

Poluição por microplástico e Agenda 2030: análise quali-quantitativa e caracterização espacial na Praia Tupi, Praia Grande – SP

¹Beatriz de Almeida Frias^{ID}, ²Bianca Brito Gouveia Barradas^{ID}, ³Joilson Alves Lima^{ID}, ³Michele C. Toledo^{ID}

¹Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo, SP - Brasil, beatrizfrias01@gmail.com

²Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo, SP - Brasil, biabgbarradas@gmail.com

³Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo, SP - Brasil, joilson10@gmail.com

⁴Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo, SP - Brasil, michele.toledo@alumni.usp.br

RESUMO

Objetivo: Identificar a presença de plástico, diferenciando por tamanho, na areia da Praia Tupi, uma praia urbana no município de Praia Grande, São Paulo. Adicionalmente, identificar os potenciais impactos socioambientais e a relação com a Agenda 2030. **Método:** Foram coletadas 21 amostras de areia em três faixas da praia, analisadas em laboratório com auxílio de uma peneira para identificação de pequenos fragmentos plásticos. Foi realizada uma matriz de impacto e avaliada a relação com a Agenda 2030. **Resultados e conclusão:** O plástico foi encontrado em todas as amostras, representando 97% dos resíduos. Foram identificados microplásticos (82%), mesoplásticos (10%) e macroplásticos (7%). A maior quantidade de microplásticos foi encontrada na face da praia, na linha da maré alta. Entre os microplásticos, 5,5% eram *pellets*, indicando que há fontes de resíduos que não sejam o turismo. Foram identificados potenciais impactos ambientais, sociais e econômicos, alguns de caráter irreversível, e uma forte relação com a Agenda 2030, apesar da lacuna de indicadores oficiais. **Implicações da pesquisa:** subsídio para gestão costeira municipal, com a formulação de planos municipais de resíduos e políticas públicas, integrando ações preventivas. **Originalidade/valor:** Integração entre a análise de resíduos e a Agenda 2030, com conexões com quatro ODS e a identificação de lacunas nos indicadores oficiais; caracterização de resíduos em uma praia urbana, contribuindo para a caracterização da costa brasileira, com a quantificação de diferentes tamanhos de plástico; evidência empírica de que a limpeza mecânica não elimina os microplásticos.

Palavras-chave: Plástico; Pellet; Resíduos Sólidos; ODS.

Microplastic Pollution and the 2030 Agenda: Quali-Quantitative and Spatial Characterization at Tupi Beach, Praia Grande – SP

Objective: To identify the presence of plastics in the sand of Praia Tupi, an urban beach located in the municipality of Praia Grande, São Paulo. Additionally, to assess potential socio-environmental impacts and the relationship with the 2030 Agenda. **Method** A total of 21 sand samples was collected from three beach zones, and then analyzed in the laboratory using a sieving procedure. An impact matrix was prepared, and the relationship with the 2030 Agenda was evaluated. **Results and conclusion:** Plastics were found in all samples, accounting for 97% of all waste identified. Microplastics represented 82% of the total, followed by mesoplastics (10%) and macroplastics (7%). The highest concentration of microplastics occurred on the beach face, near the high-tide line. Among the microplastics, 5.5% were *pellets*, indicating the presence of pollution sources unrelated to tourism. The occurrence of plastics on the beach revealed potential impacts, some of them irreversible, and showed a strong relationship with the 2030 Agenda, despite the gap in monitoring indicators. **Research implications:** Evidence to support municipal coastal management, including the development of solid waste plans and public policies. **Originality/value:** the study integrates waste analysis with the 2030 Agenda, highlighting gaps in official SDG indicators. It provides primary data on the characterization of waste in an urban beach potentially representative of the Brazilian context and quantifies different size categories of plastic. The results also offer empirical evidence that mechanical cleaning does not eliminate microplastics and identify connections with four SDGs, emphasizing the need for more robust monitoring indicators.

Keywords: Plastic. *Pellets*. Solid waste. SDG.

Contaminación por Microplásticos y la Agenda 2030: Análisis Cualitativo y Caracterización Espacial en la Playa Tupi, Praia Grande – SP

Objetivo: Identificar la presencia de plástico en la arena de la Praia Tupi, una playa urbana ubicada en el municipio de Praia Grande, São Paulo. Adicionalmente, evaluar los potenciales impactos socioambientales y su relación con la Agenda 2030. **Método** Se recolectaron 21 muestras de arena en tres franjas de la playa, y se analizaron en laboratorio. Se elaboró una matriz de impacto y se evaluó la relación con la Agenda 2030. **Resultados y conclusión:** Se encontró plástico en todas las muestras, representando el 97% de los residuos identificados. Se detectaron microplásticos (82%), mesoplásticos (10%) y macroplásticos (7%). La mayor cantidad de microplásticos se registró en la cara de la playa, cerca de la línea de marea alta. Entre los microplásticos, el 5,5% correspondía a *pellets*, cuya presencia indica fuentes de contaminación no relacionadas con el turismo. Fueran identificados potenciales impactos, algunos de carácter irreversible, y evidenció una fuerte relación con la Agenda 2030, a pesar de la falta de indicadores oficiales. **Implicaciones de la investigación:** Apoyo para la gestión costera municipal, incluyendo la formulación de planes de residuos sólidos y políticas públicas. **Originalidad/valor:** El estudio integra el análisis de residuos con la Agenda 2030 y destaca lagunas en los indicadores oficiales de los ODS; Aporta datos primarios en una playa urbana potencialmente representativa del contexto brasileño, con la cuantificación de diferentes tamaños de plástico; Proporciona evidencia de que la limpieza mecánica no elimina los microplásticos e identifica conexiones con cuatro ODS, subrayando la necesidad de indicadores más robustos.

Keywords: Plásticos. *Pellets*. Residuos sólidos. ODS.



1 INTRODUÇÃO

A má gestão de resíduos tem levado uma carga de cerca de 1,7 milhão de toneladas de plástico aos oceanos todos os anos, isso tem causado consequências diretas à vida marinha, como lesões e mortes de mamíferos marinhos, aves e peixes (OECD, 2022; Pêgo; Martins; Carvalho, 2018). A fonte dos resíduos é, em maior parte, o continente (70-80%), e os impactos podem se estender ao turismo e a outras atividades econômicas (Li; Tse; Fok, 2016).

Os desafios ambientais decorrentes da presença de resíduos plásticos em ambientes costeiros se configuram entre os problemas mais urgentes da atualidade e apresentam caráter transversal no âmbito da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Sob a perspectiva dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), essa problemática compromete a integridade dos ecossistemas marinhos, afeta atividades econômicas diretamente dependentes da qualidade ambiental, como a pesca e o turismo, e representando riscos potenciais à saúde humana. Adicionalmente, a ocorrência e o acúmulo desses resíduos refletem deficiências na gestão de resíduos sólidos, evidenciando fragilidades na infraestrutura urbana e na governança ambiental (ONU, 2016).

O surgimento do plástico totalmente sintético data de 1.900, com a fabricação do Baquelite®, que foi a primeira forma comercial desse polímero. A partir de então, os plásticos entraram na confecção de materiais para a construção civil, brinquedos, vestuário e próteses médicas, por exemplo (ABIPLAST, 2017; FSPML, 2018). Os dados mostram um crescimento na produção e comercialização de plástico, de 2 mil t em 1950, alcançando 459,75 milhões t em 2019 (Geyer;

Jambeck; Law, 2017; OECD, 2022). Atualmente, a principal utilização do plástico é em embalagens, caracterizadas pelo uso único e então o descarte (Geyer; Jambeck; Law, 2017).

Embora o plástico seja um material potencialmente reciclável e capaz de retornar à cadeia produtiva como matéria-prima, a inadequação na gestão de resíduos faz com que grandes volumes tenham o ambiente como destino final. Nesses casos, sua degradação pode ultrapassar quatro séculos (Brasil, 2019). Nos oceanos, com os processos físicos, químicos e biológicos (especialmente a radiação ultravioleta), o plástico se fragmenta progressivamente em partículas menores, chegando à dimensão de microplástico, porém, sua completa biodegradação é difícil de ocorrer, acumulando-se em sedimentos marinhos profundos e até mesmo colônias de corais (Woodall *et al.* 2014; Li; Tse; Fok, 2016).

De acordo com o Plano de Combate ao Lixo no Mar, o resíduo plástico pode ser classificado quanto ao seu tamanho, sendo nano ($< 1\text{nm}$), micro ($< 5\text{mm}$), meso ($< 2,5\text{cm}$), macro ($< 1\text{m}$) e mega ($\geq 1\text{m}$) (Brasil, 2019). Na categoria dos microplásticos, além de sua configuração pela degradação de macroplásticos, essa categoria é também representada pelos *pellets*, que são esférulas plásticas com até 5 mm de diâmetro, sendo insumos base para a fabricação de plásticos em geral (Baptista Neto; Wallner-Kersanach; Patchineelam, 2008). A contaminação de praias brasileiras por *pellets* plásticos já constitui uma realidade e tem sido documentada na literatura científica. Estudos recentes demonstram que essas partículas têm sido identificadas em diferentes regiões costeiras do país, evidenciando que perdas associadas aos processos de produção, armazenamento e transporte representam uma importante fonte de poluição marinha, com potencial de dispersão para áreas distantes, por influência de correntes oceânicas e fatores hidrodinâmicos (Andreussi *et al.*, 2024).

A quantificação da carga total de resíduos plásticos de diferentes tamanhos que ingressam nos oceanos permanece um desafio metodológico e ainda carece de consenso na literatura. Estimativas iniciais sugeriam que aproximadamente 8 milhões de toneladas de resíduos plásticos alcançavam os ecossistemas marinhos por ano (Pêgo; Martins; Carvalho, 2018). Entretanto, estudos mais recentes, apoiados em metodologias aprimoradas e maior disponibilidade de dados empíricos, revisaram esses valores para um intervalo entre 1 milhão e 1,7 milhão de toneladas anuais (OECD, 2022). Uma revisão sistemática recente, que analisou 120 artigos científicos sobre microplásticos em ambientes costeiros brasileiros, identificou a presença desses resíduos em todas as praias avaliadas. Entretanto, os autores observaram uma distribuição desigual dos dados ao longo da costa brasileira, evidenciando lacunas regionais de conhecimento. Nesse contexto, o estado de São Paulo seria uma área que se beneficiaria da ampliação de estudos com produção de dados primários, contribuindo para o

fortalecimento da caracterização nacional da poluição por plásticos em ambientes costeiros, além de contribuir, ainda, para a consolidação de bancos de dados globais, que aprimoram a compreensão dos fluxos de poluição marinha (Escrobot *et al.*, 2024).

Investigar a magnitude e a distribuição da poluição plástica em praias urbanas não apenas auxilia para o diagnóstico local, mas também fornece evidências essenciais para o monitoramento dos ODS, especialmente em um cenário global que ainda carece de indicadores robustos e comparáveis para mensurar avanços na redução da poluição marinha (ONU, 2016).

Nesse contexto, o presente estudo busca identificar e quantificar microplásticos, mesoplásticos e macroplásticos presentes no sedimento arenoso da Praia Tupi, Praia Grande – SP, avaliando sua distribuição espacial, seus potenciais impactos socioambientais e sua relação com a Agenda 2030. Ao produzir dados primários em uma praia urbana brasileira, o estudo pretende contribuir para o fortalecimento de estratégias de gestão costeira e para a discussão sobre indicadores relacionados aos ODS.

2 METODOLOGIA

O presente estudo se caracteriza como uma investigação exploratória, na forma de estudo de caso, baseada em uma campanha única de coleta realizada na Praia Tupi, município de Praia Grande (SP). O critério para seleção da praia incluiu sua localização no estado de São Paulo e o elevado fluxo turístico da região, considerando a estimativa de que mais de um milhão de turistas visitam o município durante o período compreendido entre os meses de dezembro e fevereiro (Praia Grande, 2019a). A Praia Tupi possui 1,4 Km de extensão, e é delimitada pela Avenida Presidente Sarmiento e a Rua Caribas, no bairro da Vila Tupi, onde também se localiza o emissário submarino para despejo de efluentes (Praia Grande, 2019a).

2.1 Coleta das amostras

A metodologia amostral foi baseada no método dos autores Bisi Júnior *et al.* (2011), realizada no dia 30 de março de 2019, a partir de uma única coleta do sedimento superficial da Praia Tupi, ao longo de sete transectos com 200 metros de distância entre eles (Figura 1), medidos com auxílio de uma trena, começando pela extremidade da Avenida Presidente Sarmiento (transecto 1) em direção à Rua Caribas (transecto 7), pontos que marcam o início e fim da Praia Tupi, respectivamente. Cada transecto foi constituído por três pontos de amostragem, com 30 metros de distância entre eles (Figura 2.), localizados na face da praia (faixa de areia mais próxima ao mar), cujas amostras foram identificadas como A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, na crista do berma (faixa intermediária entre o mar

e a avenida), sendo as amostras B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, e no berma (faixa mais próxima à avenida), amostras C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7. As amostras foram demarcadas por um molde quadrado de madeira de 40 cm, e o sedimento superficial no interior desse quadrado foi coletado com uma pá comum, retirando-se uma camada de aproximadamente 0,5 cm de profundidade do sedimento com todo o resíduo presente. O sedimento foi armazenado em sacos plásticos identificados com etiquetas contendo a letra e número de cada amostra, e georreferenciada com o uso de aparelho celular contendo GPS.

Figura 1 - Localização dos transectos onde foi realizada a coleta das amostras na Praia Tupi

Fonte: Google Maps (adaptado)

Avenida Presidente Castelo Branco

Berma

C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7

Crista do Berma

B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7

Face da Praia

A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7

Mar

2.2 Análise das amostras

As amostras foram analisadas em laboratório em três etapas, começando pela faixa C (berma). Cada amostra foi acondicionada em uma bandeja de alumínio e seca em uma estufa de circulação à temperatura de 40° C, por cinquenta minutos, para garantir que estivessem totalmente secas, em seguida foram peneiradas na peneira de malha 1,4 mm, e os resíduos que ficaram retidos foram separados com o auxílio de uma pinça. A peneira teve como objetivo separar o sedimento da praia dos resíduos coletados, para que pudessem ser categorizados de acordo com seus tamanhos. Entretanto, isso implica uma limitação metodológica, que selecionou resíduos maiores que 1,4 mm, restringindo a porção de microplástico analisada ao intervalo de 1,4 mm a 5 mm.

A identificação e classificação dos resíduos plásticos foram realizadas por inspeção visual, considerando características morfológicas como formato, coloração, textura e aspecto superficial. Embora esse procedimento seja amplamente utilizado em estudos exploratórios, reconhece-se que a identificação exclusivamente visual apresenta limitações, especialmente para partículas de menor dimensão ou materiais que apresentem características semelhantes às de componentes naturais.

As amostras das faixas A e B estavam mais úmidas, e por esse motivo ficaram por dez horas na estufa a 40°C. Após esse período, foi seguida a metodologia utilizada nas amostras da faixa C.

Os resíduos identificados foram quantificados individualmente em cada amostra e classificados nas categorias microplásticos, mesoplásticos e macroplástico. Os microplásticos foram ainda diferenciados na categoria *pellets*, devido à sua origem específica, geralmente associada a processos industriais de produção e transporte de resinas plásticas. Fragmentos de madeira e conchas não foram incluídos na quantificação, por serem materiais de origem natural e biodegradável.

2.3 Matriz de impactos

A matriz de impactos foi elaborada com o objetivo de identificar os potenciais impactos ambientais associados aos resíduos observados em campo, utilizando como referência metodológica a proposta de Albuquerque, Albuquerque e Cerqueira (2017).

A duração dos impactos foi classificada como temporária ou permanente, considerando sua possível permanência no ambiente natural na ausência de intervenções antrópicas. A natureza dos impactos foi definida como positiva ou negativa, de acordo com os efeitos produzidos sobre o ambiente. A temporalidade foi categorizada em curto prazo (até dois anos), médio prazo (entre três e cinco anos) e longo prazo (superior a cinco anos), considerando o período potencial necessário para que os resíduos plásticos possam ocasionar os impactos avaliados.

A reversibilidade foi analisada em função da possibilidade de retorno do ambiente às suas condições naturais, classificando os impactos como reversíveis ou irreversíveis.

Os impactos diretos foram definidos como aqueles decorrentes do contato imediato entre os organismos ou o ambiente e os resíduos plásticos, como em casos de emaranhamento em redes de pesca e asfixia. Os impactos indiretos corresponderam àqueles resultantes de efeitos secundários associados à presença dos resíduos no ambiente. A definição das categorias de impactos adotadas neste estudo se baseou em publicação específica sobre resíduos marinhos, elaborada pelo Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2019).

2.4 Agenda 2030

Foram identificados os ODS relacionados à problemática dos resíduos plásticos em ambientes costeiros, bem como as respectivas metas e seus indicadores oficiais, utilizando como referência a plataforma ODS Brasil, mantida pelo governo federal e coordenada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2025).

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

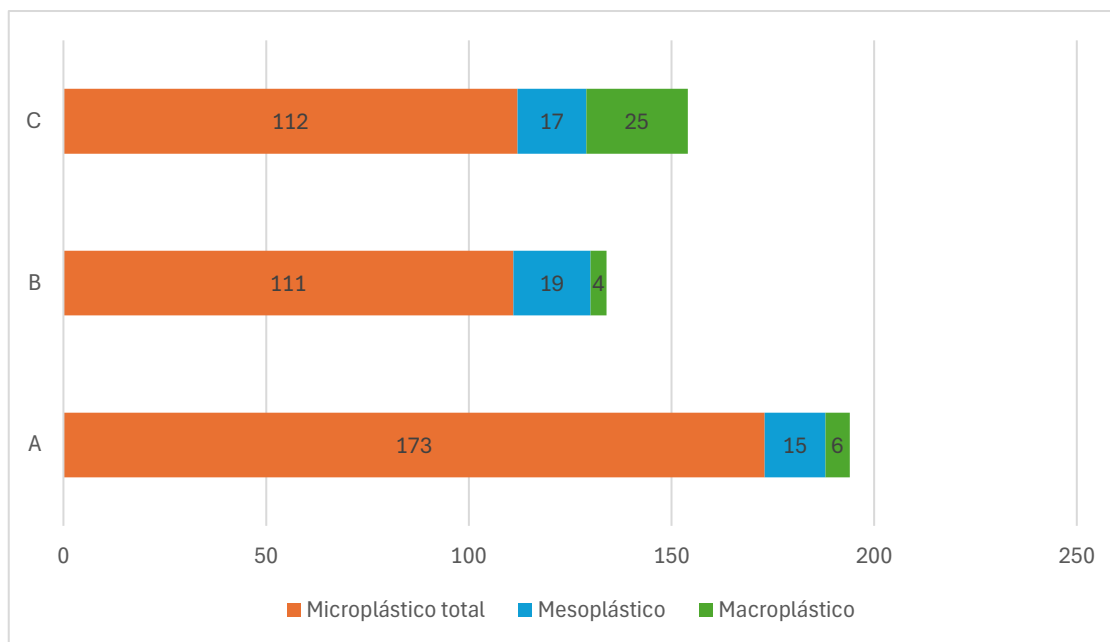
Os resultados da quantificação de plástico encontrados nas faixas de areia estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantificação de resíduos de plástico (unidades) por tamanho e faixas na área de estudo

Faixas	Microplástico - <i>Pellets</i>	Microplástico total (<i>pellets</i> e demais microplásticos)	Mesoplástico	Macroplástico	TOTAL
	(<5mm)	(<5mm)	(<2,5cm)	(<1m)	
A (mais próximo ao mar)	11	173	15	6	194
B	5	111	19	4	134
C	6	112	17	25	154
Total	22	396	51	35	482
%	4,6%	82,2%	10,6%	7,3%	100,0%

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3 - Distribuição dos diferentes tipos de plástico ao longo das 3 faixas de amostragem



Fonte: Elaborado pelos autores.

A faixa A, mais próxima ao mar, concentrou a maior parcela de resíduos (40%), onde foi encontrada também a maior parte dos microplásticos e *pellets*, representando 43% dos resíduos menores que 5 mm. Em estudo realizado na Bélgica, a maior parte de resíduos granulares também foi identificada na faixa A da praia, na linha da maré alta (Liebezeit; Dubaish, 2012).

Na faixa C, mais próxima à avenida, concentrou-se 32% do total de resíduos coletados e 93% dos macrorresíduos, conforme se pode ver nas fotos ilustrativas das amostras coletadas, na Figura 4. Essa faixa, tipicamente recebe maior concentração de visitantes e ambulantes para venda e consumo de alimentos, isso pode explicar a elevada frequência de resíduos de tamanhos maiores (como embalagens e outros itens descartáveis). Tais resíduos são, em sua maioria, materiais plásticos e muito leves, podendo ser levados pelo vento até o mar e ficando à mercê das marés, deixando-os disponíveis aos animais marinhos. Esses, acidentalmente, podem ingeri-los, quando os confundem com alimento (Brasil, 2019). Em geral, os resíduos coletados possuem diferentes tamanhos, cores e formatos, estando muito fragmentados, assim, não é possível inferir de qual material provêm, como mostram as Figuras 5, 6 e 7.

Figura 4 - Da esquerda para a direita, amostras C4 e C2



Fonte: Autoria própria.

Figura 5 - Fragmentos plásticos retirados das amostras da faixa A. Da esquerda para a direita, micro, meso e macroplástico



Fonte: Autoria própria.

Figura 6 - Fragmentos plásticos retirados das amostras da faixa B. Da esquerda para a direita, micro, meso e macroplástico



Fonte: Autoria própria.

Figura 7 - Fragmentos plásticos retirados das amostras da faixa C. Da esquerda para a direita, micro, meso e macroplástico



Fonte: Autoria própria.

A maior parte dos resíduos identificados nas amostras correspondeu a microplásticos (82%). Entretanto, não é possível determinar a origem desses materiais, uma vez que múltiplas fontes potenciais podem contribuir para sua ocorrência no ambiente costeiro. Entre elas, destacam-se atividades antrópicas urbanas, atividades turísticas desenvolvidas na própria praia, embarcações que transitam no ambiente marinho e o aporte proveniente de outras regiões costeiras. Essa multiplicidade de possíveis fontes também foi descrita por Andreussi *et al.* (2024), em revisão sistemática sobre resíduos plásticos na costa brasileira. Os autores destacam ainda a relevância dos *pellets*, que constituem a matéria-prima utilizada pela indústria de materiais plásticos, sendo que sistemas portuários são reconhecidos como importantes fontes emissoras de *pellets* para o ambiente marinho.

Devido às suas pequenas dimensões e baixa densidade, essas partículas podem ser facilmente perdidas durante etapas de produção, armazenamento, manuseio e transporte. Após sua introdução no ambiente marinho, sua dinâmica de deslocamento passa a ser influenciada por processos oceanográficos, incluindo correntes marinhas, ventos e condições hidrodinâmicas locais, favorecendo sua dispersão para áreas distantes das fontes emissoras (Andreussi *et al.*, 2024). Próximo à Praia Tupi, a 23 km de distância, localiza-se o Porto de Santos, que constitui o maior complexo portuário da América Latina e recebe aproximadamente 368 mil toneladas de mercadorias por dia (Porto de Santos, 2019). Considerando a intensa atividade logística e o potencial de perdas associadas ao transporte e manuseio de materiais plásticos, o porto pode representar uma fonte potencial de *pellets* para a área de estudo.

O presente estudo identificou a ocorrência de 22 *pellets*, apresentando diferentes formas e colorações (Figura 8). De maneira geral, essa frequência foi inferior à observada por Alves *et al.* (2018), em estudo realizado em sete praias do litoral norte do estado de São Paulo, quando foram registradas

entre 2 e 160 unidades por área amostrada. De maneira geral, este estudo identificou menos *pellets* na área amostrada, entretanto, a comparação direta entre os resultados deve ser interpretada com cautela, considerando as diferenças metodológicas relacionadas aos procedimentos de coleta e à extensão das áreas de coleta. Ainda que a quantidade identificada no presente estudo tenha sido relativamente baixa, a presença desses materiais na praia estudada evidencia a influência de atividades antrópicas e reforça o potencial impacto ambiental dos resíduos plásticos sobre ecossistemas costeiros. Conforme discutido por D'Antonio, Pereira e Silva Filho (2012), parte desses materiais pode estar associada às operações de limpeza de tanques de lastro de embarcações, realizadas por meio de processos de jateamento, prática operacional frequentemente adotada devido ao menor custo e à maior facilidade de execução em comparação a alternativas disponíveis.

Figura 8 - *Pellets* provenientes do sedimento das amostras A, B e C



Fonte: Autoria própria.

Foram identificados também macrorresíduos, somando 36 unidades (Tabela 2), constituídos em sua maioria por plásticos de uso único como copos, canudos, embalagens de alimentos, garrafas e também outros resíduos como bitucas de cigarro. Encontraram também muitos fragmentos de concreto no sedimento próximo à calçada, classificados como resíduos inertes, possivelmente provenientes da demolição dos quiosques que existiam por toda a extensão da orla da praia, e que não foram quantificados neste trabalho por estarem fora do escopo.

Tabela 2 - Caracterização e quantificação dos macrorresíduos identificados na área de estudo

Faixas	Quantidade	%	Tipos de Resíduos Sólidos
A	6	17%	Plástico fragmentado
B	3	8%	Plástico fragmentado
	1	3%	Copo plástico
C	4	11%	Embalagens de canudos
	2	6%	Canudos
	14	39%	Bitucas de cigarro
	2	6%	Tampas de garrafa PET
	2	6%	Embalagens de bala
	1	3%	Palito de churrasco
	1	3%	Microtubo para laboratório
Total	36	100%	

Fonte: Elaborado pelos autores.

O plástico constitui a fração majoritária nas amostras, 97%, exceto pelo palito de churrasco (madeira), em conformidade com outros estudos, como de Fernandino (2012) e Bisi Júnior *et al.* (2011). Considerou-se que bitucas de cigarro são resíduos plásticos, por possuírem esse material em sua composição (acetato de celulose), e que inclusive pode ser reciclado, havendo técnicas disponíveis para remoção dos contaminantes orgânicos e metálicos (Benavente *et al.*, 2018). É válido ressaltar que tais contaminantes podem representar um risco potencial à vida marinha.

Estudo na praia de Itaquitanduva avaliou a quantidade de resíduos na areia, nesta praia que está inserida no Parque Estadual Xixová-Japuí, na Área de Proteção Ambiental (APA), no município de São Vicente. É uma praia delimitada por costões rochosos, caracterizada por ser relativamente isolada. O acesso é restrito apenas a quem recebe autorização da gerência do Parque, que acompanham os interessados até a praia (Fernandino, 2012). Nesse estudo foram encontrados 1.811 itens em uma área de 780 m², aproximadamente 2,32 macrorresíduos/m² (Fernandino, 2012).

Na Praia Tupi, que é muito urbanizada, foram encontrados 28 macrorresíduos em uma área de amostragem de 3,36m², aproximadamente 0,08 macrorresíduos/m². Apesar de a Praia Tupi receber muitos visitantes, principalmente no verão, e assim ter uma elevada carga de resíduos sólidos, existe um serviço de limpeza constante realizado pela prefeitura da Praia Grande, o que provavelmente contribui para a baixa ocorrência de macrorresíduos. Conforme declarado pela própria prefeitura do

município, durante o feriado prolongado de 18 a 21 de abril de 2019 foram coletadas 150 toneladas de resíduos sólidos na faixa de areia (Praia Grande, 2019b).

3.1 Impactos ambientais, sociais e econômicos

A presença de resíduos plásticos em ambiente costeiro é reconhecida por configurar um cenário de potenciais impactos negativos ambientais, sociais e econômicos. Os impactos ambientais característicos passam pela modificação da paisagem natural, perda de *habitat* e extinção e morte de espécies marinhas. Os impactos sociais são os que afetam a saúde humana (como a bioacumulação), a modificação da paisagem urbana, poluição visual, e perdas na pesca, turismo e economia, sendo esses três últimos considerados impactos econômicos também (Brasil, 2019).

No Quadro 1 estão detalhados os impactos econômicos que, em geral, associados a resíduos marinhos, de acordo com o tamanho, que nesta pesquisa se configuraram como um potencial de perda econômica na pesca, turismo, navegação e recursos financeiros municipais.

Quadro 1 - Potenciais impactos econômicos em função de diferentes tamanhos de plástico no mar

Resíduo no Mar: Tipos e Tamanhos				
Impactos econômicos	Micro (<5mm)	Meso (<2,5cm)	Macro (<1m)	Mega (≥1m)
Pesca e Aquicultura	Contaminação química em peixes, moluscos e plantas aquáticas consumidos. Podem levar à diminuição da demanda ou do valor de peixes e frutos do mar.	A ingestão pode levar à perda de qualidade do peixe e diminuição do valor de mercado.	Danos às embarcações de pesca, que podem levar à perda da janela temporal para a pesca, ocasionando perda de receitas associadas.	Perda de produção e, portanto, de meios de subsistência; danos às embarcações e equipamentos.
Turismo e Lazer	Sem ocorrência, ou improvável.	Evidência de resíduo no mar.	Redução no número de turistas e atividades de recreação, com consequente perda de renda e bem-estar. Custos aumentados de limpeza.	Renda reduzida devido às praias poluídas. Custos aumentados de limpeza. Danos às embarcações (hélices e sistemas de refrigeração).
Navegação	Sem ocorrência ou improvável.	Danos às embarcações (sistema de refrigeração).	Danos às embarcações (hélices e sistemas de refrigeração); perda do potencial de produtividade e de receitas devido a atrasos ou acidentes que afetem redes de suprimento.	
Municípios e Autoridades Locais	Degradação do ambiente natural. Aumento do custo do tratamento de efluentes.	Degradação do meio ambiente e do patrimônio natural; Custo de limpeza e infraestruturas; Perda de renda e meios de subsistência.		

Fonte: Adaptado de Brasil (2019).

Com base na identificação dos impactos potenciais, foi desenvolvida uma matriz de impactos (Quadro 2), de acordo com método de Albuquerque, Albuquerque e Cerqueira (2017), onde foram

identificados 14 potenciais impactos, dos quais oito se classificam como permanentes e irreversíveis, isso demandaria medidas para a prevenção de tais impactos. Considera-se que a morte e a lesão de animais, extinção de espécies marinhas, poluição do mar e areia, bioacumulação e degradação de *habitat* podem ser permanentes, e também irreversíveis, pois mesmo ações humanas são incapazes de mudar o *status* do impacto. A limpeza de praias e mares não é capaz de retirar a totalidade dos resíduos, fazendo o ambiente retornar à condição ambiental, por isso foi considerado um impacto com potencial irreversível (Awabdi; Siciliano; Beneditto, 2013; Cavalcanti; Araujo, 2016; Brasil, 2019; Pêgo; Martins; Carvalho, 2018; Instituto Biopesca, 2019). Quanto à temporalidade, a maioria dos impactos (09) se apresentam a longo prazo, ou seja, ocorrem em um período superior a cinco anos. A maioria dos impactos tem potencial de ocorrer de forma direta (11), sendo apenas turismo, economia e pesca impactados indiretamente (Brasil, 2019). Ressalta-se que essa é uma matriz de potenciais impactos, abrindo evidências para os próximos estudos realizarem a verificação e medição desses.

Quadro 2 - Matriz de impactos potenciais decorrentes da poluição por plástico na Praia Tupi – SP, de acordo com método de Albuquerque, Albuquerque e Cerqueira (2017)

	Duração		Natureza		Temporalidade			Reversibilidade		Forma	
	Temporário	Permanente	Positivo	Negativo	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo	Reversível	Irreversível	Direta	Indireta
Morte de Animais		X		X	X	X	X		X	X	X
Lesão nos Animais	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
Extinção de Espécies Marinhas		X		X			X		X	X	X
Poluição do Mar	X	X		X			X	X	X	X	
Poluição da Areia	X	X		X			X	X		X	
Poluição Visual	X			X	X			X		X	
Modificação da Paisagem Natural	X			X		X		X		X	
Modificação da Paisagem Urbana	X			X	X			X		X	
Turismo	X			X	X			X			X
Economia	X			X	X			X			X

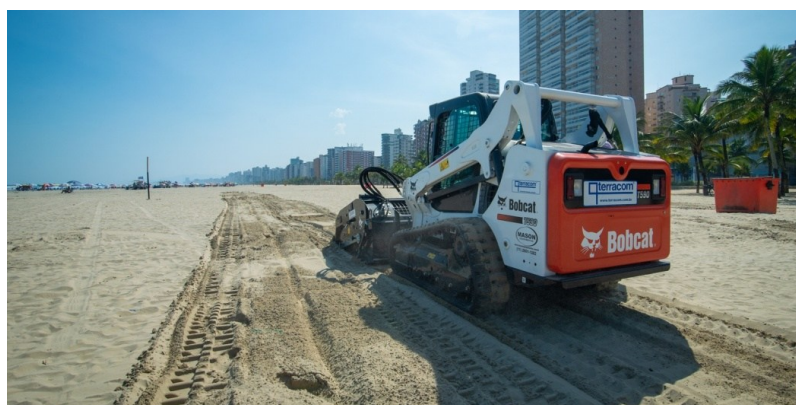
Pesca	X			X	X	X		X			X
Bioacumulação Animal		X		X			X		X	X	
Bioacumulação Humana		X		X			X		X	X	
Degradação do <i>Habitat</i> Natural	X	X		X		X	X		X	X	

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Prefeitura de Praia Grande adotou algumas estratégias para lidar com a questão dos resíduos em suas praias. Foi identificada a presença de lixeiras a cada 200 m, aproximadamente, oferecendo a opção de descarte dos resíduos pela população. Também, foi observada, durante o trabalho de campo, a limpeza do sedimento da Praia Tupi com rastelos grandes e com o maquinário, “Bobcat T590” (Figura 9). Os rastelos reúnem apenas resíduos maiores, como garrafas PET, sacolas e cocos, já o maquinário é eficiente na retirada do microrresíduo da faixa de areia. Em teste controlado pela prefeitura, foi reportado que a máquina removeu tampas de garrafa, aros de latinhas, canudos, pontas de cigarros, cotonetes, entre outros, por meio de um sistema de peneira vibratória que entra na areia e retira os resíduos. A prefeitura afirma que a máquina integra as estratégias de limpeza das praias e pode cobrir uma área de até 15 mil metros quadrados, sendo capaz de limpar um bairro por dia (Praia Grande, 2019c).

A utilização dessa máquina pode ser uma das medidas a contribuir positivamente com a limpeza da praia, visto que, apesar de poluída, a Praia Tupi não está entre as mais degradadas, de acordo com os dados encontrados nesta pesquisa e na literatura científica consultada. Entretanto, tal medida demanda recursos e a queima de combustível fóssil, algo indesejado frente ao cenário de mudanças climáticas atual. Para a avaliação desta medida, bem como a alocação de lixeiras ao longo da praia, enquanto estratégia de mitigação dos impactos, são necessários estudos direcionados para esse fim.

Figura 9 - Bobcat T590



Fonte: Prefeitura de Praia Grande (2019c).

Analisar a situação sob a ótica da avaliação de impactos ambientais permite observar que as ações de limpeza da praia se enquadram como medidas de mitigação do impacto, quando o ideal seria um conjunto de ações, em que a prioridade deve ser sempre a prevenção, seguida da mitigação e compensação (Sánchez, 2013; Almroth *et al.*, 2019). Na esfera dos resíduos sólidos, a complexidade do problema vai além de ações de limpeza, sendo necessário adotar procedimentos adequados quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo ações de reciclagem e logística reversa (Brasil, 2019). A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) prevê que a ordem de prioridade para lidar com resíduos é a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, por fim, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Assim, fica evidenciado que há uma ampla possibilidade de ações e estratégias que devem ser adotadas seguindo essa lógica, e a coleta e destinação em aterro sanitário corresponde a apenas uma fração do que pode ser feito, sendo a última alternativa.

Ainda de acordo com a PNRS, a responsabilidade pelo resíduo é compartilhada, de modo que o poder público, as empresas (produtoras de embalagens e as que comercializam os produtos) e o consumidor final possuem responsabilidades nesse cenário (Brasil, 2010). Almroth *et al.* (2019) indicam que a gestão de resíduos costeira deve ser endereçada de maneira mais ampla, considerando a reciclagem (e os desafios da reciclabilidade de determinados materiais); a problemática dos plásticos biodegradáveis, os quais não se degradam completamente nos oceanos; e políticas públicas ambientais as quais incentivem a economia circular, dando benefícios a empresas que adotem esses princípios.

Em busca de soluções para diminuir os impactos causados pelo plástico de uso único, o município de Ilhabela, no litoral Norte de São Paulo, sancionou, em 2019, a lei que proíbe a utilização de canudos de plástico, exceto os biodegradáveis, nas atividades comerciais sediadas no município (Ilhabela, 2018). Há uma tendência de difusão desse tipo de regulamentação, adotada de maneira semelhante no Rio de Janeiro e São Paulo, por exemplo (Rio de Janeiro, 2019; São Paulo, 2018). Entretanto, a literatura evidencia que mesmo os plásticos biodegradáveis possuem dificuldade para se decompor nos oceanos (Almroth *et al.*, 2019), assim, o ideal seria a proibição de canudos em ambientes próximos ao mar.

Políticas regulatórias devem ser complementadas por estratégias permanentes de Educação Ambiental, capazes de promover mudanças de comportamento e reduzir a geração de resíduos na fonte, atuando como estratégia de prevenção. Na Praia Grande, o Instituto BioPesca desenvolve ações de Educação Ambiental, incluindo atividades de monitoria em espaço cedido pela Prefeitura

Municipal (Instituto Biopesca, 2025). Tais iniciativas devem ser fortalecidas e ampliadas, incorporando estratégias voltadas à mudança de hábitos dos consumidores. Caso contrário, os esforços e recursos destinados à limpeza periódica das praias tenderão a produzir resultados apenas paliativos, sem enfrentar as causas estruturais da poluição por resíduos plásticos.

No contexto da Agenda 2030, a problemática de resíduos sólidos em ambiente costeiro se relaciona diretamente com quatro ODS, conforme apresentado no Quadro 3, que elenca também as metas associadas e os indicadores descritos no painel ODS Brasil (IBGE, 2025).

Quadro 3. ODS relacionados à questão de resíduos plásticos em ambiente costeiro, suas metas e indicadores

ODS	Meta Relevante	Indicadores relacionados
ODS 14 – Vida na Água	14.1: Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha, especialmente a proveniente de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e poluição por nutrientes.	Densidade de detritos plásticos: sem dados.
	14.2: Até 2020, gerir de forma sustentável e proteger os ecossistemas marinhos e costeiros para evitar impactos adversos significativos, inclusive por meio do reforço da sua capacidade de resiliência, e tomar medidas para a sua restauração, a fim de assegurar oceanos saudáveis e produtivos.	Número de países que utilizam abordagens baseadas em ecossistemas para gerenciar áreas marinhas: sem dados.
ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis	11.6: Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros.	Proporção de resíduos sólidos urbanos coletados e gerenciados em instalações controladas pelo total de resíduos urbanos gerados por cidades: Aterro sanitário 73%; Lixão 15%; Aterro controlado 12%.
ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis	12.4: Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida desses, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação deles para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente.	O Brasil é signatário de acordos internacionais sobre resíduos perigosos.
	12.5: Reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.	A taxa de reciclagem no Brasil subiu de 2% em 2015, para 2,32% em 2021.
ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima	13.2: Integrar medidas de mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.	Possui Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC), Plano Nacional de Adaptação e estratégias de comunicações nacionais.

Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de Brasil (2025).

O ODS 14 é o que mais diretamente se relaciona ao tema deste trabalho, porém, não possui indicadores com dados referentes à temática de resíduos. Ressalta-se que esse ODS possui 50% de

suas metas sem dados, sendo a maior porcentagem de lacuna de dados, equiparando-se ao ODS 16 apenas (Paz, justiça e instituições eficazes).

Quanto ao ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis, é bastante relevante neste cenário, visto que a gestão urbana é quem deve abarcar a questão de resíduos em seu planejamento e tomada de decisão. No Brasil, constam 280 municípios que são defrontantes com o mar, e portanto, precisam incorporar a questão de resíduos em seu planejamento urbano de maneira eficiente (IBGE, 2019). O indicador oficial desse ODS refere-se à disposição final de resíduos, não englobando especificamente a questão de resíduos em ambiente costeiro.

Em relação ao ODS 12 – Consumo e produção responsáveis, a meta disponível se direciona ao manejo de resíduos perigosos, que certamente é de extrema relevância, mas não há indicadores que abarquem o resíduo pós-consumo descartado em praias. Quanto à meta 12.5, o indicador refere-se à taxa de reciclagem, que atualmente está em 2,3%, portanto, considerada baixa. Não há indicadores referentes à prevenção, redução e reuso.

Por fim, o ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima possui a meta 13.2, a qual cita estratégias e planejamento nacional, e que de fato possui alguns indicadores, como as NDC e Plano Nacional de Adaptação, os quais trazem a questão dos resíduos, além de estratégias de comunicações nacionais. Porém, não apresenta estratégias de longo prazo e comunicações de adaptação, indicadores previstos para essa meta.

Considerou-se que há uma relação indireta com o ODS 8 - Trabalho decente e crescimento econômico, uma vez que a poluição por plástico pode reduzir os recursos pesqueiros, afetando comércios, e impactar no turismo; e a possibilidade de relação indireta com o ODS 3 – Saúde e bem-estar, porém, os riscos à saúde, devido aos microplásticos, ainda não estão bem estabelecidos, sendo necessárias mais evidências científicas (SAPEA, 2019).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos plásticos foram identificados em toda a extensão da área estudada, estando presentes em todas as amostras analisadas. A maior proporção dos resíduos encontrados (82%) correspondeu à classe dos microplásticos, evidenciando a ampla ocorrência desse tipo de contaminante no ambiente investigado. Em relação aos *pellets*, embora a atividade portuária represente uma fonte potencial para sua presença na área estudada, investigações adicionais são necessárias para a identificação precisa de sua origem e para o desenvolvimento de estratégias de mitigação mais direcionadas.

A matriz de impactos potenciais associada aos resíduos plásticos indicou a possibilidade de ocorrência de efeitos predominantemente negativos nos componentes ambiental, social e econômico. Entre os potenciais impactos identificados, 28% foram classificados como irreversíveis, 85% apresentaram relação direta com a presença dos resíduos plásticos e 35% demonstraram potencial de ser de caráter permanente. Mais estudos são necessários para verificar a ocorrência e mensurar tais impactos.

Há iniciativas do poder público voltadas ao enfrentamento dessa problemática, incluindo ações de limpeza e manutenção da faixa de areia, que podem contribuir para a redução da carga de resíduos presentes no ambiente. Entretanto, tais medidas apresentam caráter predominantemente corretivo, atuando sobre as consequências do problema, sem abordar suas causas estruturais. Nesse contexto, sugere-se fortalecer políticas públicas voltadas à prevenção da poluição por resíduos plásticos, por meio de estratégias contínuas que incluam a redução do uso de materiais descartáveis, o fortalecimento de ações de educação ambiental e a promoção da responsabilidade compartilhada entre os diferentes atores envolvidos, em consonância com os princípios estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A problemática abordada neste estudo apresenta interface direta com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, particularmente aqueles relacionados à proteção dos ecossistemas marinhos, à gestão sustentável dos resíduos e à promoção de padrões responsáveis de produção e consumo. Contudo, observa-se a existência de lacunas relacionadas à disponibilidade de indicadores capazes de monitorar, de forma sistemática e robusta, o progresso das metas associadas à redução da poluição marinha por resíduos plásticos. Tal cenário reforça a relevância de pesquisas que produzam dados primários e contribuam para o aprimoramento do acompanhamento dessas metas globais.

Embora o presente estudo tenha se concentrado especificamente na Praia Tupi, seus resultados indicam a necessidade de fortalecimento de estratégias integradas voltadas à proteção dos ambientes costeiros, envolvendo ações relacionadas à gestão pública, planejamento urbano e formulação de políticas ambientais.

Os resultados apresentados devem ser interpretados considerando o caráter exploratório e local dessa investigação, uma vez que derivam de uma única campanha de coleta realizada em uma praia urbana específica. Dessa forma, os achados representam um recorte espacial e temporal das condições observadas, contribuindo para a geração de dados primários e para a ampliação do conhecimento sobre a ocorrência de resíduos plásticos em ambientes costeiros, sem a pretensão de extrapolação direta para outros contextos geográficos ou temporais.

REFERÊNCIAS

- ABIPLAST. **Perfil 2017**. São Paulo: Associação Brasileira Da Indústria Do Plástico, 2017. p. 22-25. Disponível em: https://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2024/08/Preview-2023Abiplast_Web.pdf . Acesso em: nov. 2025.
- ALBUQUERQUE, H. N.; ALBUQUERQUE, I. C. S.; CERQUEIRA, J. S. Impactos Ambientais no Cemitério Público de Queimadas – PB, Brasil. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 37, p. 10, abr. 2017.
- ALMROTH, H. E. *et al.* Marine Plastic Pollution: Sources, Impacts, and Policy Issues. **Review of Environmental Economics and Policy**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 317-326, 2019. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1093/reep/rez012>. Acesso em: nov. 2025.
- ALVES, F. A.; VIANA, E.; UENO, H. M.; SIMÕES, A. F.; FONSECA FILHO, H. Caracterização de pellets plásticos em praias do litoral norte do estado de São Paulo. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 300-314, jan./mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v7e12018300-314>.
- ANDREUSSI, C. K.; HARARI, J.; ZANETTI, D. G.; LEONEL, J. Plastic pellet pathways: understanding transport patterns to Santa Catarina Island, Southwestern Atlantic Ocean. **Marine Pollution Bulletin**, [s. l.], v. 208, p. 116944, nov. 2024. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2024.116944.
- AWABDI, D. R.; SICILIANO, S.; BENEDITTO, A. P. M. D. Ingestão de resíduos sólidos por tartarugas-verdes juvenis, *Chelonia mydas* (L. 1758), na costa leste do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Biotemas**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 197-200, mar. 2013.
- BAPTISTA NETO, J. A. B.; WALLNER-KERSANACH, M.; PATCHINEELAM, S. M. **Poluição Marinha**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2008. 440p.
- BENAVENTE, M. J.; CABALLERO, M.J.A.; SILVERO, G.; LÓPEZ-COCA, I.; ESCOBAR, V.G. Cellulose Acetate Recovery from Cigarette Butts. **Proceedings**, v. 2, n. 20, 1447, 2018, . DOI: <https://doi.org/10.3390/proceedings2201447>
- BISI JUNIOR, R. C.; BISSOLI, L. B.; COUTINHO, M. S.; EGGERTH, M. K. P.; FREITAS, A. C. T.; GONÇALVES, J. G.; MARTINS, T. R.; PERASSOLI, F.; QUARESMA, V. S.; ROSSONI, L. M.; SALVIATO, J. T. **Avaliação Quali-Quantitativa e Espacial de Microplásticos ao Longo da Praia da Barrinha, Vila Velha (ES)**. Balneário Camboriú: [s. n.], 2011. 4p.
- BRASIL. **Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: nov. 2025.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana (Fase 1): Plano de Combate ao Lixo no Mar**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2019. p. 7-10, Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/copy_of_planonacionaldecombateaolixonomarpdf_vdefeso.pdf. Acesso em: nov. 2025.

CAVALCANTI, J. S. S.; ARAUJO, M. C. B. Dieta Indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plástico. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 10, n. 5, p. 75-81, mai. 2016.

D'ANTONIO, V. J. A.; PEREIRA, C. D. S.; SILVA FILHO, J. I. Um método estatístico/paraconsistente de avaliação quantitativa de Grânulos Plásticos (*Pellets*) em praias. **Science and Technology**, Santos, v. 1, n. 2, p. 48-53, 2012. Disponível em: <https://periodicos.unisanta.br/SAT/article/view/1155>. Acesso em: nov. 2025.

ESCROBOT, M.; PAGIORO, T. A.; MARTINS, L. R. R.; FREITAS, A. M. de. Microplastics in Brazilian coastal environments: a systematic review. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v. 59, p. e1719, 2024. DOI: 10.5327/Z2176-94781719. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBciAMB/article/view/1719. Acesso em: jun. 2026.

FERNANDINO, G. Análise quali-quantitativa de poluição por plástico na Praia de Itaquitanduva - SP, Brasil. **Cadernos de Geociências**, Bahia, v. 9, n. 2, p. 121-124, nov. 2012.

FSPMPL. Manual Perda Zero de Pellets. **Fórum setorial dos plásticos por um mar limpo**, São Paulo, p. 5-7, ago. 2018. Disponível em: http://www.porummarlimpo.org.br/assets/docs/Manual_Perda_Zero_de_Pellets_Digital.pdf. Acesso em: nov. 2025.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n. 7, e1700782, 2017. DOI: 10.1126/sciadv.1700782.

GOOGLE. Google Maps. Disponível em: www.maps.google.com. Acesso em: nov. 2025.

IBGE. **IBGE atualiza lista dos municípios defrontantes com o mar**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/24074-ibge-atualiza-lista-dos-municipios-defrontantes-com-o-mar>. Acesso em: nov. 2025.

IBGE. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo13/indicador1321>. Acesso em: nov. 2025.

ILHABELA. **Lei N.º 1.31 6/2018**, proíbe a utilização de canudos de plástico, exceto os biodegradáveis, nos estabelecimentos que menciona. Ilhabela: Prefeitura Municipal da Estância de Ilhabela, 2018. Disponível em: <https://www.camarailhabela.sp.gov.br/MDMwMTgxMDA3/documentos/lei/2018/q2AqCuqyegAN S82uV4FR.pdf>. Acesso em: nov. 2025.

INSTITUTO BIOPESCA. **O que fazemos**. Praia Grande, 2025. Disponível em: http://www.biopesca.org.br/o_que_fazemos.htm#ea. Acesso em: nov. 2025.

LI, W. C.; TSE, H. F.; FOK, L. Plastic waste in the marine environment: a review of sources, occurrence and effects. **Science of the Total Environment**, v. 566–567, p. 333–349, 2016.

LIEBEZEIT, G.; DUBAISH, F. Microplastics in Beaches of the East Frisian Islands Spiekeroog and Kachelotplate. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, [s. l.], 2012.

OECD. **Global plastics outlook: economic drivers, environmental impacts and policy**. Paris. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>. Acesso em: nov. 2025.

ONU. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF: Organização das Nações Unidas – Nações Unidas Brasil, 2016. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/brasil_amigo_pesso_idosa/agenda2030.pdf
Acesso em: nov. 2025.

PÊGO, A.; MARTINS, I. M; CARVALHO, B. P. **Plasticus Maritimus**: uma espécie invasora. 1. ed. Cascais: Planeta Tangerina, 2018. 175p.

PORTO DE SANTOS. **Mensário Estatístico**: Agosto de 2019. Santos, 2019. Disponível em: http://intranet.portodesantos.com.br/docs_codesp/doc_codesp_pdf_site.asp?id=127532. Acesso em: nov. 2025.

PRAIA GRANDE. Prefeitura Municipal. **Cerca de 150 toneladas de lixo são recolhidas da orla durante feriado prolongado**. Praia Grande, 24 abr. 2019b. Disponível em: <https://www2.praiagrande.sp.gov.br/noticia/id/47975>. Acesso em: nov. 2025.

PRAIA GRANDE. Prefeitura Municipal. **Estabelecimentos comerciais e profissionais de Praia Grande ligados ao turismo podem se inscrever no Cadastur**. Praia Grande, 06 jun. 2019a. Disponível em: <https://www2.praiagrande.sp.gov.br/noticia/id/48509>. 2019a. Acesso em: nov. 2025.

PRAIA GRANDE. Prefeitura Municipal. **Praia Grande testa moderna máquina na limpeza da faixa de areia**. Praia Grande, 26 mar. 2019c. Disponível em: <https://www2.praiagrande.sp.gov.br/noticia/id/47723>. Acesso em: nov. 2025.

RIO DE JANEIRO. **Lei Municipal Nº 6.458, de 8 de janeiro de 2019**. Obriga restaurantes, bares, lanchonetes, barracas de praia, ambulantes e similares autorizados pela Prefeitura a usarem e fornecerem canudos fabricados exclusivamente com material biodegradável e/ou reciclável individual e hermeticamente embalados com material semelhante. Rio de Janeiro: Câmara Municipal, 2019. Disponível em: http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/7cb7d306c2b748cb0325796000610ad8/e13e44375a77e57f8325837c005f5738?OpenDocument#_Section2. Acesso em: nov. 2025.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos. 2013

SÃO PAULO. **Decreto Nº 61.558 de 8 de Julho de 2022**. Regulamenta a Lei nº 17.123, de 25 de junho de 2019, que dispõe sobre a proibição de fornecimento de canudos confeccionados em material plástico, nos locais que especifica, e dá outras providências. São Paulo: Prefeitura Municipal, 2022. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-61558-de-8-de-julho-de-2022>. Acesso em: nov. 2025.

SAPEA. **A Scientific Perspective on Microplastics**. Science Advice for Policy by European Academies. Berlin: SAPEA, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.26356/microplastics>. Acesso em: nov. 2025.

WOODALL, Lucy C.; SANCHEZ-VIDAL, Anna; CANALS, Miquel; PATERSON, Gordon L.J.; COPPOCK, Rachel; SLEIGHT, Victoria; CALAFAT, Antonio; ROGERS, Alex D.; NARAYANASWAMY, Bhavani E.; THOMPSON, Richard C. The deep sea is a major sink for microplastic debris. **Royal Society Open Science**, [s. l.], v. 1, n.4, p.140317, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1098/rsos.140317>