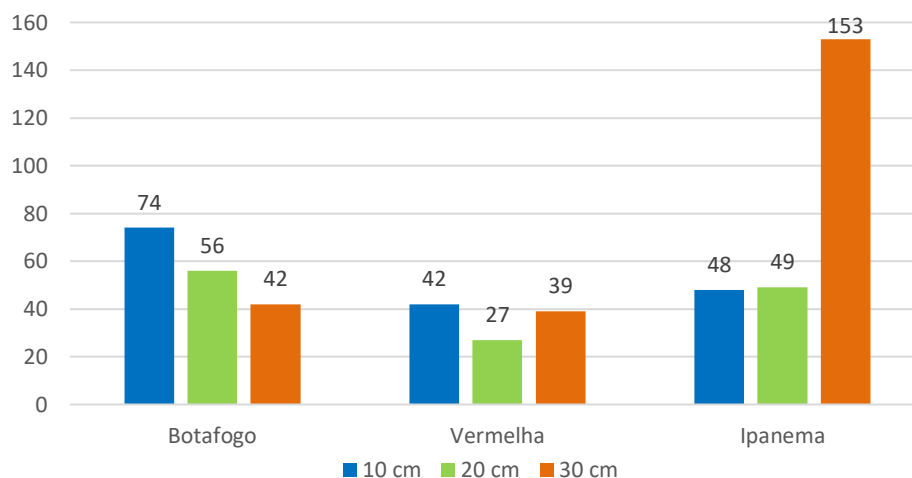
A análise quantitativa dos dois períodos representados na Figura 7 revela que as três praias estudadas apresentaram maiores concentrações de MPs durante o período seco (inverno). Esse aumento pode estar relacionado à menor frequência de usuários nas praias e à redução do índice pluviométrico característico dessa estação. A combinação desses fatores pode ter favorecido o acúmulo de MPs na zona entremarés, uma vez que há menor movimentação da areia por ondas e escoamento superficial, reduzindo o transporte ou a diluição dos resíduos (RODRIGUES, et al., 2022).



**Figura 7: Distribuição dos MPs nos períodos seco e chuvoso nas areias das praias de Botafogo, Ipanema e Vermelha.**

A Figura 8 demonstra que a praia de Botafogo apresentou a maior concentração de MPs na camada superficial (até 10 cm), com 74 unidades identificadas, seguida pelas praias de Ipanema (n=48) e Vermelha (n=42). Por outro lado, na camada mais profunda (até 30 cm), a maior quantidade de MPs foi observada na praia de Ipanema (n=153), seguida por Botafogo (n=42) e Praia Vermelha (n=39). A diferença na distribuição vertical dos MPs foi representativa, indicando uma tendência à acumulação em camadas inferiores em praias com maior fluxo de usuários.

Essa variação pode ser explicada pela dinâmica de uso das praias: a baixa balneabilidade da praia de Botafogo contribuiu para a baixa frequência de banhistas, o que pode ter favorecido a permanência dos MPs na superfície. Em contraste, a intensa atividade antrópica na praia de Ipanema pode ter favorecido o soterramento dos MPs, que se acumularam nas camadas mais profundas da areia (até 30 cm). Esses resultados estão de acordo com os estudos de Martins e Sobral (2011) e Baptista Neto et al. (2019), que destacam a influência do uso e ocupação das praias na redistribuição vertical dos microplásticos.



**Figura 8: Distribuição vertical de microplásticos nas areias das praias de Botafogo, Ipanema e Vermelha durante o período amostrado.**

## CONCLUSÕES

As inúmeras atividades antrópicas contribuem direta ou indiretamente para a poluição das areias das praias principalmente com resíduos plásticos. A praia de Ipanema com maior frequência de usuários apresentou a maior concentração de MPs na camada mais profunda (até 30cm) contrastando com a praia de Botafogo que devido a sua baixa balneabilidade concentrou o número maior de MPs na superfície da areia.

Os resultados deste estudo demonstram que as concentrações de MPs nas praias analisadas estão em consonância com outros levantamentos realizados na Baía de Guanabara. No entanto, a identificação das fontes desses contaminantes permanece um desafio, dada a complexidade dos mecanismos de transporte e dispersão envolvidos. Conclui-se, portanto, que investigações futuras com monitoramento contínuo e de longo prazo, considerando a influência das marés e das variações sazonais de precipitação, são fundamentais para aprofundar a compreensão da dinâmica de distribuição dos MPs no ambiente costeiro. Além disso, recomenda-se a adoção de políticas públicas voltadas para o controle do uso de plásticos descartáveis, a ampliação da educação ambiental junto à população usuária das praias, e o fortalecimento dos sistemas de limpeza urbana, como medidas essenciais para a mitigação da poluição por microplásticos nas zonas costeiras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDAMO AM, *et al.* Princ. itens de lixo marinho na Europa: uma revisão e síntese c. base em dados de lixo de praia. Grupo Téc. da DQEM sobre Lixo Marin., 2017.
- ANDRIGETTO FILHO, J. M. Das “Dinâmicas nat.” aos “usos e conflitos”: uma reflexão sobre a evolução epistemol. da linha do “costeiro”. *Desenv. e Meio amb.*, n. 10, p. 187-192, 2004.
- BELLOU, N., *et al.* Aval. global de soluções inovadoras p. combater o lixo marinho. *Nat Sustain*, 4, 516–524, 2021.
- CAIXETA, D.; MORAIS, E. Panorama mundial de produção de plástico e estratégia de degradação. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer. Jandaia, GO, v. 19 n. 39, p. 230, 2022.
- CARNEIRO, T. M. Q. A. *et al.* A poluição por plásticos e a educação ambiental como ferramenta de sensibilização. **Revista brasileira de educação ambiental**, São Paulo, v. 16, n. 6, p. 285-300, 2021.
- CARVALHO, D. G.; BAPTISTA NETO, J. A.; Micropl. poll. of the beaches of Guanabara Bay, Southeast of Brazil. *Oc. & Coast. Manag.* 2016, 128, 10.
- omissão Europeia. Proposta de DIRETIVA DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO relativa à redução do impacto determinados produtos plástico no amb., 2018.



CURTY, A. F., *et al.* Análise comparativa. de 2 protocolos de extração para quantificação. de microplásticos em sedimentos inconsolidados de praias costeiras. **Caderno Pedagógico**, 21(10), e8584, 2024.

EUROPEAN BIOPLASTICS. Bioplastics facts and figures. **European Bioplastics**, Brussels, 2021. Disponível em: [https://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP\\_Facts\\_and\\_figures.pdf](https://docs.european-bioplastics.org/publications/EUBP_Facts_and_figures.pdf). Acesso em: 27 dez. 2022.

HASELER, M., *et al.* Aval. da poluição por lixo de praia no Egito, Tunísia e Marrocos: estudo de macro e meso-lixo praias do Mediterrâneo. *Env. Monit Ass.* 197, 123, 2025.

OPES, C. F. *et al.* Amb. costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – manual de orientação - São Paulo: Sec. de Estado do M.Ambiente, p.120, 2007.

MACEDO, A.V. A influência da dinâmica e dos diferentes usos na distrib. e origem de micropl. no litoral da I. Grande, Angra dos Reis (RJ). UERJ. Fac. de Formação de Professores. 132 f. 2020.

ARTINS, J., SOBRAL, P. Plastic marine debris on the Portuguese coastline: A matter of size? – **Mar. Pol. Bullet.**, 62, 2649-2653, 2011.

MORAES, A.C.R. - Contribuições para a gestão da z. costeira do Brasil: Elem. para uma Geog. do Litoral Brasil. . 232p., Annablume, São Paulo, SP, Br., 2007.

HAM, C. K., *et al.* Dist. e densidade do lixo mar. nos mares europeus, desde as plataformas até às bacias profundas. **PLoS UM**, 9, 1–13, 2014.

ÖZTEKIN, Y., SAYIN, U. Biodegradable plastics for a green future. Disponível em: <FutureBio\_EN\_e\_printing.pdf (futurebioproject.eu)> Acesso em: 15 jul. 2024

PLASTICS EUROPE. Plastics: the facts 2023. Plastics Europe, Brussels, Oct. 2023. Disponível em: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2023/>Acesso em: 15 jul. 2024.

PNUMA. PROG. DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O M. AMBIENTE: Lixo Mar. Uma visão geral anal. p 58, 2005.

PNUMA. Lixo mar.: um desafio global: Nairóbi: 232 págs, 2009.

RODRIGUES, J.P. *et al.* Interact. of micropl. metal(oid)s in aqu. environ.: What is done so far? **Jour. of Haz. Mat. Adv.**, v. 6, p. 1000722022, 2022.

SOUZA, C.R.G. *et al.* Praias arenosas e erosão costeira. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K; OLIVEIRA, A.M.S. & OLIVEIRA, P.E. **Quaternário do Brasil**. Ed. Holos, Brasil, p.130-152, 2005.

URBAN-MALINGA, B., *et al.* Micropl. em praias arenosas do sul do Mar Báltico. **Mar. Poll. Bullet.**, 155, 111170, 2020.

VEIGA, J. M., *et al.* Identif. de fontes lixo mar.: MSFD GES TG mar. litter - Rel. Temático; Rel.téc. do CCI. 2016.