



Estudo da poluição plástica em praias da cidade de Aracaju, SE, Brasil

Research about plastic pollution on the beaches in the Aracaju city, SE, Brazil

A. M. D. Monteiro^{1*}; F. J. S. Castro^{1,3}; M. N. Marques^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente da Universidade Tiradentes, 49032-490, Aracaju-SE, Brasil

²Instituto de Tecnologia e Pesquisa da Universidade Tiradentes, 49032-490, Aracaju-SE, Brasil

³Instituto Federal de Sergipe, 49055-260, Aracaju-SE, Brasil

*ayla.dias@gmail.com

(Recebido em 10 de maio de 2024; aceito em 08 de agosto de 2024)

O crescimento da produção mundial de plásticos tem levado ao aumento desses resíduos nas praias como consequência do descarte inadequado. Esse estudo avaliou os resíduos plásticos coletados em seis praias (Artistas, Atalaia, Cinelândia, Robalo, Refúgio e Viral) situadas na cidade de Aracaju, estado de Sergipe, Nordeste do Brasil. Foram realizadas duas coletas em cada praia no período de outubro de 2023 a abril de 2024, na faixa de areia (FA) e faixa de vegetação (FV). A área de coleta foi delimitada em 2.000m² a partir do limite da preamar no sentido costa, para FA e a partir do início da vegetação no mesmo sentido, para FV. Foram coletados 2.823 itens, equivalente a 22.298g distribuídos nas FA e FV. A quantidade em massa (12.544g) foi maior na FV. Não houve diferença entre as quantidades de itens encontrados entre as FA e FV. A praia do Viral apresentou maior quantidade em massa (8.943g), enquanto a Cinelândia, a menor (1.147g). Em relação aos itens, as maiores quantidades foram encontradas na Atalaia (590) e Refúgio (572) e a menor na Cinelândia (299), predominando fragmentos, embalagens e copos. A classificação revelou que o poliestireno - PS (23,7%) e polietileno de alta densidade - PEAD (20,6%) foram os mais prevalentes. Os resultados demonstram a necessidade de políticas públicas que tratem especificamente sobre o assunto a exemplo de campanhas educativas sobre o uso consciente dos plásticos e seu descarte adequado.

Palavras-chave: educação ambiental, plásticos, litoral.

The growth in global plastic production has led to an increase in this waste on beaches as a result of inadequate disposal. This study evaluated plastic waste collected on six beaches (Artistas, Atalaia, Cinelândia, Robalo, Refúgio and Viral) located in the city of Aracaju, state of Sergipe, Northeast Brazil. Two collections were carried out on each beach between October 2023 and April 2024, on the sand strip (SS) and vegetation strip (VS). The collection area was delimited at 2,000m² from the high tide limit towards the coast, for FA and from the beginning of vegetation in the same direction, for FV. A total of 2,823 items were collected, equivalent to 22,298g distributed in the FA and FV. The mass quantity (12,544g) was higher in FV. There was no difference between the quantities of items found between FA and FV. Viral beach had the highest mass quantity (8,943g), while Cinelândia had the lowest (1,147g). Regarding items, the largest quantities were found in Atalaia (590) and Refúgio (572) and the smallest in Cinelândia (299), predominantly fragments, packaging and cups. The classification revealed that polystyrene - PS (23.7%) and high-density polyethylene - HDPE (20.6%) were the most prevalent. The results demonstrate the need for public policies that specifically address the issue, such as educational campaigns on the conscious use of plastics and their proper disposal.

Key-words: environmental education, plastics, coast.

1. INTRODUÇÃO

No século XX, especialmente a partir dos anos de 1950, houve um aumento significativo na produção de manufaturados, o que acarretou o aumento da produção de plásticos. A partir disso, a produção mundial de plásticos ultrapassou a marca dos 300 milhões no século XXI e impactou o meio ambiente [1, 2]. O aumento na geração de resíduos plásticos prejudica diversos setores e ecossistemas de produção, sejam eles econômicos, sociais ou ambientais e deve ser considerado como uma preocupação da humanidade [3].

Nessa perspectiva, os ecossistemas costeiros estão enfrentando uma crescente pressão das atividades humanas [4], apresentando constantemente uma grande quantidade de plásticos nas

suas superfícies, o que torna desafiadora a resolução desse problema [5], especialmente porque são resistentes à decomposição por microrganismos, fazendo com que eles se estabeleçam no meio ambiente ao longo dos anos [6]. Além disso, a ingestão de plásticos pelos diferentes organismos que vivem nesse bioma gera grandes efeitos deletérios à saúde ambiental [7].

Somente em 2010, estima-se que entre 4 e 12 milhões de toneladas de plásticos foram encontrados nos oceanos devido o gerenciamento inadequado, perdas inesperadas e descarte ilegal de resíduos [8]. Mesmo diante desse cenário de degradação ambiental, ainda são produzidos mais de 300 milhões de toneladas de plásticos anualmente em todo o mundo, com menos de 10% desse material sendo reciclado [9].

No Brasil, a produção de plásticos aumenta consideravelmente, ficando atrás somente dos Estados Unidos, China e Índia. O que mais preocupa é que menos de 2% dos mais de 11 milhões de toneladas produzidas por ano nesses locais são recicladas [10]. Diante da grande variedade de produtos e consequente consumo, a poluição plástica tornou-se um problema que vem despertando uma preocupação mundial, com discussão em alguns dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) apresentados na agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, como é caso do ODS 14, que é responsável por debater a vida no ambiente aquático e apresenta uma meta específica em relação aos plásticos [11].

Todavia, no final da década de 2000, o Brasil passa a investigar a presença de resíduos oriundos dos plásticos no ecossistema costeiro. No estado de Pernambuco, pela primeira vez, foram encontradas esferas de plásticos em Fernando de Noronha, um arquipélago de grande atração turística [12]. Além disso, também foi encontrada a mesma substância, com as mesmas características, na Praia da Boa Viagem, na capital pernambucana [13]. Especificamente nos sedimentos de praias arenosas, microplásticos já foram mostrados nos seis continentes, com destaque para as regiões próximas às atividades urbanas com maior fluxo de pessoas, o que denota uma possível presença de plásticos também nos sistemas de drenagem de esgoto [14].

Atualmente, apesar da vasta literatura sobre a poluição plástica nas praias, pouco se sabe sobre a situação das praias de Aracaju, capital do estado de Sergipe, situada na região Nordeste do Brasil, especialmente porque a faixa costeira do município é caracterizada por formas planas baixas (praias e restingas), com uma ampla vegetação, o que pode contribuir para a retenção e acúmulo de resíduos, inclusive dificultando a limpeza do ambiente e agravando a poluição por plásticos nessa biota. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a poluição plástica em seis praias de Aracaju, contemplando tanto a faixa de areia quanto a de vegetação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no litoral de Aracaju, capital do Estado de Sergipe, localizado no Nordeste do Brasil, que possui uma zona costeira de aproximadamente 35 km de extensão com praias compreendidas entre os rios Sergipe e Vaza-Barris.

As amostras foram coletadas em seis praias (Artistas, Atalaia, Cinelândia, Robalo, Refúgio e Viral), conforme Figura 1. Os pontos de coleta foram georreferenciados por meio do *Global Positioning System (GPS)*, dispositivo móvel da marca Garmin, modelo *GPSmap64* (Figura 2).

Na definição dos pontos considerou-se a proximidade com barracas ou quiosques, quando houvesse, e a existência de faixa de areia e faixa de vegetação com área livre mínima de 2.000m², área estabelecida para a coleta.

As coletas foram realizadas no período de outubro de 2023 a abril de 2024, com duas coletas em cada praia, tanto na faixa de areia quanto na faixa de vegetação às margens da costa praiana.

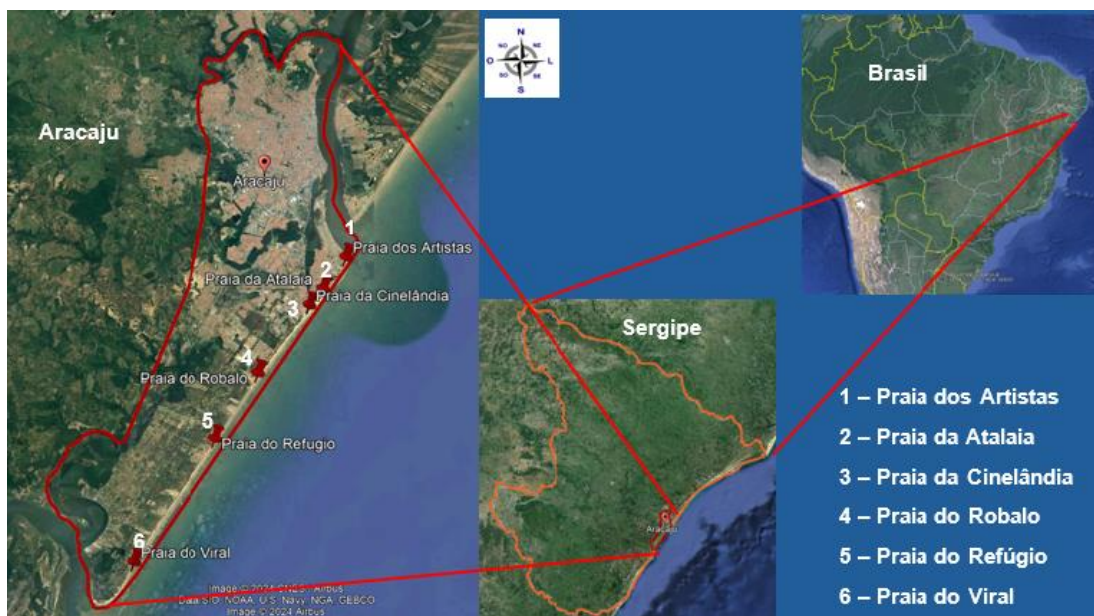


Figura 1: Localização das praias onde foram realizadas as coletas no município de Aracaju/SE.
 Fonte: Imagens do Google Earth, com adaptações dos autores.

PRAIAS	COORDENADAS	DATAS		CARACTERÍSTICAS
		COLETA 1	COLETA 2	
Artistas	24 L 0711038 E 8784602 S	27/10/2023	14/03/2024	Zona urbana com estruturas fixas de bares e restaurantes, próximo ao centro hoteleiro e comercial e residências.
Atalaia	24 L 0713192 E 8784500 S	08/11/2023	14/03/2024	Zona urbana com estruturas móveis de quiosques, próximo ao centro hoteleiro e comercial e residências. Ponto turístico.
Cinelândia	24 L 0712621 E 8783731 S	08/02/2024	17/04/2024	Zona urbana com estruturas móveis de quiosques e quadras poliesportivas, próximo ao centro hoteleiro e comercial e residências.
Robalo	24 L 0709868 E 8779924 S	29/02/2024	24/04/2024	Zona urbana com estruturas fixas de bares e restaurantes, próximo a condomínios residenciais.
Refúgio	24 L 0707289 E 8776102 S	29/02/2024	24/04/2024	Zona urbana com estruturas fixas de bares e restaurantes, próximo a condomínios residenciais e distante do centro urbano.
Viral	24 L 0703385 E 8770118 S	13/03/2024	25/04/2024	Zona urbana de difícil acesso, sem estrutura de atendimento a banhistas e distante de hotéis, residências e comércios.

Figura 2: Informações sobre os pontos de coletas de cada praia estudada em Aracaju, Sergipe.
 Fonte: Autoria própria com dados do Global Positioning System (GPS).

A delimitação da área de coleta (Figura 3) foi realizada medindo-se 100m longitudinal à faixa litorânea por 20m a partir da preamar (limite da maré alta) no sentido costa, para a faixa de areia e a partir do início da vegetação no sentido costa, para a faixa de vegetação, formando um retângulo com área de 2.000m².



Figura 3: Delimitação da área de coleta na faixa de areia (A) e faixa de vegetação (B) em Aracaju, Sergipe. Fonte: Imagens do Google Earth com adaptações dos autores.

Os resíduos coletados foram encaminhados ao laboratório do Instituto de Tecnologia e Pesquisa da Universidade Tiradentes, em Aracaju/SE, onde passaram pelos seguintes processos, que também podem ser observados na Figura 4: a) Separação e limpeza b) Identificação e contagem dos tipos de itens (fragmentos, embalagens, copos, tampas, canudos, etc.); c) Pesagem; d) Classificação dos plásticos em: Polietileno Tereftalato (PET), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Policloreto de Vinila (PVC), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS) e Outros (Poliamida, Policarbonato, etc.), de acordo com a Norma Brasileira - NBR 13.230:2008 da Associação Brasileira de Normas Técnicas [15].



Figura 4: Sequência metodológica realizada com os resíduos coletados.

Os processos se repetiram com os materiais coletados na faixa de areia e na faixa de vegetação de cada praia, possibilitando uma análise geral e individualizada por área e por praia. Após a realização dos processos, os materiais foram devidamente descartados.

Os dados foram analisados por meio do *software* Python 3.11 e o nível de significância adotado foi de 5%. Optou-se por um modelo misto para análise de variância das médias, no qual os tipos de praias, de faixas e de plásticos foram denominados como fatores fixos e os plásticos, em frequência e em gramas, como fatores aleatórios.

Para verificar a relação entre as variáveis, foi utilizado o teste qui-quadrado (X^2) a partir de uma tabela de contingência que consiste na classificação cruzada das frequências absolutas observadas para a categoria praias x resíduos.

Em seguida, foram calculados os X^2 's individuais a partir dos resíduos e das frequências absolutas esperadas. A soma dos valores de X^2 individuais foi utilizada para encontrar o valor X^2 total da análise.

Para verificar a associação específica por par de categorias das variáveis, foi utilizado o resíduo padronizado ajustado, em que todo valor acima de 1,96 indica significância a partir da distribuição *z-score*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 22.298g de plásticos nas praias estudadas. A que apresentou maior massa (8.943g) foi a praia do Viral e a menor (1.147g) foi a praia da Cinelândia ($p < 0,05$). Em relação às faixas de coleta, a vegetação obteve maior quantidade (12.544g) quando comparadas todas as praias juntas ($p < 0,001$) e, individualmente, nas praias da Atalaia, do Robalo e do Refúgio ($p < 0,05$), conforme se observa na Tabela 1.

A referida massa correspondeu a um total de 2.823 itens coletados. As praias da Atalaia e do Refúgio tiveram maior frequência, 590 e 572, respectivamente ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa entre as quantidades de itens encontrados entre as faixas de areia e de vegetação ($p > 0,05$), no entanto, a praia dos Artistas apresentou mais itens (295) na faixa de areia e Atalaia (354) e Refúgio (340) na vegetação ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1: Quantidade de plásticos encontrados nas praias estudadas em Aracaju, Sergipe.

PRAIAS	MASSA			Nº de ITENS		
	FA (g)	FV (g)	TOTAL (g)	FA	FV	TOTAL
Artistas	920	903	1.823	295	171	466
Atalaia	1.228	2.219	3.447	236	354	590
Cinelândia	517	630	1.147	143	156	299
Robalo	744	1.246	1.990	194	236	430
Refúgio	1.963	2.985	4.948	232	340	572
Viral	4.382	4.561	8.943	225	241	466
TOTAL	9.754	12.544	22.298	1.325	1.498	2.823

Legenda: FA = Faixa de areia; FV = Faixa de vegetação.

A maior massa (8.943g) encontrada na praia do Viral, provavelmente se relaciona à ausência de lixeiras e a falta de infraestrutura, o que facilita o descarte inadequado de produtos gerando acúmulo na faixa de areia e de vegetação. Além disso, o fato de estar mais afastada do centro urbano e ser de difícil acesso podem resultar numa limpeza incipiente por parte do poder público, agravando a poluição daquele ambiente.

Complementarmente, Maynard et al. (2021) [16] destacam que como a praia do Viral não é muito frequentada por banhistas, os resíduos encontrados lá podem ter sido transportados por correntes marítimas, bem como sofrido a influência da foz do rio Vaza-Barris.

Diante da grande quantidade de plásticos encontrada em duas praias localizadas na Ilha de São Francisco em Santa Catarina, Pfuetzenreuter e Vieira (2022) [17] sugeriram que além deste resultado estar associado às atividades pesqueiras, ao turismo, aos próprios moradores e ao deslocamento proveniente de correntes marítimas, também se deve considerar a não realização de

limpeza frequente nestas praias e a presunção de que rios e valas de drenagem contribuíram para a deposição de resíduos ao longo do tempo.

As praias mais frequentadas, como é o caso da Atalaia, Artistas e Cinelândia, demandam uma preocupação maior do poder público em criar estratégias de limpeza a fim de garantir a sensação de bem-estar dos frequentadores [18].

O turismo é apontado como a principal fonte de resíduos sólidos no litoral sul de Sergipe, inclusive em praias remotas. A presença de uma infraestrutura adequada para recepção de banhistas e o fácil acesso às praias devido à proximidade da área urbana, contribuem para a geração da quantidade de resíduos encontrada nestes pontos [18].

Outro fator que pode contribuir para este cenário é o comportamento das pessoas nas praias, servindo de atratores para a poluição nessas áreas. Isso pode ser explicado através da teoria das *affordances* oriunda da psicologia ecológica, na qual o ser humano percebe oportunidades de agir sobre o ambiente a partir de um processo de percepção direta.

As *affordances* significam oportunidades de ação que o ambiente oferece ao indivíduo. A partir disso, a presença de outras pessoas associada a uma limpeza da praia pode ser uma restrição ambiental que inibe o comportamento poluidor, ou seja, o arremesso de plásticos na superfície [19]. Nesse sentido, a criação de políticas públicas que visam a limpeza das praias deve ser uma ferramenta importante contra a poluição de plásticos [20].

A maior quantidade de massa (9.754g) encontrada na faixa de vegetação (Tabela 1), provavelmente deve-se à tecnologia do maquinário utilizado durante a limpeza, que só funciona na areia. A limpeza da vegetação ocorre manualmente, o que dificulta bastante o recolhimento dos resíduos.

Além disso, o fato de a faixa de vegetação ficar mais próxima da rodovia, pode contribuir para o acúmulo de resíduos descartados inadequadamente pelos transeuntes e usuários dos veículos que trafegam nesta região. Verificou-se também que a vegetação de restinga, com suas ramificações rasteiras, facilita a permanência desses resíduos e que a exposição deles por um longo período, sofrendo as ações de fotodegradação, os transformará em microplásticos (partículas < 5 mm), impactando diretamente na fauna e na flora da região [9].

A identificação dos resíduos encontrados evidenciou uma diversidade com mais de vinte tipos conforme se observa na Tabela 2. Os fragmentos (571), embalagens (497) e copos (455) foram os itens mais encontrados nas praias ($p < 0,01$).

Tabela 2: Tipos de resíduos e suas quantidades encontrados nas praias estudadas em Aracaju, Sergipe.

PRAIAS	FR	EM	CO	TAM	PT	CA	TAL	GA	IS	SA	DI	PA	MP	Total
Artistas	63	130	77	57	40	17	11	13	14	9	11	19	5	466
Atalaia	35	102	117	61	76	38	50	5	35	19	12	8	2	590
Cinelândia	28	62	44	54	0	54	12	0	2	28	2	9	4	299
Robalo	101	68	59	39	77	41	19	3	2	1	6	3	11	430
Refúgio	190	69	91	64	41	8	9	35	21	9	30	4	1	572
Viral	124	66	67	71	38	3	0	41	20	18	14	0	4	466
TOTAL	571	497	455	346	272	161	101	97	94	84	75	43	27	2823

Legenda: FR = Fragmentos; EM = Embalagens; CO = Copos; TAM = Tampas; PT = Plásticos Transparentes; CA = Canudos; TAL = Talheres; GA = Garrafas; IS = Isopor; SA = Sacolas; DI = Diversos; PA = Palitos; MP = Material de Pesca.

Esses itens também foram encontrados por Nobre et al. (2021) [18] em uma praia do litoral sul do estado de Sergipe. Além disso, eles concluíram que a maior fonte geradora de resíduos eram os próprios usuários que levam seus alimentos de casa e o forte comércio de comidas e bebidas no local.

Na Figura 5 observam-se as diferenças significativas entre os tipos de itens por praias a partir do mapa de calor dos resíduos padronizados ajustados do teste qui-quadrado.

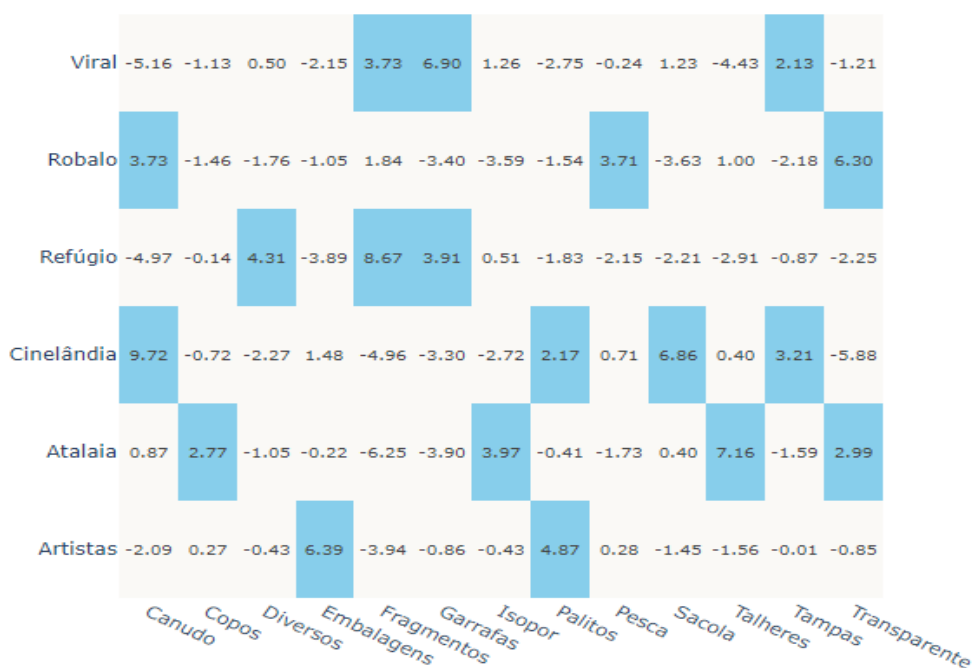


Figura 5: Resíduos padronizados ajustados do teste de associação qui-quadrado entre as variáveis praias e resíduos em Aracaju, Sergipe. Valores acima de 1,96 indicam diferença significativa.

Analisando a Tabela 2 e a Figura 5, verifica-se que alguns itens merecem uma atenção especial, como é o caso dos canudos na praia da Cinelândia. Embora essa praia tenha apresentado menores quantidades de massa (1.147g) e itens (299), os canudos apresentaram diferença significativa quando comparada a outras praias. Isso pode estar associado aos produtos consumidos (bebidas em geral) e ao perfil de usuários que a frequentam, visto que é uma praia que oferece uma vasta área de recreação e esportes.

Esse dado vai de encontro à Lei Estadual 8.689, de 25 de junho de 2020 [21], que proíbe, no Estado de Sergipe, o fornecimento de canudos confeccionados em material plástico em hotéis, restaurantes, bares, padarias, clubes noturnos e eventos musicais de qualquer espécie, entre outros estabelecimentos comerciais.

As praias do Refúgio e do Viral, além de apresentarem maior massa de resíduos (4.948g e 8.943g, respectivamente), também registraram frequência significativa de fragmentos ($p < 0,05$). Provavelmente, devido à falta de limpeza frequente nessas localidades mais distantes do centro urbano, os resíduos ficam expostos por um longo período às intemperes e ações das marés, resultando na fotodegradação do material.

A quantidade significativa de fragmentos propicia a continuação de pesquisas com essa temática, uma vez que, ao longo do tempo ocorrerá o aparecimento de microplásticos secundários (plásticos < 5 mm resultantes da degradação no ambiente).

Na classificação dos resíduos referentes aos tipos de plásticos observou-se que o poliestireno (PS) e o polietileno de alta densidade (PEAD) foram os mais prevalentes ($p < 0,05$), conforme Figura 6.

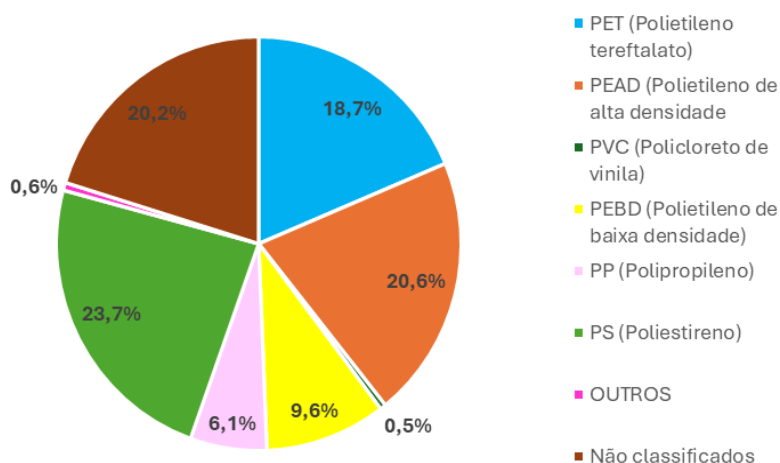


Figura 6: Classificação dos itens quanto ao tipo de plástico conforme NBR 13230:2008.

Esse resultado provavelmente reflete os tipos de produtos consumidos pelos usuários nas praias, uma vez que está associado à quantidade de itens mais encontrados (embalagens e copos). O polietileno, por exemplo, devido a sua grande versatilidade, abrange inúmeras aplicações, e tem se destacado, principalmente, no setor de embalagens. Um crescimento médio de 3% na sua demanda no Brasil vem sendo registrado nos últimos anos [9]. Em pesquisa realizada na praia de Tamandaré/PE, Lins-Silva et al. (2021) [22] também encontrou predominância de polietileno e polipropileno entre os plásticos coletados, principalmente na Baía e no Estuário em direção ao oceano.

Galgani et al. (2015) [23] destacam que pelo fato desses polímeros possuírem densidade menor do que a da água do mar, eles flutuam e são levados para a costa.

Complementarmente, os impactos da ingestão de polietileno foram investigados em um crustáceo comercializado como alimento e constatou-se a atrofia do intestino, má formação de células e encolhimento das brânquias [24]. Já em peixes da espécie Robalo, verificaram-se altos níveis de vacuolização dos enterócitos e redução no número de células caliciformes [25].

O crescimento do consumo de produtos plásticos e, conseqüentemente, da geração de resíduos no ambiente, especialmente, em zonas costeiras, retratam uma preocupação mundial, uma vez que essa temática está inserida em pelo menos sete dos dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) apresentados pela Organização das Nações Unidas (ONU), ODS 3, Saúde e bem-estar; ODS 6, Água potável e saneamento; ODS 11, Cidades e comunidades sustentáveis; ODS 12, Consumo e produção responsáveis; ODS 13, Ação contra mudança global do clima; ODS 14, Vida na água e ODS 15, Vida terrestre [11].

Não foi possível classificar os resíduos “fragmentos”, tendo em vista a impossibilidade de identificação de sua origem, sendo atribuído a estes a categoria de “não-classificados”.

4. CONCLUSÃO

Os resultados indicam que as praias de Aracaju já estão impactadas pelo descarte inadequado dos resíduos plásticos, evidenciando a necessidade de políticas públicas que tratem especificamente sobre o tema.

Estratégias para substituir ou diminuir o uso de determinados produtos, aumentar a fiscalização diante das legislações vigentes, ofertar mais lixeiras de coleta seletiva nas praias e realizar campanhas educativas nas praias e instituições de ensino sobre o uso consciente dos plásticos e seu descarte adequado, são algumas ações necessárias e possíveis.

Por fim, espera-se que esta investigação contribua não apenas para fornecer informações importantes sobre o cenário de poluição plástica das praias avaliadas, mas também para expor a necessidade e importância de se realizar novos estudos que sejam capazes de entender o comportamento dos plásticos nos ecossistemas costeiros, identificando sua possível fonte, dispersão, abundância e tempo de degradação.

5. AGRADECIMENTOS

À Universidade Tiradentes de Sergipe, ao Instituto de Tecnologia e Pesquisa, ao Instituto Federal de Sergipe, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior e aos estudantes de iniciação científica do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio (PIBIC) pela contribuição na coleta das amostras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Plastics Europe. Plastic the facts 2016 [Internet]. Belgium: Plastics Europe; 2016. Disponível em: <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/10/2016-Plastic-the-facts.pdf>
2. da Costa JP. Micro- and nanoplastics in the environment: Research and policymaking. *Curr Opin Environ Sci Health*. 2018 Feb;1:12-6. doi: 10.1016/j.coesh.2017.11.002
3. United Nations Environment Programme (UNEP). Marine plastic debris and microplastics – global lessons and research to inspire action and guide policy change. Nairobi: UNEP; 2016. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/publication/marine-plastic-debris-and-microplastics-global-lessons-and-research-inspire>
4. Miller GT. *Ciência Ambiental - Tradução da 16ª edição norte-americana*. 3. ed. São Paulo (SP): Cengage Learning; 2022.
5. Mason SA, Garneau D, Sutton R, Chu Y, Ehmann K, Barnes J, et al. Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. *Environm Pollut*. 2016;218:1045-54. doi: 10.1016/j.envpol.2016.08.056
6. Yoshida S, Hiraga K, Takehana T, Taniguchi I, Yamaji H, Maeda Y, et al. A bacterium that degrades and assimilates poly (ethylene terephthalate). *Science*. 2016 Mar;351(6278):1196-9. doi: 10.1126/science.aad6359
7. Santos RG, Machovsky-Capuska GE, Andrades R. Plastic ingestion as an evolutionary trap: Toward a holistic understanding. *Science*. 2021 Jul;373(6550):56-60. doi: 10.1126/science.abh0945
8. Maynard IFN, Bortoluzzi PC, Nascimento LM, Madi RR, Cavalcanti EB, Lima AS, et al. Analysis of the occurrence of microplastics in beach sand on the Brazilian coast. *Sci Total Environ*. 2021 Jun;771:144777. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144777
9. Stiftung HB. *Atlas do plástico: Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos*. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll; 2020.
10. Guia Lixo Fora D'Água: Ações para aprimorar a gestão de resíduos e evitar a poluição hídrica [Internet]. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE); 2019 [citado em 21 mai 2024]. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/guia-lixo-fora-dagua/>
11. Os objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil. Nações Unidas Brasil [Internet]; c2024 [citado em 14 abr 2024]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>
12. Ivar Do Sul JA, Spengler Â, Costa MF. Here, there and everywhere. Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic). *Mar Pollut Bull*. 2009 Aug;58(8):1236-8. doi: 10.1016/j.marpolbul.2009.05.004
13. Costa MF, Ivar do Sul JA, Silva-Cavalcanti JS, Araújo MCB, Spengler Â, Tourinho PS. On the importance of size of plastic fragments and pellets on the strandline: A snapshot of a Brazilian beach. *Environ Monit Assess*. 2010 Sep;168(1):299-304. doi: 10.1007/s10661-009-1113-4
14. Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten E, Tonkin A, Galloway T, et al. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and sinks. *Environ Sci Technol*. 2011 Nov;45(21):9175-9. doi: 10.1021/es201811s
15. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 13230: Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis: Identificação e simbologia. Rio de Janeiro (RJ): ABNT; 2008.
16. Maynard IFN, Bortoluzzi PC, Nascimento LM, Madi RR, Cavalcanti EB, Silva AL, et al. Analysis of the occurrence of microplastics in beach sand on the Brazilian coast. *Sci Total Environm*. 2021 Jan;771(1):144777. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.144777
17. Pfuetzenreuter A, Vieira CV. Avaliação do lixo marinho nas praias do norte da ilha de São Francisco do Sul, SC. *Rev Geama*. 2022 Apr;8(1):4-13.
18. Nobre FSM, Santos AA, Nilin J. Records of marine litter contamination in tropical beaches (Sergipe, Brazil) with different uses. *Mar Pollut Bull*. 2021 Jun;170:112532. doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112532
19. Gibson JJ. *The ecological approach to visual perception*. 1. ed. New York (US): Psychology Press & Routledge Classic Editions; 1986.

20. Rhodes CJ. Plastic pollution and potential solutions. *Sci Progr.* 2018;101(3):207-60. doi: 10.3184/003685018X15294876706211
21. Sergipe. Lei nº 8.689, de 25 de junho de 2020. Proíbe, no Estado de Sergipe, o fornecimento de canudos confeccionados em material plástico, e dá providências correlatas. Aracaju (SE): Diário Oficial do Estado de Sergipe; 2020. Disponível em: <https://aleselegis.al.se.leg.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/L86892020.html#:~:text=Art.,Par%C3%A1grafo%20%C3%9Anico>
22. Lins-Silva, N, Marcolin CR, Kessler F, Schwamborn R. A fresh look at microplastics and other particles in the tropical coastal ecosystems of Tamandaré, Brazil. *Marine Environm Res*;169:105327. doi: 10.1016/j.marenvres.2021.105327
23. Galgani F, Hanke G, Maes T. Distribuição global, composição e abundância de lixo marinho. In: Bergmann M, Gutow L, Klages M, editores. *Lixo antropogênico marinho*. Cham (DE): Springer; 2015. p. 29-56. doi: 10.1007/978-3-319-16510-3_2
24. Hsieh SL, Wu YC, Xu RQ, Chen YT, Chen CW, Singhanian RR, et al. Effect of polyethylene microplastics on oxidative stress and histopathology damages in *Litopenaeus vannamei*. *Environm Pollut.* 2021;288:117800. doi: 10.1016/j.envpol.2021.117800
25. Espinosa C, Esteban MA, Cuesta A. Dietary administration of PVC and PE microplastics produces histological damage, oxidative stress and immunoregulation in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Fish & Shellfish Imm.* 2019;95:574-83. doi: 10.1016/j.fsi.2019.10.072