

Relatório Técnico: Presença de carreadores plásticos (biomídias) nas praias do litoral do Paraná

Renata Hanae Nagai^{1,2*}, Yan Weber Mesquita^{1,2}, Aislyn Alvarenga², Cecília C. V. N. Massignani², Ana Barbara T. do Nascimento²

¹ Universidade de São Paulo; ² Universidade Federal do Paraná

* renatanagai@usp.br

SUMÁRIO EXECUTIVO

- Carreadores plásticos ou biomídias são pequenas peças de plástico de baixa densidade utilizados em Estações de Tratamento de Águas Residuais e de Efluentes (ETAR/ETEs) para aplicação da tecnologia Reator de Biofilme de Leito Móvel (MBBR, *Moving Bed Biofilm Reactor*);
- Este é o primeiro registro da presença de biomídias no meio ambiente no Brasil;
- A primeira evidência da presença de biomídias no litoral paranaense ocorreu no balneário Pontal do Sul (Pontal do Paraná) em junho de 2023;
- 749 biomídias foram registradas em 8 das 14 praias do litoral do Paraná estudadas, incluindo em praias do Parque Nacional do Superagui e Parque Estadual da Ilha do Mel;
- ETAR/ETEs que usam a tecnologia MBBR localizada no interior do Complexo Estuarino de Paranaguá podem ser a fonte das biomídias encontradas no litoral paranaense;
- Mais estudos estão sendo realizados para determinar se a entrada das biomídias no meio ambiente ocorreu de forma pontual ou é crônica;
- Recomenda-se a discussão e adoção de protocolos de prevenção e aviso de liberação acidental de biomídias por ETEs que fazem o uso da tecnologia MBBR por todas as partes interessadas a nível estadual e nacional.

NAGAI, R.H.; MESQUITA, Y.W.; ALVARENGA, A.; MASSIGNANI, C.V.N.; NASCIMENTO, A.B.T. Presença de carreadores plásticos (biomídia) nas praias do litoral do Paraná. Relatório Técnico. Paraná. 9p. 2023.

INTRODUÇÃO

Carreadores plásticos (biomídias) são cilindros perfurados de plásticos de aproximadamente 10 mm de diâmetro utilizados como suporte para biofilme bacteriano na etapa de remoção de matéria orgânica do tratamento de águas (Ødegaard et al., 1994). As biomídias compõem a tecnologia Reator de Biofilme Leito Móvel (MBBR, *Moving Bed Biofilm Reactor*) que é comumente utilizada em Estações de Tratamento de Águas Residuais e de Efluentes (ETAR/ETEs) (Ballerini et al., 2022; Madan et al., 2022). As biomídias podem ser acidentalmente liberadas no ambiente (devido a falhas nos sistemas de contenção das ETAR/ETEs, vazamentos devido a episódios de chuvas fortes ou até mesmo no seu transporte) e milhares e até milhões de peças podem ser introduzidas no meio ambiente (Bencivengo, et al., 2018). Portanto, podem representar uma ameaça aos ecossistemas marinhos, aumentando a problemática da poluição por plástico no oceano.

No Brasil, a implementação de sistemas de ETAR/ETEs que utilizam MBBR está em crescimento, o último relatório da Agência Nacional de Águas e Saneamento mostra que em 2017, 19 ETEs utilizavam essa tecnologia (ANA, 2020). No entanto, até o momento, não havia registros da presença de biomídias no meio ambiente. Este relatório apresenta o primeiro registro da presença de biomídias em ambientes costeiros brasileiros, encontradas em praias do litoral do Paraná.

O litoral do estado do Paraná, é a segunda menor costa oceânica do Brasil, com extensão de aproximadamente 90 km (Figura 1). O litoral paranaense possui 301 mil habitantes (IBGE, 2023), e tem sua economia centrada em atividades que incluem pesca, agricultura, geração de energia, portos, turismo e recreação (Angulo et al., 2020). Atualmente, existem 11 ETEs no entorno do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) sendo seis delas localizadas em Paranaguá, e as outras cinco distribuídas em cada um dos demais municípios (ANA, 2020; PREFEITURA DE ANTONINA, 2020; PREFEITURA DE PARANAGUÁ, 2021). O litoral ainda abriga cinco importantes unidades de conservação marinho costeiras: a Área de Preservação Ambiental (APA) de Guaraqueçaba e a APA de Guaratuba, Estação Ecológica de Guaraqueçaba, o Parque Nacional (PARNA) de Superagui e o Parque Estadual (PE) da Ilha do Mel (Figura 1).

Neste contexto, este relatório tem o objetivo de informar *stakeholders* e atores sociais sobre a presença de biomídias nas praias paranaenses. O relatório apresenta um levantamento inicial da abundância e distribuição espacial das biomídias realizado por pesquisadores da Universidade de São Paulo e da Universidade Federal do Paraná, buscando identificar as possíveis fontes das biomídias encontradas e trazer recomendações de ações futuras para o monitoramento e minimização de potenciais impactos ambientais.

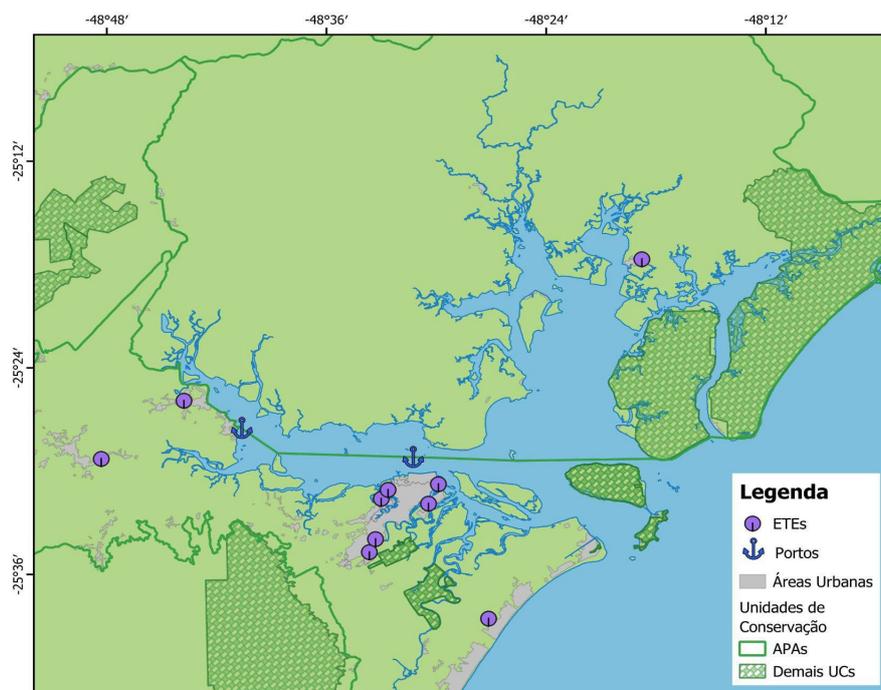


Figura 1 - Mapa da região do litoral do Paraná ao redor do Complexo Estuarino de Paranaguá. No mapa estão localizadas as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), Unidades de Conservação (UCs), os Portos de Paranaguá e Antonina e as 11 Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs).

Materiais e métodos

A investigação da presença de biomídias foi realizada em 14 praias dos municípios de Pontal do Paraná (balneários Praia de Leste, Santa Terezinha, Ipanema, Shangri-lá, Barrancos, Atami, Pontal do Sul, Ponta do Poço e Pontal 2), Paranaguá (Ilha do Mel, praias Encantadas e Brasília) e Guaraqueçaba (Ilha de Superagui, praia Deserta). A coleta das biomídias foi realizada em transectos paralelos (N=42) e perpendiculares (N=12) à linha de costa.

Os transectos perpendiculares à costa, possuíam 5 m de largura, indo da linha de água à linha de vegetação. Em cada praia/balneário, foram realizados 3 transectos, com 500 m de distância entre eles. Enquanto para os transectos paralelos à linha de costa, de extensão de 300 a 1000 m, foi realizada a coleta de biomídias presentes na linha de deixa (identificada como a linha de acúmulo de detritos deixados na última alta da maré). Todas as biomídias encontradas foram coletadas e armazenadas em sacos plásticos até contagem em laboratório. Os dados aqui reportados representam a quantidade absoluta de biomídias (itens) encontradas nos transectos perpendiculares e quantidade absoluta de biomídias (itens) e a concentração linear (itens em 100 m) encontradas nos transectos paralelos.

Resultados e Discussão

Os dados de abundância de biomídias encontradas no litoral do Paraná estão apresentados no Anexo 1 e representados na Figura 2. Foram encontradas 749 biomídias (Modelo BZE 685 ou similar, Anexo 2) em oito das 14 praias amostradas incluindo nas praias do PARNA de Superagui e do PE da Ilha do Mel. As maiores abundâncias de biomídias foram observadas nos balneários do município de Pontal do Paraná (Shangri-lá, Atami e Pontal do Sul) e não foram encontradas biomídias nos balneários Praia de Leste, Santa Terezinha e Ipanema.

O padrão de distribuição espacial apresenta uma tendência decrescente na abundância e concentração das biomídias com o aumento da distância da desembocadura sul do CEP, particularmente nas praias oceânicas do município de Pontal do Paraná. Durante as campanhas de amostragem, observamos que as biomídias estavam associadas a fragmentos de vegetação de manguezal, incluindo registros de interação entre biomídias e propágulos de *Avicennia schaueriana* (Anexo 2). Corroborando com a hipótese, proposta por Krelling et al. (2017) e Krelling e Turra (2019), sobre o papel do CEP como vetor de lixo marinho (p.e., domésticos, esgotos e pesqueiros) para as praias de Pontal do Paraná.

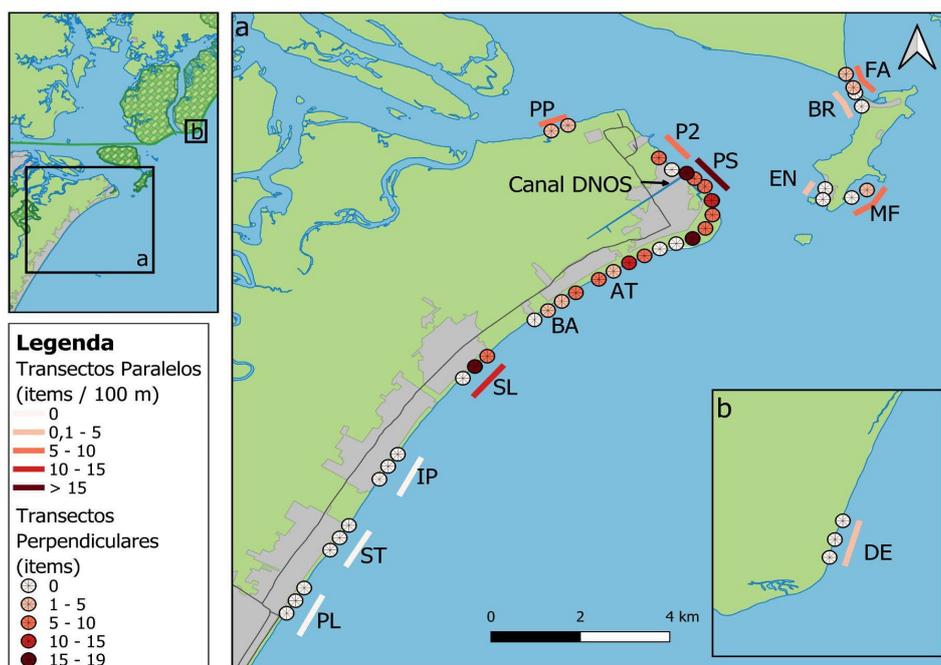


Figura 2 - Distribuição das biomídias nas 14 praias amostradas do litoral do Paraná. Onde as linhas representam a concentração de biomídias (itens por 100 m) obtida nos transectos paralelos à linha de costa e os círculos representam a abundância de biomídias (itens) obtida nos transectos perpendiculares à linha de costa. Ver Anexo 1 para siglas de identificação de balneários/praias.

A problemática do lixo marinho tem sido alvo de investigações científicas (concluídas e em andamento) no litoral paranaense (Possatto et al., 2015; Moreira et al., 2016; Krelling et al., 2017, 2023; Bettim et al., 2021; Mengatto e Nagai, 2022; Mesquita, 2022) no entanto, antes de junho de 2023, biomídias não haviam sido observadas. Isso sugere que sua entrada nos ambientes costeiros do Paraná é muito recente. Destacamos que nosso grupo de pesquisa realizou uma campanha de investigação de detritos marinhos nos balneários Praia de Leste, Shangri-lá e Pontal do Sul em meados de maio de 2023, e naquela ocasião, biomídias não foram observadas. Portanto, é provável que a entrada das biomídias no meio ambiente esteja relacionada a um evento de contribuição pontual ou crônica que começou entre meados de maio (a última campanha de campo) e meados de junho de 2023 (a primeira observação). No entanto, são necessárias campanhas de amostragem adicionais para determinar se a entrada das biomídias vem de um único evento ou é crônica (em execução pelo nosso grupo de pesquisa). Cabe ainda, destacar a recente implementação (abril/maio de 2023) da tecnologia MBBR em uma ETE localizada no município de Paranaguá (comunicação pessoal da Profa. Dra. Silvia P. Melegari - UFPR).

O limite de ocorrência das biomídias no litoral de Pontal do Sul (balneário Shangri-lá), que tem sido apontado como o limite Sul da influência do CEP na abundância de macrolixo (Krelling et al., 2017). No entanto, uma vez que as biomídias (ou qualquer lixo flutuante) atingem as águas costeiras, as partículas seguem os padrões de transporte de sedimentos das correntes de deriva litorânea; que no litoral do Paraná têm direção predominante para o norte (Noernberg et al., 2007). Isso explica como as biomídias chegam nas praias do PE da Ilha do Mel e do PARNA de Superagui, enfatizando o papel potencial do CEP como vetor de lixo marinho, não apenas para as praias do Pontal do Paraná, mas também para a porção norte do litoral paranaense.

Considerações finais e Recomendações

Este é o primeiro relato da presença, abundância e distribuição de biomídias (peças plásticas utilizadas em ETAR/ETEs que contam com a tecnologia de MBBR) no litoral paranaense e brasileiro. A presença das biomídias foi observada em 57% das praias amostradas localizadas nos municípios de Pontal do Paraná, Paranaguá (PE da Ilha do Mel) e Guaraqueçaba (PARNA de Superagui). Os resultados indicam que a entrada das biomídias nos ambientes costeiros do litoral paranaense é recente, tendo iniciado entre maio e junho de 2023 e que a fonte potencial para as biomídias encontradas seria uma ETEs localizada no interior do CEP.

Considerando que instalação de sistemas MBBR nas ETAR/ETEs possuem uma tendência crescente no país, é urgente que empresas de tratamento de águas residuais (públicas e privadas), agências de fiscalização e proteção ambiental e secretarias de meio ambiente (municipais e estaduais) discutam planos de comunicação e elaborem protocolos de contenção e remediação para casos de liberação acidental de biomídias no meio ambiente. A rápida comunicação interinstitucional e implementação de barreiras de contenção e remediação são fundamentais para minimizar sua dispersão e seus potenciais impactos ambientais. Para o estado do Paraná isso é de particular importância, pois há a previsão e estudos para a implementação de ETEs com tecnologia MBBR, a saber, futuras ETEs da Ilha do Mel (Prefeitura de Paranaguá, 2021) e em Pontal do Paraná e Matinhos (SANEPAR, 2023). Ainda, recomenda-se que estudos de implementação de MBBR em ETEs também considerem os riscos de liberação acidental de biomídias para o meio ambiente.

Referências bibliográficas

- ANA, A.N. de Á. (Brasil), 2020. Atlas esgotos: atualização da base de dados de estações de tratamento de esgotos no Brasil / Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2020.
- Angulo, R.J., Souza, M.C.D., Noernberg, M.A., 2020. Anthropogenic impacts on the morphological and sedimentary processes in the coast of State of Paraná, in Southern Brazil: past and future perspectives. *RGCI* 20, 5–25. <https://doi.org/10.5894/rgci-n197>
- Ballerini, T., Chaudon, N., Fournier, M., Coulomb, J.-P., Dumontet, B., Matuszak, E., Poncet, J., 2022. Plastic pollution on Durance riverbank: First quantification and possible environmental measures to reduce it. *Frontiers in Sustainability* 3.
- Bencivengo, P., Barreau, C., Bailly, C., Verdet, F., 2018. Sewage Filter Media and Pollution of the Aquatic Environment, Surfrider Foundation Europe Report, Water Quality and Marine Litter programme, Biarritz, France.
- Bettim, M., Krelling, A.P., Di Domenico, M., Cornwell, T.O., Turra, A., 2021. Daily environmental variation influences temporal patterns of marine debris deposition along an estuarine outlet in southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 172, 112859. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112859>
- IBGE, 2023. IBGE | Biblioteca | Detalhes | Censo Demográfico 2022 : população e domicílios : primeiros resultados / IBGE, Coordenação Técnica do Censo Demográfico [WWW Document]. URL <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102011> (accessed 8.28.23).
- Krelling, A.P., Antunes, C.V., Broadhurst, M.K., 2023. Investigating variability among fisheries litter accumulation on beaches in Paraná, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 187, 114607. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114607>
- Krelling, A.P., Souza, M.M., Williams, A.T., Turra, A., 2017. Transboundary movement of marine litter in an estuarine gradient: Evaluating sources and sinks using hydrodynamic modelling and ground truthing estimates. *Marine Pollution Bulletin* 119, 48–63. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.034>
- Krelling, A.P., Turra, A., 2019. Influence of oceanographic and meteorological events on the quantity and quality of marine debris along an estuarine gradient. *Marine Pollution Bulletin* 139, 282–298. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.049>

- Madan, S., Madan, R., Hussain, A., 2022. Advancement in biological wastewater treatment using hybrid moving bed biofilm reactor (MBBR): a review. *Appl Water Sci* 12, 141. <https://doi.org/10.1007/s13201-022-01662-y>
- Mengatto, M.F., Nagai, R.H., 2022. A first assessment of microplastic abundance in sandy beach sediments of the Paranaguá Estuarine Complex, South Brazil (RAMSAR site). *Marine Pollution Bulletin* 177, 113530. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113530>
- Mesquita, Y.W., 2022. Microplásticos em praias arenosas da América Latina e do Caribe : onde, como e fatores de controle de sua distribuição (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Paraná.
- Moreira, F.T., Prantoni, A.L., Martini, B., De Abreu, M.A., Stoiev, S.B., Turra, A., 2016. Small-scale temporal and spatial variability in the abundance of plastic pellets on sandy beaches: Methodological considerations for estimating the input of microplastics. *Marine Pollution Bulletin* 102, 114–121. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.11.051>
- Possatto, F.E., Spach, H.L., Cattani, A.P., Lamour, M.R., Santos, L.O., Cordeiro, N.M.A., Broadhurst, M.K., 2015. Marine debris in a World Heritage Listed Brazilian estuary. *Marine Pollution Bulletin, Marine pollution and assessment of marine status in Latin America* 91, 548–553. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.032>
- PREFEITURA DE ANTONINA, 2020. Plano municipal de saneamento básico relatório 2: diagnóstico dos sistemas de saneamento.
- PREFEITURA DE PARANAGUÁ, 2021. Plano Municipal de Saneamento Básico. Produto C - Relatório do Diagnóstico Técnico-Participativo.
- SANEPAR, 2023. PBHI - Projeto Básico Hidráulico e Anteprojetos Complementares: Unidade 01: Matinhos / Melhoria e Ampliação da Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Solimar e Unidade 02: Pontal do Paraná / Melhoria e Ampliação da Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Ipanema.

ANEXO 1 - Dados das biomédias encontradas nas praias do litoral do Paraná, com a sigla dos pontos de coleta (ID) e dados de abundância de biomédias (itens) e extensão (m) dos transectos paralelos à linha de costa, e número de transectos (N) e abundância (itens) para os transectos perpendiculares à linha de costa.

ID	Balneário	Transecto paralelo		Transecto perpendicular	
		Abundância (itens)	Extensão (m)	N	Abundância (itens)
PP	Ponta do Poço	35	564	2	8
P2	Pontal 2	26	480	2	5
PS	Pontal do Sul	247	456	5	79
AT	Atami	-	-	3	24
BA	Barrancos	-	-	4	9
SL	Shangri-lá	148	1080	3	28
IP	Ipanema	0	1036	3	0
ST	St. Terezinha	0	1033	3	0
PL	Praia de Leste	0	1028	3	0
BR	Brasília	6	507	2	0
FA	Farol	61	749	2	4
MF	Mar de Fora	62	936	2	2
EN	Encantadas	2	378	2	0
DE	Deserta	3	1000	3	0

ANEXO 2 – Exemplo de biomídias encontradas no litoral do Paraná (a, b), e o conjunto diversificado de ambientes costeiros onde essas partículas foram observadas: na linha de deixa junto com outros detritos (c), sobre a areia (d), com detritos típicos de propágulos de mangue (e), interação com um propágulo de *Avicennia schauerianna* (f), no topo de uma estrutura de enrocamento em Pontal do Sul (g) e em um manguezal da Ponta do Poço (h).

