



ISSN: 2525-815X

Journal of Environmental Analysis and Progress

10.24221/jeap.10.4.2025.7108.224-232



Poluição por microplásticos na faixa de areia da Praia Grande, distrito de Outeiro, Belém, Pará, Brasil

Microplastics pollution in the sand strip of Praia Grande, Outeiro district, Belém, Pará, Brazil

Marcus Vinicius Vasconcelos de Lima^a, Wilton Diego de Jesus Souza^a, Yasmin Di Paula Teixeira Oliveira^a, Maamar El Robrini^b, José Almir Rodrigues Pereira^b Maria de Lourdes Souza Santos^{a*}

^a Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos-ISARH, Laboratório de Química Ambiental. Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 2501, Terra Firme, Belém, Pará, Brasil. CEP: 66.077-830. E-mail: marcusvvl.96@gmail.com, w.diegocap@gmail.com, yasminoliv18@gmail.com, lourdes.santos@ufra.edu.br (*Autor correspondente).

^b Universidade Federal do Pará-UFPA, Instituto de Geociências. Rua Augusto Correa, nº 01, Guamá, Belém, Pará, Brasil. CEP: 66075-110. E-mail: robrini@ufpa.br, rpereira@ufpa.br.

ARTICLE INFO

Recebido 28 Jun 2024

Aceito 09 Nov 2025

Publicado 14 Nov 2025

ABSTRACT

Praia Grande is one of the beaches that make up the island of Caratateua (or Outeiro), located in the Coastal Zone of Pará, and is very popular among vacationers and long holiday visitors. This study aimed to evaluate the presence of microplastics at four points on the sand strip of Praia Grande. Beach sand was collected on April 2, 2023, and was transported to the Environmental Chemistry Laboratory. A supersaturated sodium chloride solution was used to extract microplastics from the sand. Using a magnifying glass, the microplastics were identified and counted, and their weight was also estimated. The presence of microplastics was confirmed at four points, appearing as filaments or fragments in colors such as blue, red, black, brown, and white (or transparent), totaling 362 microplastics. It is inferred that the occurrence of microplastics in Praia Grande was due to improper disposal and physical factors that decompose plastic materials into tiny particles (such as the action of waves and winds). The occurrence of microplastics on beaches like Big Beach is an emerging environmental problem that demands more comprehensive research from the scientific community and governments. The concern with this topic involves the slow decomposition of microplastics and their bioavailability for consumption by different organisms, which can be contaminated by toxic substances absorbed and transferred by these microparticles.

Keywords: Waste, environmental impacts, microparticles.

RESUMO

Praia Grande é uma das praias que compõem a ilha de Caratateua (ou Outeiro), localizada na Zona Litoral do Pará, muito procurada pelo público em férias e feriados prolongados. O estudo objetivou avaliar a presença de microplásticos em quatro pontos da faixa de areia da Praia Grande. A areia da praia foi coletada no dia 2 de abril de 2023 e transportada para o Laboratório de Química Ambiental. Foi utilizada uma solução supersaturada de cloreto de sódio para extrair o microplástico da areia e, com auxílio de uma lupa, os microplásticos foram identificados e contados e seu peso também foi estimado. A presença de microplásticos foi confirmada nos quatro pontos em forma de filamentos ou fragmentos, nas cores azul, vermelho, preto, marrom e branco (ou transparente), totalizando 362 microplásticos. Inferiu-se que a ocorrência de microplásticos em Praia Grande se deveu ao descarte inadequado e a fatores físicos que decompõem os materiais plásticos em minúsculas partículas (como a ação das ondas e dos ventos). A ocorrência de microplásticos em praias, como na Praia Grande, é um problema ambiental emergente que requer maior



Journal of Environmental Analysis and Progress 10(4) 2016
is licensed under CC BY-NC-SA 4.0

conhecimento da comunidade científica e dos governos. A preocupação com esse tema envolve a lenta decomposição dos microplásticos e sua biodisponibilidade para o consumo por diversos organismos, que podem ser contaminados por substâncias tóxicas absorvidas e transferidas por essas micropartículas.

Palavras-chave: Resíduos, impactos ambientais, micropartículas.

Introdução

Os ecossistemas costeiros são habitats marinhos com boa produtividade, o que faz que sejam considerados locais com importância ecológica e econômica. Com uma extensão de aproximadamente 8.500 km, as paisagens costeiras brasileiras abrigam uma infinidade de espécies. Porém, lamentavelmente, dada a sua proximidade com centros urbanos, essas áreas sofrem com a interferência humana. É nas praias urbanas, em especial, que os impactos negativos se tornam mais evidentes, entre eles, a questão dos resíduos sólidos (Santos et al., 2023).

Um tipo de resíduo produzido no Brasil e no mundo é o plástico. De acordo com Prarat & Hongswat (2022), a produção excessiva de plástico combinada com a má gestão de resíduos resultou em graves problemas ambientais devido à acumulação de detritos plásticos, especialmente no oceano. Um estudo anterior previu que, se as atuais tendências de produção e gestão de resíduos se mantiverem, até 2050, aproximadamente 12 mil milhões de toneladas de resíduos plásticos irão para aterros ou entrarão no ambiente natural (Geyer et al., 2017).

Além disso, sob uma perspectiva ecológica, todos os polímeros plásticos são persistentes no ambiente, com taxas de desaparecimento por processos naturais na escala de décadas a séculos (Chamas et al., 2020).

Os microplásticos englobam quatro categorias de tamanho: nanoplásticos entre 1 e 1000 nm, microplásticos entre 1 e 1000 µm, mesoplásticos entre 1 e 10 mm e macropelásticos > 1 cm. Cada categoria inclui uma ampla gama de tamanhos, mas não corresponde a uma característica biológica ou física definida (Woźniak-Budych et al., 2024).

A poluição por microplásticos é de grande preocupação ambiental. Os microplásticos foram encontrados em todo o planeta, inclusive nos polos, o que indica a importante ameaça que constituem (Citterich et al., 2023).

Os microplásticos podem existir em diferentes formas e as suas características podem variar dependendo da sua origem e das condições ambientais (Woźniak-Budych et al., 2024). Machado et al. (2021) consideram que os microplásticos primários são difundidos no meio ambiente como pequenas partículas de plástico, podendo ser decorrentes da abrasão de tecidos

têxteis sintéticos, grandes produtos plásticos ou de microesferas presentes em cosméticos sob forma de pellets (pequenos grânulos produzidos em indústrias petroquímicas). Enquanto os microplásticos secundários são originários do desgaste de objetos plásticos maiores em porções menores ao ficarem expostos na natureza. Segundo Lima et al. (2019), os microplásticos secundários foram fracionados por conta de processos químicos, físicos e biológicos, como a temperatura e a radiação ultravioleta da luz solar que causa a oxidação da base do polímero. Podem ter forma de filamentos (componentes finos e prolongados) e fragmentos (nacos amorfos) (Rani-Borges et al., 2022).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos foi instituída no Brasil, conforme a Lei 12.305/2010, e apresenta diretrizes e metas para o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos (Queiroz et al., 2023), cujo objetivo é estabelecer diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos, incluindo os plásticos, de forma a promover a proteção ambiental.

A Ilha de Caratateua, ou popularmente conhecida como Ilha de Outeiro, tem diversidade da fauna e da flora amazônica e valor histórico/geográfico e cultural para o município de Belém. A referida ilha fica a uma distância de 25 km do centro de Belém, capital do Estado do Pará, e, com 80 mil pessoas, é a principal ilha do distrito de Outeiro e a segunda maior da região insular de Belém. Atualmente, Caratateua assume um perfil de periferia da região metropolitana de Belém, com uma expressiva expansão urbana após a construção da ponte que liga o território da ilha ao continente. Tal realidade faz com que Caratateua se torne cada vez mais urbana e menos rural, perdendo grande parte de sua vegetação. No entanto, as possibilidades de inserção de novas atividades econômicas com viés voltado à sustentabilidade socioambiental na Ilha de Caratateua vêm ao encontro das necessidades locais de equalizar o desenvolvimento à preservação dos ecossistemas (Prefeitura Municipal de Belém, 2021).

O referido estudo tem como objetivo avaliar a presença de microplásticos na areia da Praia Grande, contribuindo para o avanço do conhecimento científico sobre a contaminação costeira por esses poluentes e, consequentemente, oferecendo subsídios para ações governamentais e

para a tomada de decisões voltadas ao combate desse problema.

Material e Métodos

A ilha de Caratateua ou Outeiro, onde se encontra a Praia Grande, é sede de um dos oito distritos administrativos de Belém, no estado do Pará (Bitencourt, 2016). Situa-se nas latitudes de 1° 12' e 1° 17' S e entre as longitudes de 48° 25' e 48° 29' W (Figura 1); é uma ilha circunscrita pela baía de Santo Antônio (ao norte), pelo rio Maguari (ao leste e ao sul) e pela baía de Guajará (ao oeste) (Pimentel et al., 2012).

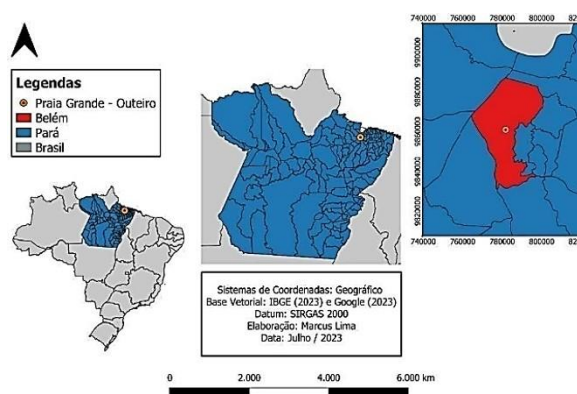


Figura 1. Mapa da localização da Praia Grande, Outeiro, Belém, Pará, Brasil. Fonte: Lima et al. (2023).

A cobertura vegetal da Ilha de Outeiro apresenta um mosaico de formações que refletem o histórico de uso e ocupação do solo. Com áreas de vegetação densa, sobretudo em trechos menos sujeitos à urbanização, e extensas faixas de vegetação secundária (capoeira) resultantes de sucessão natural em áreas anteriormente desmatadas ou submetidas a atividades agrícolas. (Moura et al., 2023). Conforme a classificação de Köppen (1900-1936), o clima de Caratateua é equatorial úmido com chuvas abundantes durante o ano inteiro e níveis de pluviosidade que ultrapassam valores médios de 3.000 mm ano⁻¹. Seu período de maior precipitação é de dezembro a maio, enquanto o menos chuvoso acontece de junho a novembro (Silva et al., 2012).

Coleta das amostras de areia

As coletas das quatro amostras de areia foram realizadas em 2 de abril de 2023, durante uma ação de limpeza de praias na Praia Grande, localizada na Ilha de Outeiro (Caratateua), distrito insular de Belém-PA, organizada pelo projeto de extensão Aquatona da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Os pontos foram escolhidos em locais próximos às barracas de alimentação de modo a representar áreas com maior influência antrópica e com circulação de visitantes. A

distância definida entre os pontos foi de 20 m, mensurada com o auxílio de uma trena e coletada na linha da preamar. A amostragem para análise de microplásticos na areia consistiu na raspagem do sedimento superficial dentro dos quadrantes de 50 cm x 50 cm (Figura 2), sendo armazenada em um recipiente de alumínio.



Figura 2. Quadrante utilizado para as coletas das amostras de areia na Praia Grande, em Outeiro, Belém, Pará, Brasil. Fonte: Lima et al. (2023).

Análise em laboratório

Após a coleta e identificação de todos os pontos, as amostras foram conduzidas ao Laboratório de Química Ambiental - LQA, da UFRA. A metodologia utilizada para extrair, identificar e classificar o microplástico da areia foi a descrita em Carvalho (2022).

Inicialmente, as amostras de areia foram colocadas em béquer de 500 mL e depois levadas para estufa a 60°C durante 72 horas. Após a secagem, as amostras foram colocadas em um dessecador e posteriormente pesadas em balança analítica a 100 g.

Dentre algumas soluções existentes para realizar a decantação entre o microplástico e a areia, o cloreto de sódio (NaCl) é um dos mais recomendados por se tratar de um produto acessível, eficaz e inofensivo ao ambiente (Rani-Borges et al., 2022).

Considerando a separação dos microplásticos das amostras de areia, empregou-se o processo de decantação, envolvendo uma solução concentrada de cloreto de sódio. Este reagente foi preparado pela diluição de 358,9 g de NaCl P.A. em 1 L de água destilada. Em seguida, as amostras ficaram em repouso por 24 horas.

Após o repouso, as amostras de areia foram filtradas. Utilizou-se um conjunto de filtração e membranas de fibra de vidro, com diâmetro de 47 µm. Este processo foi repetido três vezes com cada amostra, para a obtenção de melhores resultados a cada filtração, visando alcançar uma eficiência próxima de 80% (Besley et al., 2017). Finalizada

a filtragem, os filtros foram para a estufa a 60°C durante 1 hora. Após isso, foram armazenadas em placas de Petri para serem classificadas posteriormente. A classificação dos microplásticos foi feita com a utilização de um estereomicroscópio Motic, Modelo SMZ-168, com uma ampliação de quatro vezes. Ao detectar a presença de microplásticos, fez-se registro fotográfico. A análise das características dos microplásticos, forma e cor, foi realizada por meio da observação direta das imagens capturadas.

O peso da massa dos microplásticos foi obtido pela diferença do peso dos filtros antes e depois de receberem a solução de NaCl com as amostras de areia + microplásticos.

Resultados e Discussão

A Praia Grande, da Ilha de Outeiro, é um dos balneários mais escolhidos pelo público paraense em geral (Agência Pará, 2015). Por se tratar de um local com considerável presença de público, acaba acomodando uma grande quantidade de materiais plásticos indevidamente descartados, como garrafas, sacolas, filmes plásticos etc. A emergente especulação imobiliária em zonas costeiras também é uma das causas do despejo imprudente não somente de resíduos plásticos, mas de outros poluentes (Lima et al., 2019).

Os microplásticos foram encontrados em todos os pontos das amostras de areia da Praia Grande, em Outeiro, dividindo-se entre microplásticos secundários, filamentos e fragmentos. Foi observada uma quantidade expressiva de filamentos em comparação aos fragmentos em todos os pontos, com a maior concentração dos primeiros no ponto 1, seguida pelo ponto 2 e pelo ponto 4. O ponto 3 é o que conta com a maior presença de fragmentos, ainda que também com predomínio dos filamentos (Figura 3).

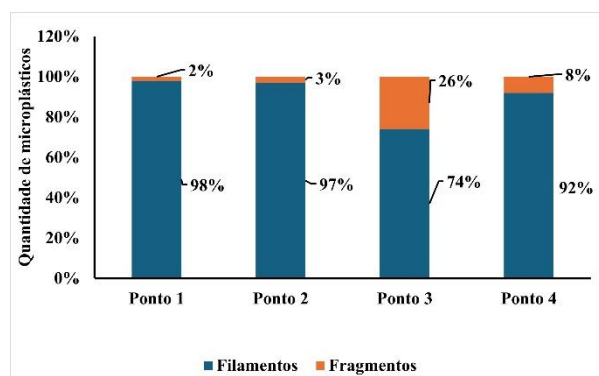


Figura 3. Porcentagem de fragmentos e filamentos nas amostras de areia da Praia Grande, Outeiro, Belém, Pará, Brasil. Fonte: Lima et al. (2023).

Este padrão — prevalência de filamentos sobre fragmentos — foi observado em outros estudos de sedimentos costeiros. Por exemplo, Dodson et al. (2020) encontraram abundância significativa de fibras nos sedimentos de praias estuarinas nos Estados Unidos, embora também observassem fragmentos em todas as amostras. Em outro estudo, Khuyen et al. (2021) relataram que, em sedimentos de manguezais costeiros, os filamentos representavam uma proporção elevada frente aos fragmentos, atribuída ao transporte mais eficiente de fibras e ao menor desgaste dessas formas.

Os filamentos, também conhecidos como fibras, possuem um comprimento muito maior que a largura, cuja medida normalmente fica entre 10 µm e 30 µm, dando a eles um aspecto alongado (Lusher et al., 2020). Como na grande maioria dos estudos envolvendo microplásticos, foi o formato preponderante nos resultados obtidos. Outro tipo de microplástico identificado foram os fragmentos, cujo formato disforme implica que eles são oriundos do fracionamento de polímeros maiores (Dodson et al., 2020).

No total, foram identificados 362 microplásticos. O ponto 2 teve a maior quantidade de microplásticos encontrados, total de 125. Em seguida, o ponto 3 com 84, o ponto 1 com 78 e o ponto 4 com 75 microplásticos.

Em termos de magnitude, a soma de 362 itens é comparável a estudos que reportam contagens absolutas por campanha. Maynard et al. (2021) registraram 166 itens somados em seis praias do litoral brasileiro, enquanto estudos internacionais frequentemente expressam abundâncias por massa (itens·kg⁻¹). Por exemplo, Dodson et al. (2020) reportaram ~600-2200 itens·kg⁻¹ em sedimentos de praias estuarinas dos EUA; na Guanabara, Brasil, Castro et al. (2020) encontraram valores médios de 138,4 itens·kg⁻¹ em sedimentos de praia.

A importância de mensurar a quantidade de microplásticos em um ambiente costeiro está correlacionada à probabilidade de ingestão destes grânulos pelos seres da biota aquática (Auta et al., 2017). De acordo com Rani-Borges et al. (2022), o perigo dos microplásticos está relacionado à facilidade de ingestão pela biota aquática.

A quebra dos materiais plásticos depositados nas praias é o processo de fotodegradação que os polímeros sofrem pela ação do calor e da maré (Auta et al., 2017). Pondera-se também a presença de oxigênio com a radiação UV que impulsiona o processo de fragmentação destes objetos (Lima et al., 2019), o que pode ocorrer nos resíduos plásticos na faixa de areia da Praia Grande, em Outeiro.

As cores dos microplásticos encontradas foram azul, vermelho, preto, marrom e branco ou transparente (Figura 4). Os microplásticos de cor azul foram os mais abundantes entre os pontos, representando 48% do total. Os de cor preta com 34%, seguidos pelos microplásticos de cor branca (ou transparente) com 10% e pelos de cor vermelha com 5%. A cor menos encontrada entre os fragmentos plásticos foi a marrom, com apenas 3% (Figuras 5a-g).

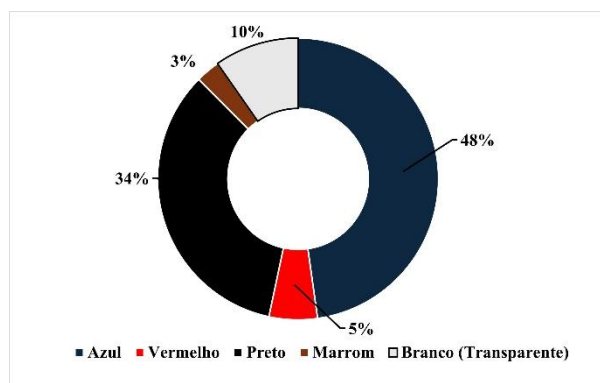


Figura 4. Porcentagem das cores dos microplásticos encontrada na faixa de areia da Praia Grande, Outeiro, Belém, Pará, Brasil. Fonte: Lima et al. (2023).

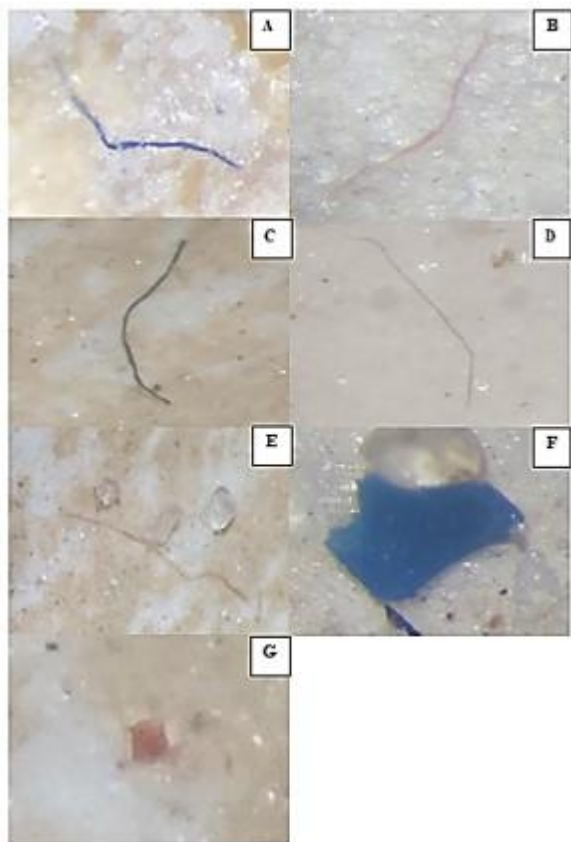


Figura 5. Microplásticos de cores variadas. a. filamento azul; b. filamento vermelho; c. filamento preto; d. filamento marrom; e. filamento branco (ou transparente); f. fragmento azul; g. fragmento vermelho, microplásticos encontrados na faixa de

areia da Praia Grande, Outeiro, Belém, Pará, Brasil. Fonte: Lima et al. (2023).

A predominância da cor azul é frequentemente associada à fragmentação de fibras têxteis sintéticas (como poliéster e nylon), amplamente presentes em roupas e cordas de pesca (Zhang et al., 2021). Essa coloração também pode derivar de plásticos usados em embalagens alimentícias e utensílios descartáveis, que contêm pigmentos orgânicos estáveis (Käppler et al., 2016). Os microplásticos de cor preta, por sua vez, costumam originar-se de pneus e plásticos técnicos como polietileno de alta densidade carbonizado, além de resíduos de fuligem de combustão (Prata et al., 2019).

Partículas brancas ou transparentes geralmente provêm de fragmentos de sacolas plásticas, embalagens de polietileno e garrafas PET degradadas, enquanto as de cor vermelha podem estar ligadas a fragmentos de embalagens pigmentadas com corantes (Hahladakis et al., 2018). Os fragmentos marrons são frequentemente associados à degradação fotoquímica (Rani-Borges et al., 2022).

Considerando a relação massa de microplásticos (MP) por quantidade de sedimento, todos os pontos apresentaram valores inferiores a 1 g de MP, o que equivale a aproximadamente 0,0001 g de MP por kg de areia seca. O Ponto 4 destacou-se com a maior massa absoluta, 0,7888 g, seguido do Ponto 3 (0,6515 g) e do Ponto 1 (0,5383 g), enquanto o Ponto 2 apresentou a menor massa, 0,461 g, apesar de ter sido o que concentrou o maior número de unidades de microplásticos. Esse contraste evidencia que, no Ponto 2, predominam partículas de menor densidade ou dimensões mais finas, o que reduz a massa total, ao passo que, no Ponto 4, embora a quantidade de partículas seja menor, estas apresentam maior peso individual, possivelmente por conterem fragmentos mais espessos ou de polímeros de maior densidade (ex.: PVC, poliestireno de alta densidade) (Käppler et al., 2016).

Essa distribuição irregular pode ser explicada por características locais de hidrodinâmica e uso da praia. O Ponto 2 está situado em área de maior circulação de banhistas e com presença de barracas, onde a energia das ondas e a constante mobilização da areia favorecem a fragmentação mecânica e a perda de massa das partículas, gerando microplásticos mais leves e numerosos (Zhang et al., 2021). Em contraste, o Ponto 4, mais afastado da área de maior fluxo turístico, apresenta sedimentos mais finos e zonas de deposição com menor energia de onda, favorecendo o acúmulo de fragmentos maiores e

mais densos (Prata et al., 2019). Por serem muito leves no conjunto, os microplásticos continuam suscetíveis ao transporte por correntes costeiras e ventos, o que contribui para a heterogeneidade espacial (Amato-Lourenço et al., 2020).

O Ponto 3, localizado próximo à saída de uma canalização de concreto (Figura 6), apresentou microplásticos de todas as formas e cores em quantidades consideráveis, evidenciando a influência de efluentes domésticos. Estudos demonstram que efluentes de origem orgânica são importantes fontes de microplásticos filamentosos, provenientes principalmente de fibras têxteis liberadas durante a lavagem de roupas (Bour et al., 2018; Santos et al., 2022). Esses efluentes, mesmo após tratamento em Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), podem carrear microplásticos secundários de fibras coloridas, que alcançam o sistema de esgoto e, eventualmente, os corpos d'água (Pereira et al., 2021).



Figura 6. Canalização de concreto próxima ao ponto 3, na faixa de areia da Praia Grande, Outeiro, Belém, Pará, Brasil. Fonte: Lima et al. (2023).

A presença de microplásticos nos quatro pontos analisados na Praia Grande de Outeiro não é surpreendente, visto a quantidade de materiais plásticos descartados de maneira inadequada no ambiente e que sofrem com os fatores físicos causadores da sua fragmentação, como as ondas, os ventos e a fotodegradação. Vale citar a existência de um esgoto a céu aberto carregando, entre suas muitas impurezas, numerosas e minúsculas partículas plásticas.

Sabe-se que a fragmentação dos plásticos em minúsculas unidades é o modo mais usual de

difusão destas partículas pelos mais diversos cenários do globo, como as praias. Os detritos plásticos são inseridos no ambiente costeiro e marinho por diversas vias, como efluentes domésticos e industriais, ferramentas de pesca e o descarte inadequado de objetos poliméricos (Dodson et al., 2020). De acordo com Carvalho (2022), eles podem ser carreados para os mares e oceanos pelo movimento do ar atmosférico (vento), pelas chuvas e pelas próprias ondas que transportam essas micropartículas da terra firme para os corpos d'água ou vice-versa, o que pode elucidar a presença de microplásticos nos demais pontos amostrais avaliados.

As distintas formas de microplásticos podem fornecer respostas variadas nos organismos expostos, pois cada tipo fornece uma interação diferente, podendo ser absorvidos, adsorvidos ou usados como superfície para a proliferação de microrganismos, o que sugere a influência direta da morfologia dos fragmentos plásticos nos processos de bioacumulação e biomagnificação. Além da possibilidade de se dispersar por grandes e longínquas áreas, os microplásticos podem adsorver compostos tóxicos como hidrocarbonetos e metais pesados (Rani-Borges et al., 2022). Estas partículas podem ser aderidas pelos organismos e ultrapassar barreiras imunológicas, podendo lesar tecidos, órgãos e células (Rafiee et al., 2018).

Estudos demonstraram que microplásticos podem atuar como vetores de contaminantes químicos e de organismos patogênicos, favorecendo sua ingestão e potencial bioacumulação em cadeias tróficas (Galloway et al., 2017; Koelmans et al., 2017). Em humanos, estudos de revisão sugerem a presença de microplásticos em tecidos e fluidos biológicos, levantando hipóteses sobre efeitos inflamatórios e de estresse oxidativo, embora ainda haja incertezas sobre doses e mecanismos (Prata et al., 2019; Ragusa et al., 2021).

A ocorrência de microplásticos em praias como a Praia Grande é uma problemática ambiental emergente que requer maior conhecimento. A preocupação com esse tema passa pela morosa decomposição dos microplásticos, sua biodisponibilidade para consumo por diferentes organismos, que podem ser contaminados por substâncias tóxicas absorvidas e transferidas por estas micropartículas. Logo, apesar de comprovações da exposição humana aos microplásticos, as consequências na saúde das pessoas e dos demais seres vivos ainda não foram plenamente elucidadas.

Este estudo apresenta limitações inerentes ao seu escopo amostral, uma vez que as coletas foram realizadas em um único dia e em apenas

quatro pontos de amostragem. Esse recorte temporal e espacial restringe a representatividade dos resultados, não contemplando variações sazonais ou possíveis flutuações na distribuição dos microplásticos ao longo de diferentes períodos hidrológicos e condições de maré (Thompson et al., 2004; Andrady, 2017).

Além disso, a caracterização dos microplásticos foi exclusivamente morfológica, com base em forma, cor e massa. Não foram conduzidas análises químicas para identificação dos tipos de polímeros ou para determinação de contaminantes adsorvidos. Reconhece-se que tais informações são essenciais para avaliar de forma mais completa os riscos ecotoxicológicos e as potenciais rotas de transporte e bioacumulação (Galloway et al., 2017; Koelmans et al., 2017).

Conclusão

Este estudo é o primeiro a relatar a presença de microplásticos na areia da Praia Grande de Outeiro, comprovando a ocorrência dessas partículas no sedimento superficial. Esses achados contribuem para o conhecimento científico sobre a contaminação por microplásticos em praias de água doce da região amazônica.

Para estudos futuros, recomenda-se ampliar o monitoramento temporal — incluindo diferentes estações e condições de maré —, assim como expandir o número de pontos de coleta, a fim de aumentar a robustez estatística e a confiabilidade da avaliação espacial. Também se sugere a aplicação de técnicas analíticas de espectroscopia ou pirólise-GC/MS, que permitam a identificação dos polímeros constituintes e a investigação de contaminantes orgânicos persistentes ou metais-traço adsorvidos, aprofundando a compreensão dos riscos ambientais e de saúde pública.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsa para Yasmin Di Paula Teixeira Oliveira, do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, da UFRA.

Referências

- Agência Pará, 2015. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/7318/outeiro-recebe-milhares-de-veranistas-no-terceiro-domingo-de-julho>. Acesso em: 09 setembro, 2023.
- Amato-Lourenço, L. F.; Galvão, L. S.; Weger, L. A.; Hiemstra, P. S.; Vijver, M. G.; Mauad, T. 2020. An emerging class of air pollutants: Potential effects of microplastics to respiratory human health? Science of the total Environment, 749, 141676. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141676>
- Andrady, A. L. 2017. The plastic in microplastics: A review. Marine Pollution Bulletin, 119, (1), 12-22. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.082>
- Auta, H. S.; Emenike, C. U.; Fauziah, S. H. 2017. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: a review of the sources, fate, effects, and potential solutions. Environment International, 102, 165-176. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>
- Besley, A.; Vijver, M. G.; Behrens, P.; Bosker, T. 2017. A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. Marine Pollution Bulletin. 15, (114), 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.08.055>
- Bitencourt, H. R. 2016. Ilha de outeiro: memórias e ressignificações. Revista Terceira Margem Amazônia, 2, 167-185.
- Bour, A.; Haarr, A.; Keiter, S.; Hylland, K. 2018. Environmentally relevant microplastic exposure affects sediment dwelling bivalves. Environmental Pollution, 236, 652-660. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.006>
- Carvalho, D. G. 2022. Avaliação espaço-temporal de microplásticos em praias do leste do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. 141p.
- Castro, R. O.; Silva, J. D. B.; Marques, M. R. C.; Ferreira, Q. D. 2020. Spatio-temporal evaluation of macro, meso and microplastics in embayments of Southeast Brazil. Marine Pollution Bulletin, 160, 111597. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111597>
- Chamas, A.; Moon, H.; Zheng, J.; Qiu, Y.; Tabassum, T.; Jang, J.H.; Abu-Omar, M.; Scott, S. L.; Suh, S. 2020. Degradation Rates of Plastics in the Environment. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 8, 3494-3511. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06635>
- Citterich, F.; Giudice, A.; Azzaro, M. 2023. A plastic world: A review of microplastic pollution in the freshwaters of the Earth's poles. Science of The Total Environment, 869, 161847. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161847>

- Dodson, G. Z.; Shotorban, A. K.; Hatcher, P. G.; Waggoner, D. C.; Ghosal, S.; Noffke, N. 2020. Microplastic fragment and fiber contamination of beach sediments: estuarine and barrier island beaches in Virginia and North Carolina, USA. *Marine Pollution Bulletin*, 151, 110869. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X19310252>
- Galloway, T. S.; Cole, M.; Lewis, C. 2017. Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nature Ecology & Evolution*, 1, 0116. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0116>
- Geyer, R.; Jambeck, J. R.; Law, K. L. 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3, e1700782. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782>
- Hahladakis, J. N.; Velis, C. A.; Weber, R.; Iacovidou, E.; Purnell, P. 2018. An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *Journal of Hazardous Materials*, 344, 179-199. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.10.014>
- Käppler, A.; Fischer, D.; Oberbekmann, S.; Schernewski, G.; Labrenz, M.; Eichhorn, K. J.; Voit, B. 2016. Identification of microplastics by FTIR and Raman microscopy: a novel silicon filter substrate opens the important spectral range below 1300 cm^{-1} for FTIR transmission measurements. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408, 8377-8391. <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9956-3>
- Khuyen, V. T. K.; Le, D. V.; Fischer, A. R.; Dornack, C. 2021. Comparison of microplastic pollution in beach sediment. *Global Changelles*, 5, 2100044. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8562063/>
- Koelmans, A. A.; Nor, N. H. M.; Hermesen, E.; Kooi, M.; Mintenig, S. M.; France, J. D. 2017. Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. *Water Research*, 155, 410-422. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.02.054>
- Lima, L. V. S.; Macário, B. S.; Fidélis, M. N.; Pessanha, A. L. M. 2019. Variação sazonal das partículas de microplásticos no sedimento de quatro praias urbanas no estado da Paraíba, Brasil. *Anais IV Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências*, Campina Grande, PB, Brasil, pp. 1-9.
- Lusher, A. L.; Brate, I. L. N.; Hurley, R. R.; Munno, K.; Welden, N. A. 2020. Is It or Isn't It: The Importance of Visual Classification in Microplastic Characterization. *Applied Spectroscopy*, 74, 1139-1153. <https://doi.org/10.1177/0003702820930733>
- Machado, J.A.; Oliveira, S.; Nazário, M. G.; Fernandes, H.; Krelling, A. 2021. Análise da presença de microplástico em bivalves (*Perna perna*): um estudo de caso em matinhos, litoral do Paraná. *Guaju*, 7, (1), 161. <http://dx.doi.org/10.5380/guaju.v7i1.76916>
- Maynard, I. F. N.; Bortoluzzi, P. C.; Nascimento, L. M.; Madi, R. R.; Cavalcanti, E. B.; Lima, A. S.; Jeraldo, V. L. S.; Marques, M. N. 2021. Analysis of the occurrence of microplastics in beach sand on the Brazilian coast. *Science of the Total Environment*, 777, 145977. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145977>
- Moura, A. G. A. F.; Silva, E. F.; Orlanda, J. F. F. 2023. Dinâmica da expansão urbana na ilha de Outeiro/PA. *Revista Equador*, 12, 54-70. <https://doi.org/10.26694/equador.v12i1.13879>
- Pereira, T. C.; Araújo, D. B.; Bila, D. M. 2021. Microplásticos em estação de tratamento de esgoto – uma revisão. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 14, 917-932. <https://doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2021.14.2.75496>
- Pimentel, M. A. S.; Oliveira, I. S.; Rodrigues, J. C. M. 2012. Dinâmica da paisagem e risco ambiental na ilha de Caratateua, distrito de Belém-PA. *Revista Geonorte*, 3, 624-633. <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1861/1739>
- Prarat, P.; Hongswat, P. 2022. Microplastic pollution in surface seawater and beach sand from the shore of Rayong province, Thailand: Distribution, characterization, and ecological risk assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 174, 113200. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113200>
- Prata, J. C.; Costa, J. P.; Lopes, I.; Duarte, A. C.; Rocha-Santos, T. 2019. Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Science of the Total Environment*, 702, 134455. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455>

- Prefeitura Municipal de Belém. 2021. Plano Municipal de Turismo de Belém. Disponível em: <https://belemtur.belem.pa.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/PLANO-MUNICIPAL-DE-TURISMO-VERSAO-FINAL-2021-1.pdf>. Acesso em: 06 dezembro, 2023.
- Queiroz, B. P. V.; Sousa, F. R.; Alcântara, G.; Chaves, P. 2023. Aprendizagem baseada em desafios e a gestão dos resíduos sólidos em casa. Revista Ciência em Evidência, 4(FC), e023003.
- Rafiee, M.; Dargahi, L.; Eslami, A.; Beirami, E.; Jahangiri-Rad, M.; Sabour, S.; Amereh, F. 2018. Neurobehavioral assessment of rats exposed to pristine polystyrene nanoplastics upon oral exposure. Chemosphere, 193, 745-753. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.11.076>
- Ragusa, A.; Svelato, A.; Santacroce, C.; Catalano, P.; Notarstefano, V.; Carnevali, O.; Papa, F.; Ciro, M.; Rongioletti, A.; Baiocco, F.; Draghi, S.; D'Amore, E.; Rinaldo, D.; Matta, M.; Giorgini, E. 2021. Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. Environment International, 146, 106274. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274>
- Rani-Borges, B.; Vicente, E.; Pompêo, M. 2022. Aspectos da ecotoxicidade em ambientes aquáticos. Editora da Universidade de São Paulo: Instituto de Biociências, São Paulo. 283p.
- Santos, H. S.; Oliveira, A. L. C.; Freitas, W. 2023. Diagnóstico Socioambiental de três praias urbanas da cidade de Salvador (Bahia). Revista Brasileira de Meio Ambiente, 11, (1), 215-226. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8023362>
- Santos, N. S.; Queiroz, L. A.; Oliveira, M. M. C.; Valentim, A. C. S. 2022. Identificação de microplásticos em efluente doméstico do município de Alagoinhas-BA. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, 10, 67-81. <https://doi.org/10.9771/gesta.v0i2.50213>
- Silva, J. M. P.; Silva, C. N.; Chagas, C. A. N.; Barbosa, E. J. S. 2012. Percursos geográficos: pesquisa e extensão no Distrito de Outeiro, Belém-Pará (2008-2011). Belém: Gapta/UFGA, 204p.
- Thompson, R. C.; Olsen, Y.; Mitchell, R. P.; Davis, A.; Rowland, S. J.; John, A. W. G.; McGonigle, D.; Russell, A. E. 2004. Lost at Sea: Where is all the plastic? Science, 304, 838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>
- Woźniak-Budych, M.; Staszak, K.; Wieszczycka, K.; Bajek, A.; Staszak, M.; Roszkowski, S.; Giamberini, M.; Tylkowski, B. 2024. Microplastic label in microencapsulation field – Consequence of shell material selection. Journal of Hazardous Materials, 465, 133000. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.133000>
- Zhang, Y.; Kang, S.; Allen, S.; Allen, D.; Gao, T.; Sillanpää, M. 2021. Atmospheric microplastics: A review on current status and perspectives. Earth-Science Reviews, 222, 103811. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103118>