



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
E MEIO AMBIENTE



NÍVEL MESTRADO

EMILY GABRIELE ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA

**CONSEQUÊNCIAS DAS INTERVENÇÕES HUMANAS NO AMBIENTE
TURÍSTICO: PRESENÇA DE MICROPLÁSTICO DECORRENTE DO
DESCARTE INADEQUADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NAS PRAIAS DE
ARUANA E DA COSTA EM SERGIPE, BRASIL**

São Cristóvão/SE

2026

EMILY GABRIELE ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA

**CONSEQUÊNCIAS DAS INTERVENÇÕES HUMANAS NO AMBIENTE
TURÍSTICO: PRESENÇA DE MICROPLÁSTICO DECORRENTE DO
DESCARTE INADEQUADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NAS PRAIAS DE
ARUANA E DA COSTA EM SERGIPE, BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente
da Universidade Federal de Sergipe.

Orientador (a): Profa. Dra. Anézia Maria
Fonsêca Barbosa

Coorientador (a): Prof. Dr. Leonardo
Cruz da Rosa

Linha de pesquisa: Dinâmica e Avaliação
Ambiental

São Cristóvão/SE

2026

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

O48c Oliveira, Emily Gabriele Albuquerque de.
Consequências das intervenções humanas no ambiente turístico: presença de microplásticos decorrente do descarte inadequado de resíduos sólidos nas praias de Aruana e da Costa em Sergipe / Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira; orientadora Anézia Maria Fonsêca Barbosa. – São Cristóvão, SE, 2026.
109 f.; il.

Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)
– Universidade Federal de Sergipe, 2026.

1. Meio ambiente - Sergipe. 2. Poluição marinha. 3. Costa - Proteção. 4. Gestão ambiental. 5. Degradação ambiental. 6. Solos – Poluição. 7. Impacto ambiental – Aracaju, SE. I. Barbosa, Anézia Maria Fonsêca, orient. II. Título.


CDU 504.61(813.7)

EMILY GABRIELE ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA


**CONSEQUÊNCIAS DAS INTERVENÇÕES HUMANAS NO AMBIENTE
TURÍSTICO: PRESENÇA DE MICROPLÁSTICO DECORRENTE DO
DESCARTE INADEQUADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NAS PRAIAS DE
ARUANA E DA COSTA EM SERGIPE, BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre pelo Programa
de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio
Ambiente da Universidade Federal de Sergipe.


Aprovada em 12 de fevereiro de 2026

Documento assinado digitalmente
 **ANEZIA MARIA FONSECA BARBOSA**
Data: 27/03/2026 21:36:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Profa. Dra. Anézia Maria Fonsêca Barbosa
CODAP/PRODEMA/UFS
Presidente-Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **LEONARDO CRUZ DA ROSA**
Data: 26/03/2026 12:36:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Leonardo Cruz da Rosa
DEPAq/UFS
Coorientador


Documento assinado digitalmente
 **ALBERICO NOGUEIRA DE QUEIROZ**
Data: 27/03/2026 11:21:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alberico Nogueira de Queiroz
DARQ/PRODEMA/UFS
Examinador Interno


Documento assinado digitalmente
 **GEISEDRIELLY CASTRO DOS SANTOS**
Data: 26/03/2026 08:51:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Geisedrielly Castro dos Santos
DGE/UFS
Examinadora Externa


É concedido ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) responsável pelo Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente permissão para disponibilizar, reproduzir cópia desta Dissertação e emprestar ou vender tais cópias.

Documento assinado digitalmente
 **EMILY GABRIELE ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA**
Data: 26/03/2026 13:13:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente
Universidade Federal de Sergipe


Documento assinado digitalmente
 **ANEZIA MARIA FONSECA BARBOSA**
Data: 27/03/2026 21:48:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Anézia Maria Fonsêca Barbosa (Orientadora)
CODAP/PRODEMA/UFS


Documento assinado digitalmente
 **LEONARDO CRUZ DA ROSA**
Data: 26/03/2026 12:40:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Leonardo Cruz da Rosa (Coorientador)
DEPAq/UFS

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente concluído no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Documento assinado digitalmente
 ANEZIA MARIA FONSECA BARBOSA
Data: 27/03/2026 22:07:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Anézia Maria Fonsêca Barbosa (Orientadora)
CODAP/PRODEMA/UFS

Documento assinado digitalmente
 LEONARDO CRUZ DA ROSA
Data: 26/03/2026 12:49:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Leonardo Cruz da Rosa (Coorientador)
DEPAq/UFS

Dedico esta dissertação à menina que um dia sonhou em estar em uma sala de aula, sendo instrumento de transformação por meio da educação e da pesquisa. Dedico também a todos aqueles que lhe permitem sonhar e alcançar seus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria, primeiramente, de agradecer a Deus, pois é dEle que vem a minha força e perseverança. Sem Sua presença, eu não conseguiria seguir adiante, alcançar meus objetivos ou realizar sonhos, como este que agora concluo. Agradeço também a mim mesma, que ainda na graduação se apaixonou pela educação e encontrou ali um caminho a seguir. Tracei metas, direcionei meus passos e, apesar das tempestades, da saudade, do cansaço e das abdições, consigo hoje olhar para trás com alegria e orgulho, reconhecendo o mérito do meu esforço e da minha dedicação.

Agradeço profundamente às pessoas que tornaram essa caminhada mais leve. À minha mãe, que sempre esteve comigo e nunca permitiu que eu me sentisse só, mesmo quando eu me vi em um apartamento sozinha, em uma cidade que não conhecia. Seu cuidado e amor sempre me alcançaram. Agradeço ao meu pai, à minha avó Maria Helena, ao meu avô Egilson, meu tio Euler, à minha tia Erika e tio Dinho, que sempre acreditaram em mim e nunca mediram esforços para me ver feliz. Aos meus anjos que hoje me cuidam lá de cima: vovô Waldeques, vovó Bete e minha bisa Osana (*in memoriam*), sei que de onde estiverem celebram comigo esta conquista.

Ao meu namorado, Tales, que desde o início acreditou em mim, obrigada por todo apoio, amor, compreensão e presença, mesmo na distância. Aos meus amigos Joana, Jhonatan, Vitinho, Lara, Rafinha, Erika, Mavi, Isadora, Mãe Pri, Pai Kaian, Mãe Taty, Pai Bibi, Kayki, Tiffany, Iansei, Lays, Matheus e Renata, obrigada por me fazerem sentir amada e cuidada além do amor da minha família, e por estarem comigo no início, durante a jornada e agora no fim.

Não posso deixar de agradecer a uma grande amiga, Dani, que esteve comigo desde o início deste processo e permaneceu ao meu lado diante das dúvidas, anseios, risos e choros. Sou imensamente grata pela troca acadêmica, mas ainda mais pela troca pessoal. E meu carinho especial para Maria e Ana, que se tornaram lar quando eu estava longe de casa, compartilhando comigo rotina, risadas e inquietações.

Minha gratidão também à minha orientadora, Anézia, por seu cuidado, compreensão e humanidade. Obrigada por me acolher, me orientar e me fazer amar ainda mais a docência, mostrando que ela pode, e deve, ser sensível e humanizada. Ao meu coorientador, Leonardo, agradeço pelos ensinamentos em campo e laboratório, pela

excelência e pelo apoio fundamental para a realização desta pesquisa. Agradeço também aos técnicos Daniel e Fidelis, do DEPAq, sempre solícitos e prestativos, e aos colegas de turma, Steffany, Thaynara, Iuri, Amilton, Joycekelly, Jeangela, Duda e Brendha, que tornaram o cotidiano mais leve.

Finalizo agradecendo ao PRODEMA/UFS, ao corpo docente e a todos que compõem o programa, pelos momentos de aprendizado, convivência e crescimento profissional e pessoal, bem como à Universidade Federal de Sergipe e à CAPES pelo apoio institucional. Concluir mais este capítulo reafirma para mim que a educação vale a pena e que falar sobre o que amamos é, sem dúvida, uma das maiores alegrias da vida.

“Somos quem podemos ser. Sonhos que podemos ter.”
— *Engenheiros do Hawaii, Somos Quem Podemos Ser*

RESUMO

A poluição por microplásticos tem se consolidado como um dos principais desafios ambientais em zonas costeiras, especialmente em áreas intensamente utilizadas para fins turísticos. Esta dissertação investigou a ocorrência, abundância, densidade e características morfológicas de microplásticos nos sedimentos das praias de Aruana, em Aracaju, e da Costa, no município de Barra dos Coqueiros, ambas localizadas em Sergipe, buscando compreender de que maneira o uso turístico e os fatores ambientais influenciam a distribuição dessas partículas. Partiu-se da hipótese de que o aumento do fluxo de turistas intensifica a concentração de microplásticos nos sedimentos, sobretudo daqueles derivados de vestuários sintéticos e de materiais plásticos descartáveis utilizados na atividade turística. A metodologia empregada integrou abordagens qualitativas e quantitativas. Foram realizadas coletas de sedimentos em pontos controle e pontos perturbados ao longo de diferentes períodos do ano, representando variações no nível de uso turístico. As amostras foram submetidas à secagem, peneiramento e triagem manual sob microscópio para identificação e classificação por forma e cor. A caracterização sedimentar completou as análises, e testes estatísticos, incluindo ANOVA, os quais foram aplicados para examinar possíveis diferenças significativas entre períodos e níveis distintos de pressão antrópica. Os resultados mostraram variações entre as áreas estudadas, com tendência de maior acúmulo de partículas na praia mais intensamente utilizadas para fins turísticos, enquanto a outra área apresentou padrões mais relacionados à dinâmica natural dos sedimentos. Embora não tenham sido identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os períodos analisados, os padrões observados sugerem influências distintas de fatores antrópicos e ambientais. Conclui-se que a hipótese foi parcialmente confirmada, indicando que o turismo pode contribuir para o incremento de microplásticos em determinados contextos. Os achados reforçam a necessidade de práticas de manejo mais eficazes, ações educativas e estratégias públicas voltadas à redução do plástico descartável, além da ampliação de estudos sobre microplástico no litoral sergipano para subsidiar políticas de conservação e gestão costeira.

PALAVRAS-CHAVE: Degradação Costeira. Gestão Ambiental. Poluição Marinha. Microplástico.

ABSTRACT

Microplastic pollution has become one of the main environmental challenges in coastal zones, especially in areas intensively used for tourism. This dissertation investigated the occurrence, abundance, density, and morphological characteristics of microplastics in the sediments of Aruana beach, in Aracaju, and Costa beach, in the municipality of Barra dos Coqueiros, both located in Sergipe, seeking to understand how tourism use and environmental factors influence the distribution of these particles. The hypothesis was that the increase in tourist flow intensifies the concentration of microplastics in sediments, especially those derived from synthetic clothing and disposable plastic materials used in tourism. The methodology employed integrated qualitative and quantitative approaches. Sediment samples were collected at control points and disturbed points throughout different periods of the year, representing variations in the level of tourism use. The samples were subjected to drying, sieving, and manual sorting under a microscope for identification and classification by shape and color. Sedimentary characterization completed the analyses, and statistical tests, including ANOVA, were applied to examine possible significant differences between periods and distinct levels of anthropogenic pressure. The results showed variations between the studied areas, with a tendency for greater particle accumulation on the beach most intensively used for tourism, while the other area presented patterns more related to the natural dynamics of the sediments. Although no statistically significant differences were identified between the analyzed periods, the observed patterns suggest distinct influences of anthropogenic and environmental factors. It is concluded that the hypothesis was partially confirmed, indicating that tourism can contribute to the increase of microplastics in certain contexts. The findings reinforce the need for more effective management practices, educational actions, and public strategies aimed at reducing disposable plastic, as well as expanding studies on microplastics on the Sergipe coast to support coastal conservation and management policies.

KEYWORDS: Coastal Degradation. Environmental Management. Marine Pollution. Microplastic.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

| | |
|--|----|
| Figura 1. Esquema representativo da construção da dissertação, sintetizando suas etapas. | 26 |
|--|----|

ARTIGO 1

| | |
|---|----|
| Figura 1. Esquema quantitativo da revisão bibliográfica. | 32 |
| Figura 2. Mapa dos estados que proíbem o uso de sacolas plásticas não biodegradáveis. | 41 |
| Figura 3. Metas da ambev com relação a sustentabilidade. | 42 |
| Figura 4. Origem dos mps (primários e secundários) encontrados nos oceanos..... | 45 |
| Figura 5. Esquema do ciclo do microplástico até chegar ao ser vivo..... | 47 |

ARTIGO 2

| | |
|---|----|
| Figura 1. Localização dos municípios das praias escolhidas. | 66 |
| Figura 2. Localização do município de Aracaju e suas praias arenosas..... | 67 |
| Figura 3. Evolução de Aracaju e Barra dos Coqueiros ao longo de duas décadas..... | 68 |
| Figura 4. Visão do ponto controle: (a) (b) praia de Aruana; (c) (d) praia da Costa. | 69 |
| Figura 5. Visão do ponto perturbado: (a) (b) praia de Aruana; (c) (d) praia da Costa. | 70 |
| Figura 6. Marcação dos pontos na praia de Aruana - SE. | 71 |
| Figura 7. Marcação dos pontos na praia da Costa - SE..... | 72 |
| Figura 8. Instrumentos utilizados na coleta de campo. | 74 |
| Figura 9. Coleta da amostra do sedimento. | 75 |
| Figura 10. Amostras acondicionadas pós-coleta e laboratório da triagem..... | 75 |
| Figura 11. Amostras (a); estufa utilizada (b)..... | 76 |
| Figura 12. Agitador de peneiras com batida intermitente (a); peneiras utilizadas (b). | 76 |
| Figura 13. Amostras após triagem (a); microscópio utilizado para análise (b)..... | 77 |
| Figura 14. Postagem da Prefeitura de Aracaju sobre a limpeza da praia realizada pela EMSURB..... | 90 |
| Figura 15. Resíduos agrupados na praia de Aruana - SE. | 90 |
| Figura 16. Equipamento utilizado no auxílio à limpeza de resíduos na praia da Costa. | 91 |
| Figura 17. Resíduos plásticos observados na faixa de areia da praia da Costa, ponto controle. | 91 |
| Figura 18. Mancha de óleo em trecho da praia da Costa, Barra dos Coqueiros..... | 92 |
| Figura 19. Partículas coloridas de mps encontradas nas amostras. | 95 |

| | |
|--|----|
| Figura 20. Tampas de garrafas PET identificadas nas amostras das praias de Aruana e da Costa, Sergipe. | 97 |
| Figura 21. Microplásticos em formato de fragmento encontrados nas análises. | 98 |

LISTA DE GRÁFICOS

ARTIGO 1

Gráfico 1. Quantidade de empresas que desempenham atividades industriais potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais, por ano..... 37

ARTIGO 2

Gráfico 1. Abundância de MP na praia de Aruana – SE. 83

Gráfico 2. Densidade por massa (mps/kg) na praia de Aruana - SE. 84

Gráfico 3. Densidade/área (mps/m²) na praia de Aruana - SE. 84

Gráfico 4. Abundância de MP na praia da Costa – SE..... 85

Gráfico 5. Densidade por massa (mps/kg) na praia da Costa – SE. 86

Gráfico 6. Densidade/área (mps/m²) na praia da Costa – SE. 86

Gráfico 7. Percentual da coloração e formato geral dos mps analisados..... 94

LISTA DE QUADROS

ARTIGO 1

- Quadro 1.** Classificação dos resíduos conforme critérios da Lei nº 12.305/2010..... 33
- Quadro 2.** Princípios e objetivos da política nacional de resíduos sólidos (PNRS)..... 36
- Quadro 3.** Principais polímeros *commodities* plásticos e suas propriedades. 39
- Quadro 4.** Classificação dos plásticos degradados, segundo diferentes autores. 44
- Quadro 5.** Estudos que evidenciam a presença do microplástico em ecossistemas. 45
- Quadro 6.** Estudos que dectaram presença do microplástico no ser humano. 48

ARTIGO 2

- Quadro 1.** ODS relacionados à mitigação dos impactos das atividades turísticas. 64

LISTA DE SIGLAS

| | |
|--------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| AMBEV | Companhia de Bebidas das Américas |
| ANOVA | <i>Analysis of Variance</i> (Análise de Variância) |
| CNPq | Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico |
| CNUMAD | Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento |
| DF | <i>Degrees of Freedom</i> (Graus de Liberdade) |
| DUDH | Declaração Universal dos Direitos Humanos |
| EA | Educação Ambiental |
| EC | <i>European Community</i> (Comunidade Europeia) |
| ECO 92 | Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento |
| EMSURB | Empresa Municipal de Serviços Urbanos |
| F | <i>F-value</i> (Estatística F) |
| GERCO | Gestão de Recursos Costeiros |
| LANCOA | Laboratório de Nutrição e Cultivo de Organismos Aquáticos |
| LEB | Laboratório de Ecologia Bentônica |
| MPPI | <i>Microplastics Pollution Index</i> (Índice de Poluição por Microplásticos) |
| MPs | Microplásticos |
| MS | <i>Mean Square</i> (Quadrado Médio) |
| NBR | Norma Brasileira Registrada |
| ODS | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| P | <i>P-value</i> (Valor-p) |
| PE | Polietileno |
| PET | Politereftalato de Etileno |
| PEVs | Pontos de Entrega de Resíduos |
| PNCLM | Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar |
| PNEA | Política Nacional de Educação Ambiental |
| PNRS | Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| POPs | Poluentes Orgânicos Persistentes |
| PP | Polipropileno |
| PS | Poliestireno |

| | |
|--------|---|
| PVC | Policloreto de Vinila |
| RIO-92 | Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento |
| ROTAP | Agitador de Peneiras com Batida Intermitente |
| RS | Resíduos Sólidos |
| SS | <i>Sum of Squares</i> (Soma dos Quadrados) |
| TCC | Trabalhos de Conclusão de Curso |
| UFS | Universidade Federal de Sergipe |
| UNEP | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente |
| UV | Ultravioleta |
| WWF | <i>World Wide Fund for Nature</i> (Fundo Mundial para a Natureza) |

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 02

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Fórmula e classificação dos índices..... | 77 |
| Tabela 2. Resultado do índice microplastics pollution index (mppi). | 79 |
| Tabela 3. Teste de normalidade nos conjuntos de dados (abundância e densidades). .. | 80 |
| Tabela 4. Teste de homogeneidade nos conjuntos de dados (abundância e densidades). | 80 |
| Tabela 5. Anova da abundância de mps nas praias de aruana e da costa. | 81 |
| Tabela 6. Anova da densidade (peso) de mps nas praias de aruana e da costa. | 81 |
| Tabela 7. Anova da densidade (área) de mps nas praias de aruana e da costa. | 82 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUÇÃO GERAL | 23 |
| ARTIGO 1..... | 28 |
| DO LIXO AO RISCO: MICROPLÁSTICOS E SEUS EFEITOS NO AMBIENTE E NA SAÚDE..... | 29 |
| Resumo | 29 |
| Abstract..... | 29 |
| 1.1 Introdução..... | 30 |
| 1.2 Metodologia..... | 31 |
| 1.3 Entrada do material no ambiente: resíduos sólidos | 32 |
| 1.4 Poluente ambiental: plástico..... | 38 |
| 1.5 Microplásticos: origens e seus impactos | 43 |
| 1.6 Microplástico e a saúde humana: da contaminação ao risco | 47 |
| 1.7 Turismo e sustentabilidade: resíduos, MPs e ODS | 49 |
| 1.8 Conclusão | 51 |
| 1.9 Referências | 51 |
| ARTIGO 2..... | 61 |
| ENTRE O USO TURÍSTICO E A POLUIÇÃO COSTEIRA: A DINÂMICA DOS MICROPLÁSTICOS NAS PRAIAS DE ARUANA E DA COSTA, SERGIPE, BRASIL | 62 |
| Resumo | 62 |
| Abstract..... | 62 |
| 2.1 Introdução..... | 63 |
| 2.2 Materiais e métodos..... | 65 |
| 2.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 65 |
| 2.2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA..... | 69 |
| 2.2.3 METODOLOGIA ADOTADA EM CAMPO | 73 |
| 2.2.4 METODOLOGIA ADOTADA EM LABORATÓRIO..... | 75 |
| 2.2.5 METODOLOGIA ESTATÍSTICA | 77 |
| 2.3 Resultados e discussões..... | 78 |
| 2.3.1 AVALIAÇÃO GERAL MPPI | 78 |
| 2.3.2 VERIFICAÇÃO DOS PRESSUPOSTOS ESTATÍSTICOS..... | 79 |

| | |
|--|-----|
| 2.3.3 ABUNDÂNCIA E DENSIDADE DE MICROPLÁSTICOS..... | 80 |
| 2.3.4 TURISMO E PRESENÇA DE MPS – HIPÓTESE CENTRAL | 82 |
| 2.3.5 INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS SEDIMENTARES..... | 88 |
| 2.3.6 PAPEL DA GESTÃO DE RESÍDUOS E DA LIMPEZA DAS PRAIAS .. | 88 |
| 2.3.7 FONTES EXTERNAS E POLUIÇÃO DIFUSA..... | 91 |
| 2.3.8 RISCOS BIOLÓGICOS E BIOACUMULAÇÃO..... | 93 |
| 2.3.9 CARACTERIZAÇÃO DOS MPs: COLORAÇÃO E FORMATO | 93 |
| 2.4 Conclusão | 99 |
| 2.5 REFERÊNCIAS | 100 |
| Considerações finais..... | 106 |
| Referências | 108 |

INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO GERAL

Um dos ambientes mais afetados por processos de degradação ambiental é a zona costeira, que desempenha papel essencial nos contextos socioeconômico e ambiental. Destaca-se por suas funções ecológicas, como a proteção contra a erosão, o fornecimento de criadouros e berçários para diversas espécies, incluindo tartarugas marinhas, aves e invertebrados, além de oferecer espaços para atividades de lazer (Schlacher *et al.*, 2014).

Entretanto, a ocupação acelerada dessas áreas tem intensificado os impactos socioambientais, especialmente em decorrência das atividades econômicas ali desenvolvidas, como o turismo (Silva *et al.*, 2024). Nesse contexto, compreender o estado de conservação desses ambientes torna-se fundamental para garantir a manutenção de seus serviços ecossistêmicos.

Os serviços ecossistêmicos supracitados estão cada vez mais ameaçados por problemas, como a contaminação por resíduos sólidos, que se configura como um tipo de poluição marinha. O GESAMP (*Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*) define como poluição marinha:

[...] a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou energia no ambiente marinho que resultem em efeitos deletérios tais como, danos para os recursos vivos, perigo para a saúde humana, obstáculo para as atividades marinhas incluindo a pesca, diminuição da qualidade da água do mar ou das amenidades (Wells, Duce e Huber, p. 80, 2002).

Segundo Somerville, Miller e Mair (2003), os resíduos sólidos nesses ambientes podem se originar de 04 (quatro) fontes distintas: (1) turismo e atividades recreativas, (2) atividades pesqueiras, (3) esgoto e (4) navegação. O descuido com o descarte desses resíduos leva ao seu acúmulo no ambiente. Nas praias, resíduos sólidos não apenas prejudicam o equilíbrio ecológico, mas também geram um impacto visual significativo, especialmente em áreas turísticas. Assim, o monitoramento contínuo desses resíduos em ambientes costeiros torna-se imprescindível para identificar suas fontes, avaliar seus impactos ambientais e propor soluções eficazes (Silva-Cavalcanti, Araujo e Costa, 2013).

Entre esses resíduos, o plástico se destaca como um dos principais protagonistas entre os materiais descartados, influenciando a saúde, o bem-estar, o meio ambiente e a economia (Santos, 2023). Introduzido no início do século XX com a produção da baquelite por Leo Hendrik Baekeland (Barreto, 2024), o plástico se popularizou devido à sua versatilidade, durabilidade, baixo custo e ampla aplicabilidade (Olivatto *et al.*, 2018).

A sua produção na última década superou a de todo o século anterior (Severino *et al.*, 2021), evidenciando que os hábitos da sociedade estão cada vez mais alinhados com padrões insustentáveis. Por possuir uma alta resistência à degradação quando presente no ambiente, contribui para o acúmulo de partículas plásticas, que eventualmente se fragmentam em tamanhos menores, alcançando dimensões microscópicas, trazendo sérios impactos ao meio ambiente.

Conforme Gonçalves (2003), o ritmo de produção e descarte de resíduos pela sociedade moderna excede a capacidade dos sistemas naturais em degradá-los, tornando os ambientes progressivamente impróprios e a poluição marinha costuma chamar atenção justamente por conta desses resíduos sólidos visíveis, porém, é importante chamar a atenção para os impactos microscópicos que são igualmente graves. A exemplo disso, existem os microplásticos (MPs), que são considerados uma fonte de poluição marinha já que este conceito envolve qualquer resíduo sólido antropogênico, descartado ou perdido, que tenha alcançado os oceanos e ambientes costeiros, incluindo itens dispostos nas praias, flutuando nos mares ou afundados no leito (Cheshire e Adler, 2009).

Os microplásticos, definidos como partículas de plástico com até 5 mm (Thompson, 2004; Caixeta, Caixeta e Menezes Filho, 2018), originadas das atividades antrópicas, e sua ampla dispersão é observada em diversos ambientes, incluindo ar, água e solo (Cardoso Neto *et al.*, 2023). Essas partículas representam uma ameaça significativa devido à sua alta capacidade de absorver substâncias tóxicas, como hidrocarbonetos e metais pesados (Derraik, 2002). Classificados em primários, oriundos de processos industriais ou produtos de higiene, e secundários, resultantes da fragmentação de plásticos maiores (Olivatto *et al.*, 2018), essas partículas têm grande potencial de dispersão, afetando ecossistemas distantes de sua fonte.

Independentemente da origem, os microplásticos representam uma ameaça significativa à saúde dos ecossistemas e dos organismos que os habitam, podendo ultrapassar barreiras imunológicas, impactar órgãos e tecidos, e causar efeitos tóxicos ou letais (Rafiee *et al.*, 2018). Evidências recentes indicam a presença dessas partículas no corpo humano, como na corrente sanguínea (Leslie *et al.*, 2022; Cardoso Neto *et al.*, 2023), na placenta (Ragusa *et al.*, 2021) e até no leite materno (Ragusa *et al.*, 2022), o que sugere que o ciclo do descarte inadequado pode estar retornando à fonte geradora de maneira indireta.

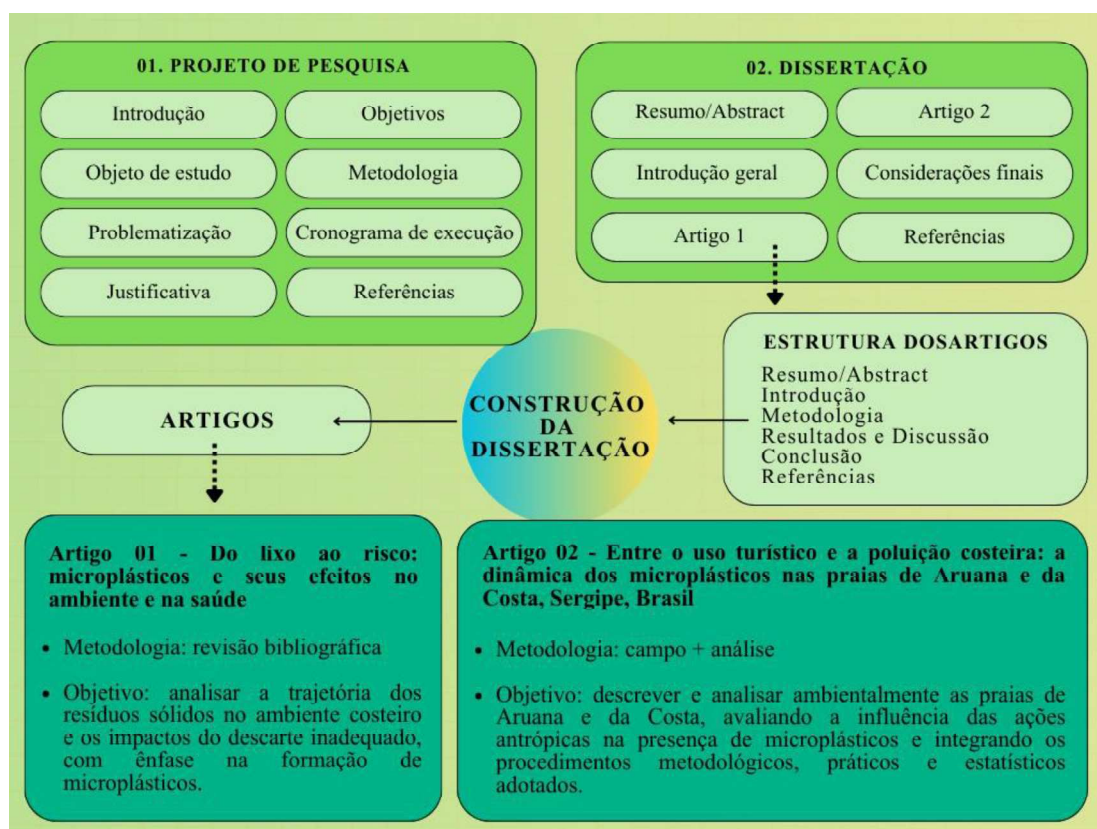
Dessa forma, torna-se crucial sensibilizar a sociedade sobre os impactos não apenas visíveis, mas também microscópicos dos resíduos plásticos. A poluição por microplásticos não afeta apenas o meio ambiente, mas ameaça diversos níveis tróficos e, em última instância, a saúde humana por meio da ingestão (Criado, 2018). A sensibilização da sociedade com a adoção de práticas sustentáveis são passos indispensáveis para mitigar os efeitos desse problema global. Gonçalves (2003, p. 57) faz a seguinte observação sobre essa questão dos impactos provocados pelo acúmulo de resíduos de micropartículas nas áreas com grande concentração populacional:

Tanto pela alta densidade de ocupação quanto pela sofisticação de seus hábitos as modernas populações produzem dejetos em tal quantidade que torna impossível para os sistemas naturais decompor esses “refugos da civilização” na velocidade necessária a torná-los inócuos e assim não comprometê-los. Como resultado, tais resíduos acabam tornando os reservatórios naturais impróprios [...] (Gonçalves, 2003, p. 57).

Neste sentido, o problema da pesquisa foi pautado no seguinte questionamento: de que maneira as intervenções humanas, especialmente no contexto turístico, contribuem para a geração de microplásticos nas praias de Aruana e da Costa, localizadas respectivamente em Aracaju e Barra dos Coqueiros, em Sergipe? A hipótese central é que o aumento da circulação de turistas nessas praias influencia diretamente a geração de microplásticos, intensificando os processos de degradação ambiental no ambiente costeiro.

Assim, o estudo tem como objetivo geral analisar a ocorrência de microplásticos nas praias de Aruana e da Costa, em Sergipe, compreendendo essa ocorrência como resultado das intervenções humanas no ambiente turístico. Esta dissertação está estruturada em formato de artigos, sua organização foi estabelecida de acordo com os objetivos específicos e as etapas metodológicas da pesquisa (Figura 1).

Figura 1. Esquema representativo da construção da dissertação, sintetizando suas etapas.



Elaboração: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

O primeiro artigo apresenta, por meio de uma revisão bibliográfica, a trajetória e os impactos dos resíduos sólidos descartados no ambiente costeiro, destacando como o descarte inadequado contribui para a formação de microplásticos.

O segundo artigo descreve a análise ambiental conduzida nas praias de Aruana e da Costa, discutindo a influência das ações antrópicas na presença de microplásticos e integrando os aspectos metodológicos, práticos e estatísticos adotados.

Por fim, são apresentadas as considerações gerais da pesquisa, que sintetizam os principais achados e apontam caminhos para pesquisas futuras, oferecendo subsídios para análises mais aprofundadas e estratégias de mitigação dos impactos socioambientais associados à temática estudada.

Para assegurar a consolidação e o alcance dos objetivos desta dissertação, adotou-se o método de pesquisa experimental, fundamentado nos princípios inaugurados por Galileu Galilei. O autor revolucionou a prática científica ao estruturar uma abordagem sistemática baseada na observação rigorosa, formulação de hipóteses, experimentação controlada e análise de resultados empiricamente verificáveis. Essa lógica metodológica,

amplamente difundida e validada por diferentes pesquisadores ao longo da história, constitui a base do método científico moderno e se mostra especialmente adequada para estudos que envolvem mensuração, replicabilidade e interpretação objetiva de fenômenos naturais (Nascimento; Jesus; Santos, 2021).

Assim, este trabalho foi desenvolvido seguindo etapas alinhadas ao método experimental: inicialmente, realizou-se uma observação empírica da problemática, envolvendo o turismo e sua possível influência na presença de microplásticos. Em seguida, formulou-se a hipótese de que as atividades humanas poderiam intensificar a contaminação dos sedimentos costeiros. Por fim, foram conduzidos procedimentos experimentais e análises quantitativas e qualitativas capazes de testar essa hipótese e sustentar conclusões cientificamente embasadas.

O método experimental, destaca-se pela capacidade de estruturar o processo científico a partir da observação, da formulação de hipótese e da verificação empírica por meio de experimentação controlada e análise de dados obtidos, especialmente em contextos em que os fenômenos podem ser mensurados com precisão (Lima *et al.*, 2012). Dessa forma, a adoção desse método mostrou-se plenamente adequada ao presente estudo, possibilitando validar a hipótese formulada e construir conclusões fundamentadas (Martins; Theóphilo, 2008).



Imagem gerada por Inteligência Artificial (IA).

ARTIGO 1

DO LIXO AO RISCO: MICROPLÁSTICOS E SEUS EFEITOS NO AMBIENTE E NA SAÚDE

DO LIXO AO RISCO: MICROPLÁSTICOS E SEUS EFEITOS NO AMBIENTE E NA SAÚDE

Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira
Profª. Dra. Anézia Maria Fonseca Barbosa
Prof. Dr. Leonardo Cruz das Rosas

Resumo

A intensificação da produção e descarte de resíduos sólidos, especialmente os plásticos, tem ampliado os impactos sobre os ecossistemas e ocasionando preocupações quanto à exposição humana aos microplásticos. Considerando esse cenário, este artigo teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão bibliográfica, a problemática dos resíduos plásticos e microplásticos, suas rotas de entrada no ambiente, os efeitos toxicológicos e as complicações para a saúde humana, bem como discutir a relação entre o turismo e o aumento dessa poluição. A metodologia envolveu a seleção, leitura e análise crítica de estudos sobre resíduos sólidos, plástico, microplástico, saúde humana e pressões antropogênicas com destaque para áreas costeiras. Os resultados da revisão indicam que a durabilidade do plástico, aliada ao descarte inadequado, favorece a fragmentação e ampla dispersão dos microplásticos, que já são encontrados no solo, na água, no ar e nos alimentos, representando riscos ainda pouco compreendidos para seres humanos. A literatura também evidencia que o turismo em regiões litorâneas intensifica a geração de resíduos plásticos e contribui para o acúmulo dessas partículas nos ecossistemas. Conclui-se que a gestão dos microplásticos demanda ações integradas, envolvendo educação ambiental, consumo responsável, políticas públicas robustas e tecnologia de monitoramento, reforçando a necessidade de estratégias alinhadas à sustentabilidade e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Palavras-Chave: Gestão; Sustentabilidade Ambiental; Políticas Públicas.

Abstract

The intensification of the production and disposal of solid waste, especially plastics, has amplified the impacts on ecosystems and raised concerns about human exposure to microplastics. Considering this scenario, this article aimed to analyze, through a literature review, the problem of plastic and microplastic waste, its routes of entry into the environment, the toxicological effects and complications for human health, as well as to discuss the relationship between tourism and the increase in this pollution. The methodology involved the selection, reading, and critical analysis of studies on solid waste, plastics, microplastics, human health, and anthropogenic pressures, with emphasis on coastal areas. The results of the review indicate that the durability of plastic, combined with inadequate disposal, favors the fragmentation and wide dispersion of microplastics, which are already found in soil, water, air, and food, representing risks that are still poorly understood for humans. The literature also shows that tourism in coastal regions intensifies the generation of plastic waste and contributes to the accumulation of these particles in ecosystems. It is concluded that managing microplastics requires integrated actions, involving environmental education, responsible consumption, robust public policies, and monitoring technology, reinforcing the need for strategies aligned with sustainability and the Sustainable Development Goals.

Keywords: Management; Environmental Sustainability; Public Policies.

1.1 Introdução

Ao abordar o tema impacto ambiental, é fundamental discutir sobre o descarte inadequado de resíduos sólidos, como plásticos, vidros, borrachas, metais, tecidos, isopor e madeira (Ormedilla *et al.*, 2014), que é considerada uma forma de poluição resultante da introdução inadequada de materiais no meio ambiente. Os resíduos gerados pelas atividades humanas, associados ao estilo de vida moderno, resultam em consequências devastadoras para o meio ambiente, visto que, essa relação entre o consumo e descarte inadequado contribui significativamente para a degradação ambiental em diversas escalas (Rodrigues *et al.*, 2023).

Diante desse cenário de consumo excessivo da população, a geração de resíduos sólidos resultante dessa ação torna-se uma questão crítica. Nesse contexto, o plástico se destaca como um dos principais protagonistas dentre os materiais descartados, influenciando a saúde, o bem-estar, o meio ambiente e a economia (Santos, 2023). A produção de plástico na última década superou a de todo o século anterior (Severino *et al.*, 2021), evidenciando que os hábitos da sociedade estão cada vez mais alinhados com padrões insustentáveis.

A relevância do material plástico pode ser justificada em alguns âmbitos por algumas características. Na comercialização, por exemplo, ele apresenta baixo custo de produção e, para a sociedade, oferece alta durabilidade, flexibilidade e difícil degradação (Buccioli, 2022). Essa última característica gera preocupações ambientais, pois, quando descartado, o plástico exposto à luz ultravioleta se fragmenta devido à temperatura, à ação das ondas e a outros fenômenos (Thompson *et al.*, 2004; Browne; Galloway; Thompson, 2007; Pereira; Oliveira; Turra, 2011), resultando na formação de microplásticos a partir da degradação dos macroplásticos.

Os microplásticos, definidos como partículas de plástico com até 5 mm (Thompson *et al.*, 2004; Caixeta, Caixeta e Menezes Filho, 2018), originadas das atividades antrópicas, e sua ampla dispersão é observada em diversos ambientes, incluindo ar, água e solo (Cardoso Neto *et al.*, 2023). Essa dispersão é motivo de preocupação, pois evidências recentes indicam a presença dessas partículas no corpo humano, como na corrente sanguínea (Leslie *et al.*, 2022; Cardoso Neto, 2023), na placenta (Ragussa *et al.*, 2021) e até no leite materno (Ragusa *et al.*, 2022), o que sugere que o ciclo do descarte inadequado pode estar retornando à fonte geradora de maneira indireta.

O maior risco associado aos microplásticos não é apenas a sua presença em organismos vivos, mas também o fato de que essas partículas possuem alta capacidade de absorção de contaminantes, já que podem carregar patógenos (Bowley *et al.*, 2021; Jiménez-Skrzypek *et al.*, 2023; Rasool *et al.*, 2021; Kabir *et al.*, 2022; Cardoso Neto *et al.*, 2023) e compostos tóxicos, incluindo os metais pesados (Holmes; Turner; Thompson, 2012) e Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) (Ziccardi *et al.*, 2016; Barletta; Lima; Costa, 2019; Cardoso Neto *et al.*, 2023), representando um risco sério à saúde humana e ambiental.

1.2 Metodologia

A metodologia adotada para o desenvolvimento desse estudo foi feita por meio de uma fundamentação teórica que adotou o procedimento da revisão bibliográfica, uma etapa essencial para construção inicial de um estudo, pois fundamenta o tema por meio da análise de outras literaturas (Garcia, 2016). Para a coleta de informações, foram selecionadas as plataformas *Google Acadêmico* e *SciELO*, nas quais foram realizadas buscas em espanhol, inglês e português. Utilizaram-se palavras-chave como resíduos sólidos, plástico, impacto, microplástico, saúde humana, turismo e riscos. Não foi determinado um período específico para a análise, pois conceitos e contextos mais antigos também possuem relevância crucial para a temática abordada.

No esquema a seguir (Figura 1), é possível identificar o quantitativo final da revisão. Na categoria Artigos, estão incluídos tanto os resumos apresentados em eventos quanto os artigos publicados em periódicos. Na categoria Livros, estão contemplados os livros físicos e os e-books. Já na categoria Produção Acadêmica, estão incluídos os Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), dissertações e teses. Na categoria outros está incluso sites, documentos e relatórios.

Figura 1. Esquema quantitativo da revisão bibliográfica.

| REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | | |
|------------------------|---------------|----------------------|
| Natureza | Idioma | Plataforma |
| Artigo: 58 | Inglês: 34 | SciELO: 20 |
| Livro: 12 | Espanhol: 02 | Google Acadêmico: 62 |
| Outros: 07 | Português: 46 | |
| Produção acadêmica: 05 | | |

Elaboração e organização: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2024).

1.3 Entrada do material no ambiente: resíduos sólidos

Ao abordar qualquer tema, é fundamental conceituá-lo adequadamente. No caso dos Resíduos Sólidos (RS), diversos autores e legislações apresentam definições distintas. Inicialmente, o conceito proposto por Pichtel (2005), que enfoca os resíduos sólidos sob uma perspectiva econômica em que os considera como um material economicamente negativo, já que seu descarte é mais barato do que sua reutilização. No entanto, esse ponto de vista encontra uma contradição na análise da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, regulamentada pelo decreto 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que ressalta o valor econômico dos resíduos (Brasil, 2010).

Além disso, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define os resíduos sólidos como restos provenientes de atividades humanas, podendo ter origem doméstica, comercial, pública, agrícola, industrial e hospitalar, considerados inúteis, indesejáveis ou descartáveis por seus geradores, podendo se apresentar nos estados sólidos, semissólidos ou líquidos, desde que não sejam passíveis de tratamento convencional (ABNT, 2004).

De maneira mais clara e normativa, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, regulamentada pelo decreto 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, oferece a seguinte definição para resíduos sólidos:

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Uma questão importante a ser considerada é a distinção entre lixo e resíduo. O termo lixo refere-se a materiais que foram totalmente perdidos com sua utilidade e valor, sendo descartados, já resíduos se aplicam a materiais que, apesar de não terem mais uso imediato, podem ser reaproveitados de diversas maneiras (Ferreira, 2020). Esse reaproveitamento de resíduos sólidos levanta discussões, como o potencial do biogás para geração de energia (Oliveira; Rosa, 2003; Lino; Ismail, 2011) e o avanço da reciclagem, que abrange aspectos sociais, ambientais e econômicos (Campos, 2012).

Dando seguimento com a lei nº 12.305/10, é possível ter a classificação dos resíduos sólidos quando a origem: (1) resíduos domiciliares, (2) de limpeza urbana, (3) de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço, (4) industriais, (5) de serviços da saúde, (6) da construção civil e (7) de mineração. Além dessas classificações, há diversas outras, que variam conforme o objeto de estudo (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação dos resíduos conforme critérios da Lei nº 12.305/2010.

| CRITÉRIO | CLASSIFICAÇÃO |
|---------------------------------------|--|
| Perigo | Resíduos perigosos; Resíduos Não Perigosos. |
| Potencial de Aproveitamento | Resíduos Reutilizáveis; Resíduos Recicláveis; Resíduos Orgânicos; Rejeitos. |
| Periculosidade Específica (NBR 10004) | Classe I (Perigosos); Classe II A (Não Inerentes); Classe II B (Inerentes). |

Elaboração: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2024).

A análise do contexto histórico revela como os períodos pelos quais a sociedade passa influenciam seu estilo de vida e, conseqüentemente, transformam os tipos de resíduos sólidos gerados em cada época. Por exemplo, antes da Revolução Industrial, o descarte consistia principalmente em resíduos orgânicos, as matérias orgânicas mais especificamente, que eram ambientalmente favoráveis, pois sua decomposição não gerava danos negativos (Massukado, 2004).

As transformações começaram com a Revolução Industrial, ocorrida no século XVIII, que introduziu as fábricas e resultou em uma produção em larga escala. Isso aumentou a quantidade de produtos disponíveis no mercado e gerou um maior volume e uma heterogeneidade na composição dos resíduos das áreas urbanas (Massukado, 2004), tornando sua gestão mais complexa e evidenciando uma mudança drástica no que diz respeito aos resíduos sólidos e ao comportamento da sociedade. Juntamente com o processo de industrialização, ocorreu um rápido crescimento urbano, que trouxe novos hábitos de vida e consumo, intensificando a deposição inadequada de resíduos (Ferreira, 2020).

As consequências desse crescimento das cidades resultaram na implementação de políticas sanitárias em algumas delas, em contrapartida, em algumas regiões essas políticas foram desenvolvidas apenas em resposta a problemas sanitários que representavam riscos à população (Deus; Battistelle; Silva, 2015). Até a Revolução Industrial, as condições sanitárias da sociedade não recebiam a devida atenção (Wilson, 2007; Worrell; Vesilind, 2011). Mesmo após esse período, o foco na gestão de resíduos sólidos ainda era limitado, embora tenha ganhado certa relevância em questões de saúde pública, mas foi apenas a partir de 1970 que o tema passou a ser amplamente discutido em encontros globais, como nas Conferências de Estocolmo, em 1972, em 1977 na Conferência de Tbilisi, em seguida na ECO 92, no Rio de Janeiro, onde a questão dos Resíduos Sólidos (RS)¹ começou a ganhar destaque tanto nacional quanto internacionalmente (Wilson, 2007; Velloso, 2008).

A discussão de temas em Conferências Internacionais reflete sua grande importância, e esses encontros muitas vezes se tornam marcos em assuntos cruciais, como no caso dos RS. A Conferência de Estocolmo, em 1972, foi um ponto de partida na temática e destacou a conexão entre a sociedade e o meio ambiente, estabelecendo o princípio de que tanto as gerações atuais quanto as futuras têm o direito fundamental de viver em um ambiente saudável e não degradado (Ferreira, Pereira; Borges, 2013). Além disso, o evento trouxe à tona o debate sobre as diferentes perspectivas entre países desenvolvidos e em desenvolvimento em relação a esse tema (Tannous; Garcia, 2008).

Embora tenha sido o ponto de partida, o crescimento das discussões sobre as questões ambientais ocorreu apenas 20 anos após a Conferência de Estocolmo. A

¹ A partir desse momento da escrita quando for referir ao termo Resíduo Sólido, iremos alternar em escrever a palavra completa ou somente o uso da sigla RS.

Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), realizada em 1992, popularmente conhecida como RIO-92, trouxe novas percepções sobre o desenvolvimento e ressaltou a interdependência entre as dimensões ambiental, social, cultural e econômica (Guimarães, 2012). A partir da RIO-92, documentos como a Agenda 21 estabeleceram prioridades para a gestão sustentável dos RS (Jacobi; Besen, 2011).

O Brasil enfrenta uma crescente crise ambiental, cuja uma das principais problemáticas é a questão dos Resíduos Sólidos. Historicamente, observa-se que o aumento desse tipo de resíduo está diretamente relacionado ao crescimento urbano, que impulsiona o consumo (Pozzetti; Caldas, 2019). Para enfrentar essa crise, é fundamental que a sociedade moderna reconheça a importância da mudança de hábitos, especialmente daqueles que geram grandes volumes de Resíduos Sólidos e têm descarte inadequado e quebram essa cultura do consumismo.

E para ajudar a enfrentar essa crise, existem as políticas públicas que desempenham um papel crucial na proteção do meio ambiente (Salheb *et al.*, 2009). É fundamental que essas políticas sejam constantemente atualizadas, uma vez que os avanços ambientais também devem ser considerados e incorporados. Um exemplo disso é a diretiva 99/31/EC, que foi fundamental para a legislação sobre resíduos (Taseli, 2007). Contudo, em 2008, foi publicada a diretiva 2008/98/EC, que trouxe novas definições e tecnologias adequadas para proteção da saúde humana e do meio ambiente (Pires; Martinho; Chang, 2011).

A criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi motivada pela ausência, em 1990, de diretrizes gerais no Brasil que estabelecessem princípios, instrumentos e metas para lidar com a questão dos Resíduos Sólidos. Isso gerou a necessidade de um direcionamento legislativo para Estados e Municípios, visando aumentar a conscientização ambiental sobre os problemas decorrentes da ampliação dos resíduos. No entanto, apesar dessa necessidade evidente, o processo não foi rápido. O Congresso Nacional inicialmente apresentou o Projeto de lei nº 203 em 1991 (Brasil, 1991), que somente dez anos depois resultou na promulgação da Lei Ordinária 12.305, em 2010 (Brasil, 2010), estabelecendo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Arantes; Pereira, 2021).

De acordo com o Art. 1º da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, “Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os

perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis” (Brasil, 2010).

Para ilustrar de modo mais claro, o quadro abaixo apresenta os princípios e objetivos estabelecidos na PNRS, especificados nos Arts. 6º, 7º e 8º da lei (Quadro 2):

Quadro 2. Princípios e objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

| Art. 6º | Art. 7º | Art. 8º |
|--|---|---|
| Princípios | Objetivos | Instrumentos |
| Desenvolvimento Sustentável | Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental. | Planos de resíduos sólidos. |
| Preservação e Precaução | Hierarquia de Resíduos Sólidos. | Coleta Seletiva e Logística Reversa. |
| Visão Sistêmica | Produção e consumo sustentáveis. | Incentivo à criação e desenvolvimento de cooperativas de material reutilizável e reciclável |
| Responsabilidade Compartilhada | Incentivo à indústria de reciclagem. | Pesquisa científica e tecnológica. |
| Resíduos Sólidos gerador de trabalho e renda e cidadania | Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos. | Educação Ambiental. |
| Razoabilidade e proporcionalidade | Disposição final ambientalmente correta de Resíduos Sólidos. | Monitoramento e fiscalização ambiental. |

Fonte: Adaptado de PNRS, 2010; Arantes e Pereira, 2021.

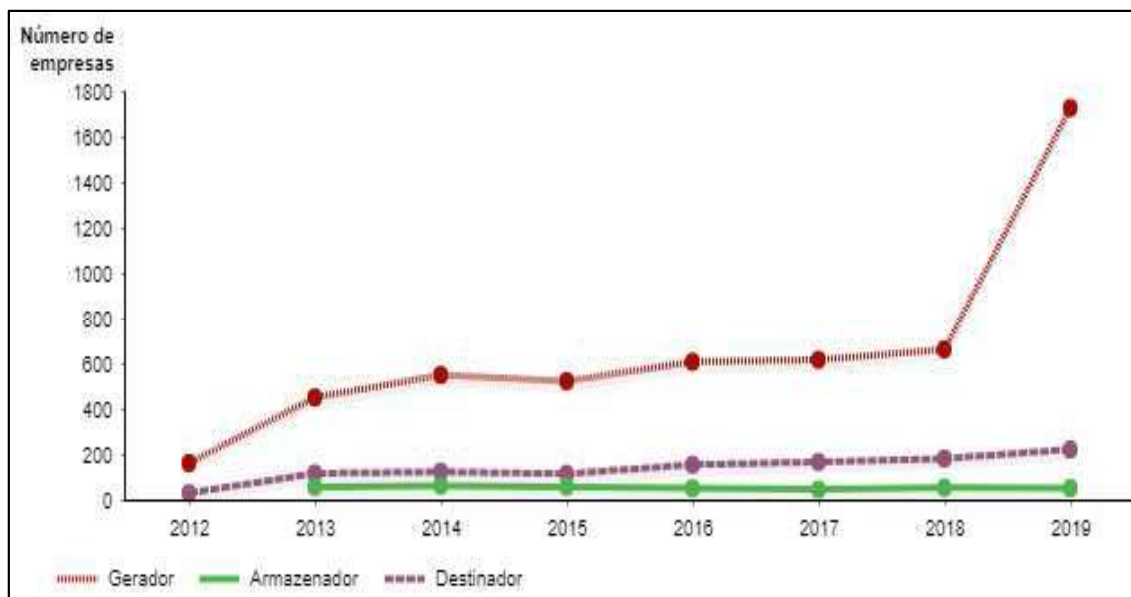
Além de considerar a questão ambiental, a lei também destaca a importância da saúde humana (Brasil, 2010), que é essencial para o processo de sustentabilidade. Como ressaltado na Conferência de Estocolmo, existe uma interconexão entre a sociedade e o meio ambiente que deve ser lembrada. A lei é vista como um documento que incorpora políticas inovadoras (Heber; Silva, 2014) e promove a cooperação intermunicipal, além de abordar novas formas de governança regional, fundamentais para a gestão dos Resíduos Sólidos (Alm, 2015). Diante do cenário em que o descarte de produtos e materiais no meio ambiente tem aumentado, é imprescindível que haja um gerenciamento adequado desses resíduos (Coelho *et al.*, 2011).

Infelizmente, como em diversas áreas, a existência de uma lei não é suficiente para resolver todos os problemas. Embora a lei aponte um caminho a ser seguido, ela, por si só, não é a solução completa. O mesmo ocorre com a gestão de RS, que ainda enfrenta diversos desafios para a sociedade, os profissionais e os gestores públicos (Arantes; Pereira, 2021). O primeiro desafio está na implementação prática da lei, mas há também

dificuldades dentro da própria legislação. No caso da PNRS, essas limitações incluem obstáculos como a baixa disponibilidade orçamentária e a fraca capacidade institucional e de gerenciamento de muitos municípios brasileiros, especialmente os de pequeno porte (Heber; Silva, 2014).

A principal questão dos problemas ambientais, com foco aqui nos Resíduos Sólidos, é o crescimento econômico. Existem fatores que precisam ser trabalhados de forma integrada, pois, sem essa abordagem, as chances de sucesso na resolução desses problemas são limitadas. Por isso, ao se tratar de meio ambiente, é essencial considerar também as dimensões: social, cultural e econômica. No campo ambiental, essa integração com a economia, por exemplo, já é reconhecida como mostra a criação do conceito de economia verde, apresentado no documento Agenda 21, que visa conciliar produção econômica com preservação ambiental (Mattei, 2012). No entanto, para que essa parceria seja bem-sucedida, é necessário que todas as partes estejam alinhadas com os objetivos propostos, o que ainda não ocorreu. E esse cenário é possível ser visto pelo comportamento das indústrias, como mostra o Gráfico 1:

Gráfico 1. Quantidade de empresas que desempenham atividades industriais potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais, por ano.



Fonte: Brasil, 2019.

Neste caso, é possível observar três indicadores: o gerador, representado pela cor vermelha, que se refere à entidade — seja indústria, comércio, ou outros — que gera ou produz resíduos a partir de suas atividades; o armazenador, em verde, responsável por armazenar temporariamente os resíduos gerados antes de encaminhá-los ao destino final; e o destinador, em roxo, que é o responsável por dar a destinação final adequada aos resíduos, seja por meio de reciclagem, tratamento, incineração, ou disposição em aterros

sanitários. Nota-se um acentuado crescimento na curva dos geradores, e o cenário ideal seria que a curva dos destinadores acompanhasse esse crescimento, garantindo a destinação correta dos resíduos gerados. No entanto, infelizmente, esse não é o cenário real.

O principal obstáculo para uma relação harmoniosa entre meio ambiente e economia está no modelo linear da economia, que se baseia na extração de recursos naturais, produção, entrega ao consumidor e, conseqüentemente, geração de resíduos (Cosenza; Andrade; Assunção, 2020), tanto na produção quanto no pós-consumo. Embora as indústrias muitas vezes sejam responsabilizadas, o problema não é exclusivamente delas. O processo de fabricação realmente gera resíduos, mas o impacto negativo surge do manejo inadequado desses materiais, especialmente no caso de compostos tóxicos. A sociedade também compartilha essa responsabilidade, ao repetir o erro das empresas com o descarte inadequado de resíduos.

Diante desse contexto, destaca-se que o plástico representa um dos principais resíduos derivados do modelo econômico linear, estando presente tanto no processo de produção quanto no descarte inadequado pela população. Sua ampla utilização, sobretudo na fabricação de embalagens e produtos de consumo primário, contrasta com sua degradação extremamente lenta, que ocorre por processos mecânicos relacionados à exposição ao sol (Araujo; Silva-Cavalcanti, 2016). Além disso, quando abandonado no ambiente, o plástico ocupa grande volume, o que agrava ainda mais seus impactos e evidencia a necessidade de melhorias no gerenciamento desse material (Caraschi; Leão, 2002).

1.4 Poluente ambiental: plástico

O plástico é um material sintético, ou seja, não ocorre naturalmente no ambiente (Neves, 2023), sendo produzido a partir do petróleo (Fagundes; Missio, 2019). Ele é derivado de algumas famílias de polímeros, como Poliolefinas, Poliésteres, Poliamidas, Poliestirenos, entre outros, que se constituem como materiais compostos por macromoléculas, e entre os chamados polímeros *commodities*, destacam-se o polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS) e o policloreto de vinila (PVC) (Gorni, 2003). A compreensão das propriedades desses polímeros (Quadro 3) é essencial, pois são os mais amplamente consumidos, resultando em alta produção (Hemais, 2003).

Quadro 3. Principais polímeros *commodities* plásticos e suas propriedades.

| POLÍMERO (SIGLA) | PROPRIEDADES |
|-----------------------------|---|
| Polietileno (PE) | Baixo custo; elevada resistência química e a solventes; baixo coeficiente de atrito; macio e flexível; fácil processamento; excelentes propriedades isolantes; baixa permeabilidade à água; atóxico; inodoro. |
| Polipropileno (PP) | Baixo custo; elevada resistência química e a solventes; fácil moldagem; fácil coloração; alta resistência à fratura por flexão ou fadiga; boa resistência ao impacto acima de 15°C; boa estabilidade térmica; maior sensibilidade à luz UV e agentes de oxidação, sofrendo degradação com maior facilidade. |
| Poliestireno (PS) | Fácil processamento; fácil coloração; baixo custo; elevada resistência a ácidos e álcalis; semelhante ao vidro; baixa densidade e absorção de umidade; baixa resistência a solventes orgânicos, calor e intempéries. |
| Policloreto de Vinila (PVC) | Baixo custo; elevada resistência a chama, pela presença do cloro; processamento demanda um pouco de cuidado. |

Fonte: Adaptado de Gorni (2003).

O uso do plástico na sociedade teve início com a necessidade de substituir materiais como marfim e madeira, aliado à preocupação com a transmissão de doenças por meio de produtos compartilhados, e isso levou, em 1909, à criação de itens plásticos que acabavam se tornando descartáveis (Köhler, 2016). À medida que a demanda por produtos e embalagens aumentou, a produção de plástico cresceu exponencialmente. No entanto, essa expansão trouxe também sérios problemas ambientais, principalmente devido aos resíduos gerados e ao descarte inadequado (Edris *et al.*, 2018). Esse cenário está alinhado com o pensamento de Leff (2014), que atribui a crise ambiental ao foco no progresso e no crescimento econômico.

A utilização e o descarte de produtos plásticos estão relacionados ao seu breve ciclo de vida útil, além da prática de obsolescência programada adotada pela indústria, que se trata de um processo intencionalmente planejado para diminuir gradualmente a utilidade de um item (Martarello, 2020), o que leva a um descarte mais acelerado, pois o produto se torna obsoleto na percepção do consumidor. O Brasil ocupa a quarta posição no ranking mundial de produção de plásticos (WWF - Brasil, 2019), mas, apesar dessa relevância negativa, não há um enfoque significativo na criação de políticas eficazes para controlar ou minimizar os danos ambientais causados pelo volume de resíduos plásticos,

e isso resulta, em consequências muitas vezes irreversíveis para o meio ambiente (Conceição *et al.*, 2019).

Essas consequências não se restringem apenas à sociedade e à indústria, que geralmente são os causadores, mas também à fauna e à flora. De acordo com o Oceana Brasil (2024), o Brasil é responsável pelo despejo anual de 1,3 milhão de toneladas de plástico no oceano. E é notado que os plásticos que são encontrados no mar são provenientes da costa terrestre, que acabam alcançando o oceano por meio dos ventos ou rios (Duarte, 2022). Essa ação gera impactos ainda mais graves nos ecossistemas marinhos, pois muitos animais, ao se depararem com materiais plásticos, não conseguem distinguir que se trata de algo artificial e essa confusão pode levar esses animais a ingerirem os resíduos, acreditando serem alimentos, o que pode resultar em sérias consequências incluindo a morte (Edris *et al.*, 2018).

É perceptível que, embora, o plástico seja amplamente utilizado pelas indústrias devido ao seu baixo custo e estabilidade, os benefícios desse material se anulam quando analisados sob a ótica ambiental. Isso ocorre porque o plástico é um poluente em potencial, já que sua degradação é extremamente lenta, tornando-o presente tanto no cotidiano da sociedade através de diversos produtos, quanto no meio ambiente, onde persiste por longos períodos (Vasconcelos, 2019). É praticamente impensável imaginar o cotidiano sem a presença do plástico (Conceição, 2019), já que ele está inserido em diversos setores (Duarte, 2022). Mas, como resolver um problema que está atingindo o meio ambiente, mas também é tão intimamente ligado ao crescimento econômico?

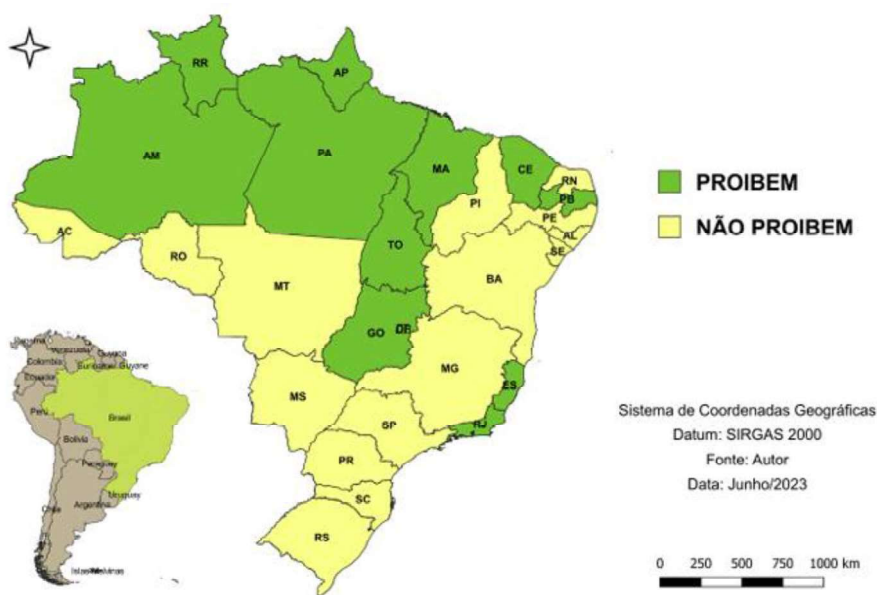
A solução para esse problema pode começar com uma abordagem apresentada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992, conhecida como RIO-92 ou Cúpula da Terra. Nela, discutiu-se o conceito de desenvolvimento sustentável, destacando a interdependência das dimensões ambiental, social, cultural e econômica (Guimarães, 2012). Em outras palavras, não é possível excluir a dimensão econômica, assim como não se pode ignorar a ambiental. O grande desafio, portanto, é garantir que ambas trabalhem de forma integrada, evitando uma abordagem unilateral, para que os benefícios sejam equilibrados. E isso é viável por meio de uma gestão adequada desse material.

Para isso, é essencial utilizar instrumentos legislativos que orientem a gestão adequada, seja por meio de leis, diretrizes ou outras normativas. No Brasil, ainda não existe uma legislação nacional específica voltada exclusivamente para a gestão de

resíduos plásticos. No entanto, é possível abordar o tema a partir da lei nº 12.305/2010, que, embora não trate exclusivamente de resíduos plásticos, estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e oferece orientações relevantes sobre o assunto (Pertussatti, 2020).

No contexto nacional, ao analisar leis e diretrizes, percebe-se que há uma escassez de normas vigentes. No entanto, existem iniciativas em níveis federal, estadual e municipal voltadas para a implementação de projetos que visam reduzir esse impacto, e, infelizmente, essas ações podem enfrentar dificuldades por se oporem à indústria, como no caso do banimento de produtos plásticos (Pertussatti, 2020). Exemplos notáveis incluem a Lei Municipal 9.699, de 18 de maio de 2023, que foi alterada pela Lei 9.817/2024, proibindo o uso e a distribuição de sacolas plásticas não recicláveis em Salvador, Bahia, e a Lei nº 8.006/18, do Rio de Janeiro, que proíbe a distribuição e a venda de sacolas plásticas em estabelecimentos comerciais do estado. Existem diversos estados que já conseguiram colocar em vigor a proibição de sacolas plásticas não biodegradáveis (Figura 2).

Figura 2. Mapa dos estados que proíbem o uso de sacolas plásticas não biodegradáveis.



Fonte: Nascimento, Filho e Souza (2024)

Ao longo de diversas Conferências, relatórios e documentos em prol do meio ambiente, surgiram conceitos voltados à promoção da sustentabilidade. Entre eles está a estratégia verde, definida como um conjunto de práticas e diretrizes que organizações adotam para alinhar suas atividades à preservação ambiental e à sustentabilidade, essa estratégia implica um compromisso com práticas sustentáveis, promovendo o uso de tecnologias limpas e incentivando uma maior responsabilidade ambiental na tomada de

decisões (Romano, 2015). O objetivo dessa abordagem é justamente equilibrar os interesses econômicos com a responsabilidade ambiental, considerando tanto os impactos de curto quanto de longo prazo no meio ambiente, e adotar ações estratégicas para atingir esses propósitos.

Uma das estratégias que se alinha bem com a questão do plástico é a economia circular, uma abordagem inovadora voltada para o uso responsável dos recursos naturais (McDowall *et al.*, 2017). O princípio central da economia circular é manter os materiais extraídos da natureza em constante reaproveitamento nos processos produtivos, por meio de cadeias produtivas integradas e planejadas, que diferenciam os ciclos técnicos e biológicos para maximizar o valor e a utilidade dos recursos (Sehnm; Pereira, 2019). Dessa forma, assegura-se um uso mais eficiente dos recursos já inseridos no sistema produtivo. Além disso, a economia circular incentiva práticas como reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem, possibilitando que as matérias-primas preservem ou até aumentem seu valor (Webster, 2015).

Nesse sentido, conforme Pinto (2019), a logística reversa, alinhada à economia circular, constitui uma estratégia que visa à gestão ambientalmente adequada da produção, das embalagens e dos resíduos, promovendo benefícios tanto ao meio ambiente quanto à eficiência econômica das empresas. Sob essa perspectiva, grandes organizações têm adotado práticas sustentáveis, como a Ambev, que estabelece metas voltadas à ampliação do uso de embalagens recicláveis, reutilizáveis ou compostáveis. Além disso, a empresa desenvolve iniciativas que incluem o apoio a cooperativas de catadores, ações de educação ambiental e a implementação de pontos de entrega voluntária (PEVs), contribuindo para o fortalecimento da gestão de resíduos e da sustentabilidade.

Figura 3. Metas da AMBEV com relação a sustentabilidade.

ambev Ambev Marcas Sustentabilidade Nossa Gente Venda Ambev Visite a Gente Contato COMPRAR NOZÉ

Conheça nossas Metas de Sustentabilidade para 2025:

| GESTÃO DE ÁGUA | AGRICULTURA SUSTENTÁVEL | EMBALAGEM CIRCULAR | AÇÕES CLIMÁTICAS |
|--|---|--|--|
| Até 2025, melhorar, de forma mensurável, a disponibilidade e qualidade da água para 100% das nossas comunidades em áreas de alto estresse hídrico. | Até 2025, capacitar, conectar e gerar empoderamento financeiro para 100% dos nossos agricultores diretos. | Até 2025, 100% dos nossos produtos em embalagens retornáveis ou feitas majoritariamente de conteúdo reciclado. | Até 2025, 100% da nossa eletricidade comprada de fontes renováveis e reduzir em 25% as emissões de carbono na nossa cadeia de valor. |

Fonte: Site AMBEV (2024).

Por falar em Educação Ambiental, ela é uma ferramenta valiosa na redução do uso de plástico, pois busca promover novos comportamentos e perspectivas (Carneiro; Silva; Guenther, 2021). O artigo 1º da Política Nacional da Educação Ambiental, estabelecida pela lei 9.795/99, apresenta o conceito de Educação Ambiental (EA):

Entendem-se por Educação Ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999).

Ainda conforme a lei PNEA, a Educação Ambiental (EA) é ressaltada como fundamental não apenas nas escolas. De acordo com o artigo 2º, a EA é vital para a formação da cidadania e deve estar presente em todos os níveis e modalidades educativas, tanto formais quanto não-formais, uma vez que essa integração favorece a conscientização e a responsabilidade socioambiental (Brasil, 1999). A Educação Ambiental desempenha um papel crucial ao sensibilizar a sociedade para os problemas ambientais, especialmente aqueles provocados pela ação humana.

1.5 Microplásticos: origens e seus impactos

Embora a presença dos microplásticos tenha sido constatada no estudo de Carpenter e Smith Júnior (1972) no ambiente marinho, o termo só adquiriu relevância científica e atenção pública em 2004, com o estudo de Thompson *et al.* (2004) (Caixeta; Caixeta; Menezes Filho, 2018). Neste trabalho, foram identificados nove tipos desses polímeros em amostras de sedimentos de praias e estuários (Thompson *et al.*, 2004). Sendo um tema relativamente novo para a ciência, várias questões sobre tamanho, classificação e impactos dos microplásticos ainda estão em debate, e novos estudos continuam a contribuir para ampliar o entendimento sobre suas origens, distribuição e efeitos ambientais e biológicos.

Sabe-se que os microplásticos se originam principalmente da degradação de plásticos descartados inadequadamente, podendo ser classificados em dois tipos: primários e secundários (Azevedo; Herbst, 2022). Um dos principais debates sobre o tema diz respeito à padronização do tamanho dos microplásticos. Embora alguns autores sugiram uma classificação para os plásticos após sua degradação, ainda há divergências quanto aos limites de tamanho, o que impede uma padronização definitiva (Quadro 4), no

entanto, é amplamente aceito que os microplásticos tenham dimensões inferiores a 5 mm (Teotônio, 2020).

Quadro 4. Classificação dos plásticos degradados, segundo diferentes autores.

| MICROPLÁSTICO | AUTOR |
|------------------------------|---|
| 25 μ m – 5 mm | Galgani <i>et al.</i> , 2013 |
| 1 μ m – 5mm | Everaert <i>et al.</i> , 2020; Rangel-Buitrago <i>et al.</i> , 2021 |
| 1 – 5 mm ou 25 μ m – 1mm | Gigault <i>et al.</i> , 2018 |
| 0,001 – 1 mm | Karami <i>et al.</i> , 2018 |
| < 5 mm | Besley <i>et al.</i> , 2017; Maynard <i>et al.</i> , 2021 |

Fonte: Revisão bibliográfica, 2024. Elaboração: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2024).

Outro aspecto relevante sobre essas partículas é sua origem, que define os dois tipos de microplásticos existentes (Figura 4), podendo ser encontrados em diferentes formatos, como fragmentos ou fibras, por exemplo (Vargas *et al.*, 2022). Os microplásticos primários são produzidos intencionalmente e incorporados em produtos industriais (Olivatto *et al.*, 2018; UNEP, 2018; Pertussatti, 2020), enquanto os microplásticos secundários resultam da degradação de plásticos maiores expostos ao ambiente (Masura *et al.*, 2015), onde o processo ocorre por meio de fatores abióticos, como luz solar, ou bióticos, envolvendo a ação de organismos (Caixeta; Caixeta; Menezes Filho, 2018). Além da origem, os microplásticos (MPs) podem ser observados pela forma em que são identificados, podendo ser fibras, esferas, fragmentos, *pellets*, entre outras formas (Vargas *et al.*, 2022).

Figura 4. Origem dos MPs (primários e secundários) encontrados nos oceanos.



Fonte: Vargas *et al* (2022).

Ao aprofundar na origem dos microplásticos primários, verifica-se que o risco associado à incorporação dessas partículas em produtos cosméticos e de higiene pessoal vai além da etapa de produção. Após o uso, essas micropartículas são descartadas no esgoto e, ao passarem pelo tratamento de águas residuais, não encontram barreiras efetivas para contê-las, o que resulta em sua liberação direta no meio ambiente sem qualquer tratamento (Vargas *et al*, 2022). Além disso, embora não haja informações sobre a presença de microplásticos nos rótulos, análises laboratoriais detectaram essa contaminação, e no estudo de Bila, Pereira e Silva (2019), por exemplo, foi encontrado 0,7% (m/m) de microplásticos do tipo PE no produto analisado.

Os microplásticos são considerados onipresentes, pois já foram detectados e relatados em estudos, em diversos ambientes distintos (Quadro 5), e são classificados como contaminantes emergentes devido à sua crescente presença nos ecossistemas, representando um risco para a saúde pública e o meio ambiente (Richardson e Kimura, 2016). A principal preocupação em relação a essas partículas é sua persistência no ambiente, resultante de sua capacidade de absorver e/ou liberar compostos químicos (Duarte, 2022). Por isso, é crucial monitorar a presença dos microplásticos, uma vez que isso fornece parâmetros para avaliar a situação e compreender a magnitude do problema é essencial para orientar o desenvolvimento de soluções eficazes (Cardoso Neto *et al.*, 2023).

Quadro 5. Estudos que evidenciam a presença do microplástico em ecossistemas.

| AUTOR | LOCAL |
|---------------------------------------|-----------|
| Eriksen <i>et al.</i> , 2013 | Lagos |
| Napper <i>et al.</i> , 2015 | Neve |
| Zhang <i>et al.</i> , 2017 | Rios |
| Lwanga <i>et al.</i> , 2016 | Solo |
| Jamieson <i>et al.</i> , 2019 | Fossas |
| González-Pleiter <i>et al.</i> , 2020 | Água doce |

Elaboração: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2024).

A presença de microplásticos nesses ambientes é preocupante, pois essas partículas podem ser facilmente absorvidas pela fauna local, representando também um risco para os seres humanos, caso sejam ingeridas. Conceição (2019), por exemplo, descreve a presença de microplásticos nos intestinos de camarões e peixes em seu estudo. O tamanho microscópico dos microplásticos facilita sua entrada em organismos marinhos e terrestres, podendo causar impactos negativos ao interferir no funcionamento de seu metabolismo (Lusher, 2015).

Diante desse cenário, é indiscutível que a presença de microplásticos no meio ambiente representa um risco significativo tanto para os ecossistemas quanto para a saúde humana. Assim, é importante considerar alternativas para reduzir o aumento dessas partículas, seja de origem natural ou sintética. Em um primeiro momento, as soluções discutidas anteriormente sobre o cuidado com o descarte de plásticos são fundamentais para evitar que eles permaneçam no ambiente e se degradem em micropartículas. Medidas como a coleta seletiva e a reciclagem contribuem para esse objetivo, mas é essencial uma abordagem integrada, uma vez que se trata de um problema que exige o comprometimento da sociedade, do setor público e da indústria. Em outras palavras, enfrentar essa questão requer um esforço conjunto (Cardoso Neto *et al.*, 2023).

O trabalho de Pinhatti (2022) apresenta outras alternativas válidas para a mitigação desse problema: (1) a iniciativa do CNPq e do Ministério da Ciência, que lançou um edital para apoiar projetos de pesquisa focados no desenvolvimento científico, tecnológico e na inovação, em consonância com o Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar (PNCLM); (2) a meta da empresa *The Ocean Cleanup*, que visa remover 90% dos plásticos flutuantes do oceano até 2040, por meio do desenvolvimento de tecnologias em larga escala; e (3) a iniciativa da empresa *Environmental Enhancements*, que desenvolveu filtros destinados a reter microfibras em máquinas de lavar.

A introdução de microplásticos no ambiente é amplamente reconhecida como resultado das ações antrópicas, seja pelo descarte inadequado de resíduos plásticos ou pela produção por parte da indústria (Cardoso Neto *et al.*, 2023). Essas ações facilitam a disseminação dessas partículas em diversos ecossistemas, como foi observado ao longo deste texto. Com o aumento de sua presença, estudos já identificaram microplásticos no corpo humano, ampliando a preocupação, que antes era predominantemente ambiental, para incluir também os impactos na saúde humana (Cardoso Neto *et al.*, 2023).

1.6 Microplástico e a saúde humana: da contaminação ao risco

O microplástico pode entrar no corpo humano de diversas maneiras. A ingestão através da cadeia alimentar, especialmente por meio de frutos do mar, foi a principal via de pesquisa inicial (Karami *et al.*, 2017). Isso ocorre devido à alta incidência dessas partículas nos oceanos, levando os organismos marinhos a ingeri-las, e muitos desses seres se tornam uma fonte de alimento e, conseqüentemente, um contaminante direto para os seres humanos (Figura 5).

Figura 5. Esquema do ciclo do microplástico até chegar ao ser vivo.



Fonte: Vargas *et al* (2022).

Outras vias incluem a lixiviação, que facilita a migração de partículas para a água engarrafada, resultando em uma concentração de microplásticos até 2,5 vezes maior do que em outros produtos embalados (Yee *et al.*, 2021). A exposição pode ocorrer também por contato com a pele, inalação (Prata *et al.*, 2020) e penetração em barreiras

físicas danificadas, como feridas, permitindo que essas partículas atinjam tecidos internos e potencialmente causem inflamação e reações adversas (Mohamed Nor *et al.*, 2021).

Independentemente da forma como o MP entra no corpo humano, existem estudos que detectaram essas partículas em várias partes do organismo (Quadro 6). No entanto, as pesquisas sobre os problemas potenciais decorrentes da presença dessas micropartículas ainda são limitadas, resultando em uma compreensão restrita do tema. A relação entre as micropartículas e os efeitos toxicológicos pode variar de acordo com o tamanho e a quantidade dessas partículas, sendo o trato gastrointestinal a área mais afetada devido à ingestão de alimentos contaminados, contudo, ainda faltam evidências claras sobre os efeitos da ingestão, e os estudos de biomonitoramento são escassos (Cruz; Almeida, 2023).

Quadro 6. Estudos que detectaram presença do microplásticos no ser humano.

| Onde foi detectado | Referência |
|---------------------------|--|
| Intestino (2018) | CRIADO, Miguel Ángel. Os microplásticos chegaram ao intestino humano. <i>El País</i> , v. 29, 2018. |
| Tecido pulmonar (2021) | AMATO-LOURENÇO, Luís Fernando <i>et al.</i> Presence of airborne microplastics in human lung tissue. <i>Journal of hazardous materials</i> , v. 416, p. 126124, 2021. |
| Placenta (2021) | RAGUSA, Antonio <i>et al.</i> Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. <i>Environment international</i> , v. 146, p. 106274, 2021. |
| Urina (2022) | PIRONTI, Concetta <i>et al.</i> First evidence of microplastics in human urine, a preliminary study of intake in the human body. <i>Toxics</i> , v. 11, n. 1, p. 40, 2022. |
| Tecido hepático (2022) | HORVATITS, Thomas <i>et al.</i> Microplastics detected in cirrhotic liver tissue. <i>EBioMedicine</i> , v. 82, 2022. |
| Vias aéreas (2022) | BAEZA-MARTÍNEZ, Carlos <i>et al.</i> First evidence of microplastics isolated in European citizens' lower airway. <i>Journal of Hazardous Materials</i> , v. 438, p. 129439, 2022. |
| Sangue (2022) | LESLIE, Heather A. <i>et al.</i> Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. <i>Environment international</i> , v. 163, p. 107199, 2022. |
| Leite materno (2022) | RAGUSA, Antonio <i>et al.</i> Raman microspectroscopy detection and characterisation of microplastics in human breastmilk. <i>Polymers</i> , v. 14, n. 13, p. 2700, 2022. |
| Tecido veia safena (2023) | ROTCHHELL, Jeanette M. <i>et al.</i> Detection of microplastics in human saphenous vein tissue using μ FTIR: A pilot study. <i>PLoS One</i> , v. 18, n. 2, p. e0280594, 2023. |

Elaboração e organização: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2024).

O estudo de Bugatti *et al.* (2023) destaca três principais efeitos dos microplásticos no organismo humano. Os efeitos químicos, relacionados à composição dos plásticos e aos compostos que eles absorvem, podem causar estresse oxidativo, inflamação e respostas imunológicas (Mohamed Nor *et al.*, 2021). Os efeitos físicos resultam da formação de barreiras que provocam reações alérgicas, danos celulares e

hipersensibilidade (Prata *et al.*, 2020). Por fim, os efeitos biológicos estão ligados à presença de organismos patogênicos que se aderem aos microplásticos, aumentando o potencial de contaminação e essas interações podem induzir efeitos nocivos, como processos inflamatórios e associação com patógenos (Bugatti *et al.*, 2023).

Embora as pesquisas ainda sejam limitadas, algumas sugerem que a ingestão semanal de microplásticos por um ser humano pode variar de 0,1 a 5 g, equivalente ao peso de um cartão de crédito (Montagner *et al.*, 2021; WWF - Brasil, 2019). Essa situação destaca a urgente necessidade de entender, por meio de estudos, quais riscos essas partículas plásticas podem representar para a saúde humana. É importante lembrar que a presença desses microplásticos no ambiente é resultado das ações humanas, mas a informação sobre seus efeitos pode ser tardia. Isso se deve ao fato de que os microplásticos são um fenômeno relativamente novo e ainda não existem protocolos e metodologias padronizadas para diagnosticar sua presença, especialmente no corpo humano.

1.7 Turismo e sustentabilidade: resíduos, MPs e ODS

A ocupação desordenada das Zonas Costeiras, impulsionada pela instalação de infraestruturas urbanas e turísticas sem planejamento adequado, tem ampliado os impactos ambientais associados às atividades econômicas realizadas nessas áreas e entre esses efeitos, destaca-se o aumento expressivo de resíduos sólidos, que se tornou uma ameaça à qualidade ambiental das praias, particularmente nas regiões de maior atração turística (Vasconcelos e Coriolano, 2008).

Estudos demonstram que o plástico é o material que predomina nos ecossistemas marinhos e costeiros (Coe, Andersson e Rogers, 1997; UNEP, 2005; Baptista Neto e Fonseca, 2011; Corrêa *et al.*, 2019), reflexo de propriedades como maleabilidade e baixo custo, que favorecem seu uso global em diferentes categorias, entretanto, tais características também contribuem para sua permanência prolongada no ambiente e para riscos associados ao seu acúmulo (Pruter, 1987; Laist, 1987; Corrêa *et al.*, 2019).

O uso recreativo das praias, associado ao consumo de plásticos de uso único (PDUs), contribui para o aumento desse tipo de poluição, uma vez que garrafas, copos, embalagens e utensílios plásticos são amplamente usados em áreas de lazer e frequentemente descartados de forma inadequada, sobretudo no entorno de quiosques e pontos de maior concentração de visitantes (Silva *et al.*, 2023). Dessa forma, o turismo

torna-se um elemento que potencializa a geração de resíduos e, conseqüentemente, a ocorrência de microplásticos, seja pelo descarte direto, seja pela fragmentação de resíduos já presentes na faixa de areia.

Esse cenário está alinhado à hipótese desse estudo, segundo a qual o aumento das atividades turísticas contribui para o incremento da presença de microplásticos no ambiente costeiro. Nesse contexto, a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) trazem diretrizes essenciais para mitigação dessa problemática, uma vez que reconhecem a necessidade de integrar a conservação ambiental, desenvolvimento econômico e participação social.

O ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) enfatiza a redução da geração de resíduos e incentiva práticas que promovam o uso racional dos recursos, incluindo o gerenciamento adequado dos materiais plásticos utilizados no turismo (ONU, 2015). De acordo com Di Napoli *et al.* (2023) e Alves da Silva *et al.*, 2024, esse objetivo também fundamenta a necessidade de monitoramento contínuo dos impactos de desenvolvimento sustentável no setor turístico, pois está diretamente ligado ao comportamento dos visitantes diante do consumo e as práticas de produção de serviços das atividades turísticas. Dessa forma, o ODS 12 reforça a importância de padrões de consumo mais conscientes e mecanismos que reduzam a entrada de resíduos nos ambientes costeiros.

O ODS 14 (Vida na Água), por sua vez, reforça a urgência de reduzir a poluição marinha, com destaque para os resíduos plásticos e microplásticos que têm se acumulado nos ambientes costeiros (ONU, 2015). Em linha com essa perspectiva, o ODS 14 também reconhece o turismo como uma atividade capaz de contribuir para a conservação dos oceanos, contudo, ressalta que, nos destinos litorâneos, a atividade turística exerce impacto direto devido ao elevado volume de resíduos gerados nesses ambientes (Alves da Silva *et al.*, 2024). Assim, o ODS 14 estabelece um compromisso global de mitigação dos detritos marinhos, o que inclui ações de gestão costeira e controle de resíduos em áreas turísticas.

Já o ODS 4 (Educação de Qualidade), por meio da meta 4.7, destaca o papel da Educação Ambiental na promoção de comportamentos mais responsáveis por parte de moradores, comerciantes e turistas (ONU, 2015). A sensibilização para o descarte adequado, o consumo reduzido de plásticos e a responsabilização compartilhada têm se mostrado estratégias eficazes para reduzir a entrada de resíduos na praia. Nesse sentido, a educação ambiental emerge como ferramenta central para modificar padrões de comportamento e fortalecer iniciativas de gestão que dependem do engajamento social.

Ao integrar resíduos plásticos, turismo e metas globais de sustentabilidade, observa-se que a contaminação por microplásticos é influenciada tanto pelo padrão de uso das praias quanto pela forma como os resíduos são geridos. Essa compreensão fornece a base necessária para analisar como a dinâmica turística pode favorecer a entrada e permanência dessas partículas no sedimento das praias.

1.8 Conclusão

A partir do exposto, torna-se evidente que os impactos decorrentes do descarte inadequado de resíduos sólidos, especialmente os plásticos, refletem diretamente os padrões insustentáveis de consumo da sociedade contemporânea. A durabilidade desses materiais favorece sua permanência no ambiente e a consequente formação de microplásticos, cuja ampla dispersão em diferentes ecossistemas representa um desafio crescente para conservação ambiental e para a saúde humana.

A relação entre turismo e a poluição plástica, sobretudo em áreas costeiras, intensifica esse cenário ao aumentar o volume de resíduos descartados e comprometer a qualidade ambiental das praias. A degradação desses materiais contribui para o acúmulo de microplásticos, afetando ecossistemas marinhos e reduzindo a atratividade turística de regiões que dependem dessa atividade econômica.

Diante disso, superar os desafios relacionados aos resíduos plásticos exige ações integradas entre poder público, setor produtivo e sociedade. A educação ambiental, associada às práticas de consumo responsável, políticas eficazes e inovações tecnológicas, constitui um caminho essencial para reduzir os impactos identificados. Avançar nessa direção é fundamental para a construção de um modelo de desenvolvimento que concilie proteção ambiental e bem-estar humano.

1.9 Referências

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ALM, J. Financing urban infrastructure: knowns, unknowns, and a way forward. **Journal of Economic Surveys**, v. 29, n. 2, p. 230-262, 2015.
- ALVES DA SILVA, J.; TRINDADE, M. M. C.; TAVEIRA, M. S.; ALEXANDRE, M. L. O. A Problemática dos Resíduos Sólidos no Destino Turístico Natal [Brasil]. **Revista Rosa dos Ventos - Turismo e Hospitalidade**, [S. l.], v. 16, n. 1, 2024.

AMATO-LOURENÇO, L. F.; CARVALHO-OLIVEIRA, R.; RIBEIRO JUNIOR, G.; GALVÃO, L. S.; ANDO, R. A.; MAUAD, T. Presence of airborne microplastics in human lung tissue. **Journal of hazardous materials**, v. 416, p. 126124, 2021.

AMBEV. **Sustentabilidade e inclusão produtiva**. 2024. Disponível em: <https://www.ambev.com.br/sustentabilidade-e-inclusao-productiva>.

ARANTES, M. V. C.; PEREIRA, R. da S. Análise crítica dos 10 anos de criação e implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil. **Revista Linceu On-Line**, v. 11, n. 1, p. 48-66, 2021.

ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTI, J. S. Dieta indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 10, n. 5, p. 74-81, 2016.

AZEVEDO, A. S. F.; HERBST, M. H. Está chovendo microplásticos! E agora. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 2, p. 239, 2022.

BAEZA-MARTÍNEZ, C.; OLMOS, S.; GONZALEZ-PLEITER, M.; LOPEZ-CASTELLANOS, J.; GARCIA-PACHON, E.; MASIA-CANUTO, M.; HERNANDEZ-BLASCO, L.; BAYO, J. First evidence of microplastics isolated in European citizens' lower airway. **Journal of Hazardous Materials**, v. 438, p. 129439, 2022.

BAPTISTA NETO, J. A. B.; da FONSECA, E. M. Seasonal, spatial and compositional variation of beach debris along of the eastern margin of Guanabara Bay (Rio de Janeiro) in the period of 1999–2008. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, p. 31–39, 2011

BARLETTA, M.; LIMA, A. R. A; COSTA, M. F. Distribution, sources and consequences of nutrients, persistent organic pollutants, metals and microplastics in South American estuaries. **Science of the total environment**, v. 651, p. 1199-1218, 2019.

BESLEY, A.; VIJVER, M. G.; BEHRENS, P.; BOSKER, T. A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. **Marine pollution bulletin**, v. 114, n. 1, p. 77-83, 2017.

BILA, D. M.; PEREIRA, T.; SILVA, A. A. Quantificação e caracterização de microplásticos em produtos de cuidado pessoal. In: Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, 30., 2019, Natal. **Anais**. Natal, 2019.

BOWLEY, J.; BAKER-AUSTIN, C.; PORTER, A.; HARTNELL, R. LEWIS, C. Oceanic hitchhikers—assessing pathogen risks from marine microplastic. **Trends in microbiology**, v. 29, n. 2, p. 107-116, 2021.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais – CTF/APP**. Brasília, 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 22. ago. 2024.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em 23 ago. 2024.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 203, de 1991.** Dispõe sobre o acondicionamento, a coleta, o tratamento, o transporte e a destinação final dos resíduos de serviços de saúde. 1991. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=15158>. Acesso em: 17 ago. 2024.

BROWNE, Mark A.; GALLOWAY, Tamara; THOMPSON, Richard. Microplastic--an emerging contaminant of potential concern?. **Integrated Environmental Assessment & Management**, v. 3, n. 4, 2007.

BUCCIOLI, B. B. A restrição do uso de plástico por meio da legislação: estudo comparativo entre São Paulo e Lisboa. 2022. 161f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito)**. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Franca, 2022.

BUGATTI, C.; ALMEIDA, K. C.; GUIMARÃES, M. S. A.; AMÂNCIO, N. F. G. Microplásticos e Nanoplásticos e sua relevância na saúde humana: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, p. e6712139302-e6712139302, 2023.

CAIXETA, D.; CAIXETA, F. C.; MENEZES FILHO, F. Nano e microplásticos nos ecossistemas: impactos ambientais e efeitos sobre os organismos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, 2018.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, p. 171-180, 2012.

CARASCHI, J. C.; LEÃO, A. L. Avaliação das propriedades mecânicas dos plásticos reciclados provenientes de resíduos sólidos urbanos. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 6, p. 1599-1602, 2002.

CARDOSO NETO, H. H. L.; SILVESTRE, R. C. M.; JEAN, R. N. P.; SANTOS, A. V. A.; SILVA, F. C. A primeira avaliação de microplásticos no Rio Xingu. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 20, n. 2023, 2023.

CARNEIRO, T. M. Q. A.; SILVA, L. A. da; GUENTHER, M. A poluição por plásticos e a educação ambiental como ferramenta de sensibilização. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 16, n. 6, 2021.

CARPENTER, E. J.; SMITH JÚNIOR, K. L. Plastics on the Sargasso Sea surface. **Science**, v. 175, n. 4027, p. 1240-1241, 1972.

COE, J. M.; ANDERSSON, S.; ROGERS, D. B. Marine debris in the Caribbean region. In: **Marine debris: Sources, impacts, and solutions**. New York, NY: Springer New York, 1997. p. 25-33.

COELHO, H. M. G.; LANGE, L. C.; JESUS, L. F. L.; SARTORI, M. R. Proposta de um índice de destinação de resíduos sólidos Industriais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, p. 307-316, 2011.

CONCEIÇÃO, M. M.; CONCEIÇÃO, J. T. P.; DALMAS, F. B.; ROSINI, A. M. O plástico como vilão do meio ambiente. **Revista Geociências-UNG-Ser**, v. 18, n. 1, p. 50-53, 2019.

CORRÊA, L. F.; SILVA, A. L. C.; PINHEIRO, A. B.; PINTO, V. C. S.; MACEDO, A. V.; MADUREIRA, E. A. L. Distribuição e fonte de resíduos sólidos ao longo do arco praias de Jaconé-Saquarema (RJ). **Revista Tamoios**, v. 15, n. 1, 2019.

COSENZA, J. P.; ANDRADE, E. M. de; ASSUNÇÃO, G. M. de. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9, n. 1, p. e16147-e16147, 2020.

CRIADO, M. Á. Os microplásticos chegaram ao intestino humano. **El País**, v. 29, 2018.

CRUZ, E. M. T. da; ALMEIDA, F. R. de. Exposição a nano e microplásticos e seus impactos na saúde humana: uma revisão da literatura. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 6, p. 2355-2375, 2023.

DEUS, R. M.; BATTISTELLE, R. A. G.; SILVA, G. H. R. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, p. 685-698, 2015.

DI NAPOLI, E. S. K.; LEVENHAGEN, B. S.; ANDRADE, C. P.; SANTOS, G. E. O. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e relação com as pesquisas de Turismo: Revisão da Literatura em periódicos no Brasil. **Revista Rosa dos Ventos-Turismo e Hospitalidade**, v. 15, n. 1, 2023.

DUARTE, W. J. B. Lixo Plástico: Uma Ameaça À Vida Marinha. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 8, p. 22-31, 2022.

EDRIS, Q. L.; LEITE, C. S.; SILVA, C. S. A.; MELO, L. F.; FANELLI, C. Análise do conteúdo alimentar de tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) mortas em encalhes na Costa de Peruíbe, litoral Sul de São Paulo. **Unisanta BioScience**, v. 7, n. 6, p. 77-98, 2018.

ERIKSEN, M.; MASON, S.; WILSON, S.; BOX, C.; ZELLERS, A.; EDWARDS, W.; FARLEY, H.; AMATO, S. Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. **Marine pollution bulletin**, v. 77, n. 1-2, p. 177-182, 2013.

EVERAERT, G.; DE RIJCKE, M.; LONNEVILLE, B.; JANSSEN, C. R.; BACKHAUS, T.; MEES, J.; VAN SEBILLE, E.; KOELMANS, A. A.; CATARINO, A. I.; VANDEGEHUCHTE, M. B. Risks of floating microplastic in the global ocean. **Environmental Pollution**, v. 267, p. 115499, 2020.

FAGUNDES, L. M.; MISSIO, E. Resíduos plásticos nos oceanos: ameaça à fauna marinha. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 3, p. 2396-2401, 2019.

FERREIRA, J. E.; PEREIRA, S. G.; BORGES, D. C. S. 07) A Importância da Educação Ambiental no Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Educação e Cultura| RBEC| ISSN 2237-3098**, p. 104-119, 2013.

FERREIRA, L. C. A problemática dos resíduos sólidos urbanos e o descarte de máscara respiratórias de uso não profissional. **Revista online pesquisa urbana**, v. 6, n. 10, 2020.

GALGANI, F., HANKE, G., WERNER, S. D. V. L., DE VREES, L. Marine litter within the European marine strategy framework directive. **ICES Journal of Marine Science**, v. 70, n. 6, p. 1055-1064, 2013.

GARCIA, E. Pesquisa bibliográfica versus revisão bibliográfica-uma discussão necessária. **Línguas & Letras**, v. 17, n. 35, 2016.

GIGAULT, J. HALLE, A. T.; BAUDRIMONT, M.; PASCAL, P.; GAUFFRE, F.; PHI, T.; HADRI, H. E.; GRASSL, B.; REYNAUD, S. Current opinion: what is a nanoplastic? **Environmental Pollution**, v. 235, p. 1030-1034, 2018.

GIRAL. **Ambev Recicla**. Disponível em: <https://giral.com.br/case/ambev-recicla/>. Acesso em: 10 out. 2024.

GONZÁLEZ-PLEITER, M.; EDO, C.; VEL'ZQUEZ, D.; CASERO-CHAMORRO, M. C.; LEGANES, F.; QUESADA, A.; FERNANDEZ-PIÑAS, F.; ROSAL, R. First detection of microplastics in the freshwater of an Antarctic Specially Protected Area. **Marine Pollution Bulletin**, v. 161, p. 111811, 2020.

GORNI, A. A. Introdução aos plásticos. **Revista plástico industrial**, v. 10, n. 09, 2003.

GUIMARÃES, R. P.; FONTOURA, Y. S. R. Rio+ 20 ou Rio-20?: crônica de um fracasso anunciado. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, p. 19-39, 2012.

HEBER, F.; SILVA, E. M. D. Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE). **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 913-937, jul./ago. 2014.

HEMAIS, C. A. Polímeros e a indústria automobilística. **Polímeros**, v. 13, p. 107-114, 2003.

HOLMES, L. A.; TURNER, A.; THOMPSON, R. C. Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment. **Environmental Pollution**, v. 160, p. 42-48, 2012.

HORVATITS, T.; YAMMINGA, M.; LIU, B.; SEBODE, M.; CARAMBIA, A.; FISCHER, L.; PUSCHEL, K.; HUBER, S.; FISCHER, E. K. Microplastics detected in cirrhotic liver tissue. **EBioMedicine**, v. 82, 2022.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**. [online], v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

JAMIESON, A. J.; BROOKS, L. S. R.; REID, W. D. K.; PIERTNEY, S. B.; NARAYANASWAMY, B.; LINLEY, T. D. Microplastics and synthetic particles ingested by deep-sea amphipods in six of the deepest marine ecosystems on Earth. **Royal Society open science**, v. 6, n. 2, p. 180667, 2019.

JIMÉNEZ-SKRZYPEK, G.; HERNÁNDEZ-EXPÓSITO, O. M.; HERNÁNDEZ-BORGES, J.; GONZÁLEZSÁLAMO, J. Sorption of levonorgestrel on polyethylene, polystyrene and polypropylene microplastics. **Chemosphere**, v. 335, p. 139042, 2023.

KABIR, A. H. M. E.; SEKINE, M.; IMAI, T.; YAMAMOTO, K.; KANNO, K.; HIGUCHI, T. Microplastics in the sediments of small-scale Japanese rivers: Abundance

and distribution, characterization, sources-to-sink, and ecological risks. **Science of the Total Environment**, v. 812, p. 152590, 2022.

KARAMI, A.; GOLIESKARDI, A.; CHOO, C. K.; LARAT, V.; GALLOWAY, T. S.; SALAMATINIA, B. The presence of microplastics in commercial salts from different countries. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 46173, 2017.

KARAMI, A.; GOLIESKARDI, A.; CHOO, C. K.; LARAT, V.; KARBALAEI, S.; SALAMATINIA, B. Microplastic and mesoplastic contamination in canned sardines and sprats. **Science of the Total Environment**, v. 612, p. 1380-1386, 2018.

KÖHLER, G. de O. A responsabilidade civil das organizações produtoras de embalagens plásticas em contato com alimentos: o caso do Bisfenol A e dos Ftalatos. 2016. 313f. **Tese (Doutorado em Direito)** – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2016.

LAIST, D. W. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. **Marine pollution bulletin**, v. 18, n. 6, p. 319-326, 1987.

LEFF, E. **La apuesta por la vida: imaginación sociológica e imaginarios sociales en los territorios ambientales del sur**. Siglo Veintiuno Editores, 2014.

LESLIE, H. A.; VELZEN, M. J. M. V.; BRANDSMA, S. H.; VETHAAK, A. D.; GARCIA-VALLEJO, J. J.; LAMOREE, M. H. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. **Environment international**, v. 163, p. 107199, 2022.

LINO, F. A. M.; ISMAIL, K. A. Energy and environmental potential of solid waste in Brazil. **Energy Policy**, v. 39, n. 6, p. 3496-3502, 2011.

LUSHER, A. Microplásticos no ambiente marinho: distribuição, interações e efeitos. **Lixo antropogênico marinho**, p. 245-307, 2015.

LWANGA, E. H.; GERTSEN, H.; GOOREN, H.; PETERS, P.; SALANKI, T.; PLOEG, M. V. D.; BESSELING, E. KOELMANS, A. A.; GEISSEN, V. Microplastics in the terrestrial ecosystem: implications for Lumbricus terrestris (Oligochaeta, Lumbricidae). **Environmental science & technology**, v. 50, n. 5, p. 2685-2691, 2016.

MARTARELLO, R. de A. Avançando sobre os entendimentos acerca do fenômeno de obsolescência programada. **Revista tecnologia e sociedade**, v. 16, n. 45, p. 21-35, 2020.

MASSUKADO, L. M. Sistema de Apoio a Decisão: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares. 2004. 230 f. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2004.

MASURA, J.; BAKER, J.; FOSTER, G.; ARTHUR, C. Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. 2015. **NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48**. Silver Spring, MD: National Oceanic and Atmospheric Administration, 2015.

MATTEI, Lauro. Rio+ 20-Economia verde-sustentabilidade. **Revista NECAT-Revista do Núcleo de Estudos de Economia Catarinense**, v. 1, n. 2, p. 1-3, 2012.

MAYNARD, I. F. N.; BORTOLUZZI, P. C.; NASCIMENTO, L. M.; MADI, R. R.; CAVALCANTI, E. B.; LIMA, A. S.; JERALDO, V. L. E.; MARQUES, M. N. Analysis

of the occurrence of microplastics in beach sand on the Brazilian coast. **Science of the Total Environment**, v. 771, p. 144777, 2021.

MCDOWALL, W.; GENG, Y.; HUAND, B.; BARTEKOVÁ, E.; BLEISCHWITZ, R.; TURKELI, S.; KEMP, R.; DOMENECH, T. Circular economy policies in China and Europe. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 651-661, 2017.

MOHAMED NOR, N. H.; KOOI, M.; DIEPENS, N. J.; KOELMANS, A. A. Lifetime accumulation of microplastic in children and adults. **Environmental science & technology**, v. 55, n. 8, p. 5084-5096, 2021.

MONTAGNER, C. C.; DIAS, M. A.; PAIVA, E. M.; VIDAL, C. Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. **Química nova**, v. 44, n. 10, p. 1328-1352, 2021.

NAPPER, I. E.; BAKIR, A.; ROWLAND, S. J.; THOMPSON, R. C. Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. **Marine pollution bulletin**, v. 99, n. 1-2, p. 178-185, 2015.

NEVES, V. A importância dos plásticos e sua sustentabilidade na educação. **Gestão & educação**, v. 6, n. 01, p. 89 a 96-89 a 96, 2023.

OCEANA BRASIL. **Brasil despeja anualmente 1,3 milhão de toneladas de plástico no oceano**. 2024. Disponível em: <https://brasil.oceana.org/blog/brasil-despeja-anualmente-13-milhao-de-toneladas-de-plastico-no-oceano/>. Acesso em: 10 dez. 2024.

OLIVATTO, G. P.; CARREIRA, R.; TORNISIELO, V. L.; MONTAGNER, C. C. Microplásticos: Contaminantes de preocupação global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018.

OLIVEIRA, L. B.; ROSA, L. P. Brazilian waste potential: energy, environmental, social and economic benefits. **Energy policy**, v. 31, n. 14, p. 1481-1491, 2003.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando o nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova Iorque: ONU, 2015.

ORMEDILLA, A. C.; PEREIRA, T. B.; MONTEIRO, M. Z.; MARANHO, A. Análise de resíduos antrópicos encontrados no trato digestivo de tartarugas marinhas verde (*Chelonia mydas*). **Unisanta BioScience**, v. 3, n. 2, p. 83-89, 2014.

PEREIRA, F. C.; OLIVEIRA, A. L.; TURRA, A. Gestão de resíduos sólidos no ambiente marinho: pellets plásticos. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA**. Oceanografia e políticas públicas. Santos: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2011.

PERTUSSATTI, C. A. Gestão ambiental de resíduos plásticos no Brasil: subsídios para uma diretriz nacional. 2020. 33f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública)** - Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2020.

PICHTTEL, J. Waste management practices: municipal, hazardous, and industrial. **Boca Raton**: Taylor & Francis, 649 p., 2005.

PINHATTI, Victor Carrera. Microplástico: um contaminante invisível. 2022. 50f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Materiais)** – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2022.

PIRONTI, C.; NOTARSTEFANO, V.; RICCIARDI, M.; MOTTA, O.; GIORGIMI, E.; MONTANO, L. First evidence of microplastics in human urine, a preliminary study of intake in the human body. **Toxics**, v. 11, n. 1, p. 40, 2022.

POZZETTI, V. C.; CALDAS, J. N. O descarte de resíduos sólidos no âmbito da sustentabilidade. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 10, n. 1, p. 183-205, 2019.

PRATA, J. C.; COSTA, J. P.; LOPES, I.; DUARTE, A. C.; ROCHA-SANTOS, T. Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. **Science of the total environment**, v. 702, p. 134455, 2020.

PRUTER, A. T. Sources, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 18, n. 6, p. 305-310, 1987.

RAGUSA, A.; NOTARSTEFANO, V.; SVELATO, A.; BELLONI, A.; GIOACCHINI, G.; BLONDEEL, C.; ZUCHELLI, E.; LUCA, C. De; D'AVINO, S.; GULOTTA, A.; CARNEVALI, O.; GIORGINI, E. Raman microspectroscopy detection and characterisation of microplastics in human breastmilk. **Polymers**, v. 14, n. 13, p. 2700, 2022.

RAGUSA, A.; SVELATO, A.; SANTACROCE, C.; CATALANO, P.; NOTARSTEFANO, V.; CARNEVALI, O.; PAPA, F.; RONDIOLETTI, M. C. A.; BAIOTTO, F.; DRAGHI, S.; D'AMORE, E.; RINALDO, D.; MATTA, M.; GIORGINI, E. Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. **Environment international**, v. 146, p. 106274, 2021.

RANGEL, A. M. A.; LOPES JÚNIOR, W. M.; ROBERTI, D. L. P. Poluição causada pela emissão de resíduos sólidos em alta temporada (verão) nas praias turísticas Grande e da Biscaia, Angra dos Reis–RJ. **Revista da ANPEGE**, v. 17, n. 33, p. 230-250, 2021. e-ISSN 1679-768X.

RASOOL, F. N.; SAAVEDRA, M. A.; PAMBA, S.; PEROLD, V.; MMOCHI, A. J.; MAALIM, M.; SIMONSEN, L.; BUUR, L.; PEDERSEN, R. H.; SYBERG, K.; JELSBAK, L. Isolation and characterization of human pathogenic multidrug resistant bacteria associated with plastic litter collected in Zanzibar. **Journal of Hazardous Materials**, v. 405, p. 124591, 2021.

RICHARDSON, S. D.; KIMURA, S. Y. Water analysis: emerging contaminants and current issues. **Analytical chemistry**, v. 88, n. 1, p. 546-582, 2016.

RODRIGUES, A. A.; SOUZA, M. M. De; JÚNIOR, T. A.; SANTOS, F. C. M. Dos. Construção interdisciplinar do conceito de número irracional PI utilizando resíduos sólidos. **Contribuciones a las ciencias sociales**, v. 16, n. 8, p. 9291-9302, 2023.

ROMANO, M. H. Estrategias verdes y el management actual. **Centro de estudios organizacionales**, p. 47, 2015.

ROTCHELL, J. M.; JENNER, L. C.; CHAPMAN, E.; BENNETT, R. T.; BOLANLE, I. O.; LOIBANI, M.; SADOFSKY, L.; HOBKIRK, J.; PALMER, T. M. Detection of

microplastics in human saphenous vein tissue using μ FTIR: A pilot study. **PLoS One**, v. 18, n. 2, p. e0280594, 2023.

SANTOS, A. A. Ocorrência e impactos de microplásticos no litoral segipano: uma abordagem socioambiental. 2023. 139f. **Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)**. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2023.

SEHNEM, S.; PEREIRA, S. C. F. Rumo à economia circular: sinergia existente entre as definições conceituais correlatas e apropriação para a literatura brasileira. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, v. 18, n. 1, p. 35-62, 2019.

SEVERINO, E. A. S.; SILVA, G. R. da.; LIRA, G. R. de. A.; ROCHA, G. L. da. S.; MARTINS, L. G.; PINHEIRO, W. D. Uso do amido na produção de materiais biodegradáveis. **Revista do Centro Paula Souza**, São Paulo, 2021.

SILVA, D. L. B.; GIL, J.; NASCIMENTO, E. P.; COSTA, H. A.; PAIXÃO, R. Poluição plástica no litoral brasileiro: percepções de gestores de meios de hospedagem sobre consumo de descartáveis. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 16, p. e-2481, 2023.

TANNOUS, S.; GARCIA, A. G. Histórico e evolução da Educação Ambiental, através dos tratados internacionais sobre o meio ambiente. **Nucleus**, v.5, n.2, p.183-196, 2008.

TEOTÔNIO, M. H. R. Presença de microplásticos em água de torneira no Plano Piloto uma região administrativa de Brasília. 2020. 60f. **Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde)**. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Saúde – Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

THOMPSON, R. C.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R. P.; DAVIS, A. S.; ROWLAND, J.; JOHN, A. W. G.; MCGONIGLE, D.; RUSSELL, A. E. Lost at sea: where is all the plastic?. **Science**, v. 304, n. 5672, p. 838, 2004.

UNEP. (United Nations Environment Programme). Marine Litter, na analytical overview. **Nairobi**: United Nations Environment Programme, p.58, 2005.

UNEP. United Nations Environment Programme. **Legal Limits on Single-Use Plastics and Microplastics: A Global Review of National Laws and Regulations**. 2018. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27113/plastics_limits.pdf?isAllowed=y&sequence=1>. Acesso em: 07 set. 2024.

VARGAS, J. G. M.; SILVA, V. B. da; OLIVEIRA, L. K. de; MOLINA, E. F. Microplásticos: Uso na indústria cosmética e impactos no ambiente aquático. **Química Nova**, v. 45, n. 06, p. 705-711, 2022.

VASCONCELOS, Fábio Perdigão; CORIOLANO, Luzia Neide Menezes Teixeira. Impactos sócio-ambientais no litoral: um foco no turismo e na gestão integrada da zona costeira no estado do Ceará/Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 8, n. 2, p. 259-275, 2008.

VASCONCELOS, Y. Planeta plástico. **Revista pesquisa Fapesp**. Ed. 281, jul. 2019.

VELLOSO, M.P. Os restos na história: percepções sobre resíduos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 6, p. 1953-1964, 2008.

WEBSTER, Ken. *The circular economy: a wealth of flows*. Reino Unido: **Ellen MacArthur Foundation Publishing**, 2015.

WILSON, D.C. Development drivers for waste management. **Waste Management & Research**, v. 25, n. 3, p. 198-20, 2007.

WORRELL, W.; VESILIND, P. **Solid waste engineering**. 2. ed. Stamford: Cengage Learning. 432 p., 2011.

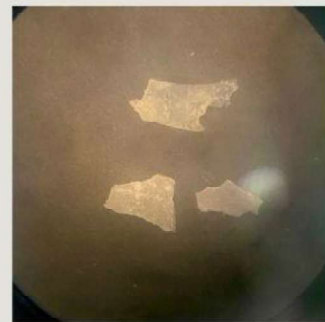
WWF - Brasil. **Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico**. 2019. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>. Acesso em: 11 ago. 2024.

YEE, M. S.; OLÁ, L.; LOOI, R. C.; LIM, W.; WONG, S.; KOK, Y.; BRONZEADO, B.; WONG, C.; LEONG, C. Impact of microplastics and nanoplastics on human health. **Nanomaterials**, v. 11, n. 2, p. 496, 2021.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall, New Jersey. 2009.

ZHANG, K.; XIONG, X.; HU, H.; WU, C.; BI, Y.; WU, Y.; ZHOU, B.; LAM, P. K. S.; LIU, J. T. Occurrence and characteristics of microplastic pollution in Xiangxi Bay of Three Gorges Reservoir, China. **Environmental science & technology**, v. 51, n. 7, p. 3794-3801, 2017.

ZICCARDI, L. M.; EDGINGTON, A.; HENTZ, K.; KULACKI, K. J.; DRISCOLL, S. K. Microplastics as vectors for bioaccumulation of hydrophobic organic chemicals in the marine environment: A state-of-the-science review. **Environmental toxicology and chemistry**, v. 35, n. 7, p. 1667-1676, 2016.



ARTIGO 2

**ENTRE O USO TURÍSTICO E A POLUIÇÃO COSTEIRA:
A DINÂMICA DOS MICROPLÁSTICOS NAS PRAIAS DE
ARUANA E DA COSTA, SERGIPE, BRASIL**

ENTRE O USO TURÍSTICO E A POLUIÇÃO COSTEIRA: A DINÂMICA DOS MICROPLÁSTICOS NAS PRAIAS DE ARUANA E DA COSTA, SERGIPE, BRASIL

Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira

Profa. Dra. Anézia Maria Fonsêca Barbosa

Prof. Dr. Leonardo Cruz da Rosa

Resumo

A intensificação das atividades turísticas no litoral brasileiro tem ampliado os desafios relacionados à conservação ambiental, especialmente no que se refere à presença de microplásticos em ambientes costeiros. Este estudo teve como objetivo investigar de que maneira as atividades turísticas influenciam a ocorrência de microplásticos nas praias de Aruana, no município de Aracaju, e da Costa, no município de Barra dos Coqueiros, ambas situadas no estado de Sergipe. A metodologia envolveu coletas de sedimentos em dois pontos de cada praia: um com maior fluxo turístico (ponto perturbado) e outro com menor interferência antrópica (ponto controle), que ocorreram durante a pré-, alta e pós temporada. As amostras passaram por triagem, identificação e análise das partículas de microplásticos em laboratório. Os dados foram submetidos a análises estatísticas e a índices ambientais. Os resultados indicam maior abundância e densidade de microplásticos nos pontos perturbados, especialmente na praia da Costa, sugerindo forte relação entre o aumento do fluxo turístico e a intensificação da contaminação. Embora a ANOVA não tenha apontado diferenças estatísticas significativas entre períodos, os padrões observados reforçam a influência das atividades humanas na dinâmica dos microplásticos. Os achados evidenciam a necessidade de fortalecer medidas de gestão costeira, educação ambiental e estratégias regulatórias para mitigar dos impactos associados ao turismo, contribuindo para a sustentabilidade das praias analisadas.

Palavra-chave: Contaminação; Impacto; Sustentabilidade.

Abstract

The intensification of tourism activities on the Brazilian coast has increased the challenges related to environmental conservation, especially regarding the presence of microplastics in coastal environments. This study aimed to investigate how tourism activities influence the occurrence of microplastics on the beaches of Aruana, in the municipality of Aracaju, and Costa, in the municipality of Barra dos Coqueiros, both located in the state of Sergipe. The methodology involved collecting sediments at two points on each beach: one with higher tourist flow (disturbed point) and another with less anthropogenic interference (control point), which occurred during the pre-, high, and post-seasons. The samples underwent screening, identification, and analysis of microplastic particles in the laboratory. The data were subjected to statistical analyses and environmental indices. The results indicate a greater abundance and density of microplastics at the disturbed points, especially on Costa beach, suggesting a strong relationship between the increase in tourist flow and the intensification of contamination. Although the ANOVA did not show statistically significant differences between periods, the observed patterns reinforce the influence of human activities on microplastic

dynamics. The findings highlight the need to strengthen coastal management measures, environmental education, and regulatory strategies to mitigate the impacts associated with tourism, contributing to the sustainability of the beaches analyzed.

Keywords: Contamination; Impact; Sustainability.

2.1 Introdução

Dentro dos direitos do ser humano, o artigo 24º da Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH) reconhece o direito ao lazer (ONU, 1948). Buscando afastar-se do cotidiano urbano, como destacado por Ruschmann (2004), muitas pessoas optam por atividades de lazer em contato com a natureza (Melo; Lins; Eloy, 2014). Entre essas atividades, destaca-se a ida às praias, seja por moradores locais ou turistas vindos de outras regiões. Contudo, essa prática tem gerado impactos significativos no ambiente.

Mendonça (1996, p. 19) afirma que “onde há turismo há degradação ambiental”. Essa visão se justifica pelas alterações necessárias para tornar o ambiente natural mais adequado à atividade turística, incluindo a construção de infraestruturas. Essas mudanças frequentemente resultam em impactos ambientais e socioculturais, como a degradação de ecossistemas e a descaracterização do espaço original. Além disso, é essencial considerar o papel do turista nesse cenário.

Segundo Beni (2000), não apenas o ambiente é transformado para atender às necessidades turísticas, mas os próprios visitantes contribuem para a deterioração dos recursos naturais devido aos seus hábitos e comportamentos. Ruschmann (2004) observa que muitos indivíduos tendem a reproduzir padrões de comportamento adquiridos em seus ambientes de convivência, mesmo sem avaliar as consequências de suas ações em novos contextos.

Essa dinâmica observada pela autora destaca a necessidade de repensar e reestruturar a relação entre o turismo e o meio ambiente, priorizando o planejamento urbano e a Educação Ambiental como formas de romper o ciclo de degradação. Como apontado por Melo, Lins e Eloy (2014), estudos sobre os impactos do uso turístico-recreativo em ambientes naturais promovem uma reflexão sobre a relação entre seres humanos e natureza. Isso é essencial para construir uma conscientização ambiental e incentivar mudanças de comportamento, garantindo que esses espaços, que estão à disposição da sociedade, sejam devidamente conservados.

O descarte inadequado de resíduos sólidos, especialmente o plástico, representa um grande desafio para o gerenciamento costeiro (Mason *et al.*, 2016; Au *et al.*, 2017). Oliveira *et al* (2023) afirmam que o turismo é uma das fontes econômicas que contribuem para a presença de microplásticos nos ambientes naturais, que são partículas persistentes geradas pela degradação de macroplásticos (Miranda, 2024).

Nesse contexto, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), criados como parte da Agenda 2030, lançada em 2015 pela ONU, representam um plano global de compromisso universal para enfrentar os desafios mais urgentes do mundo, incluindo a busca por um desenvolvimento sustentável (ONU, 2018), e oferecem diretrizes essenciais para mitigar os impactos ambientais associados às práticas turísticas. Com base nos princípios dos ODS, é possível identificar metas específicas que auxiliam no direcionamento de estratégias para mitigar ou solucionar os problemas causados pelas intervenções humanas em ambientes como as praias (Quadro 1):

Quadro 1. ODS relacionados à mitigação dos impactos das atividades turísticas.

| ODS 04 – EDUCAÇÃO DE QUALIDADE | |
|---|--|
| Objetivo do ODS | Meta |
| Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos. | 4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis [...] |
| ODS 12 – CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS | |
| Objetivo do ODS | Metas |
| Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. | 12.2 Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais. |
| | 12.5 Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso. |
| | 12.8 Até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza. |
| | 12.b Desenvolver e implementar ferramentas para monitorar os impactos do desenvolvimento sustentável para o turismo sustentável, que gera empregos, promove a cultura e os produtos locais. |
| ODS 14 – VIDA NA ÁGUA | |
| Objetivo do ODS | Meta |
| Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. | 14.1 Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes. |

Fonte: Elaboração dos autores a partir de informações da ONU Brasil (2024).

Considerando o cenário apresentado no quadro 1, o presente estudo apresentar uma análise ambiental das praias de Aruana, no município de Aracaju, e da Costa, no

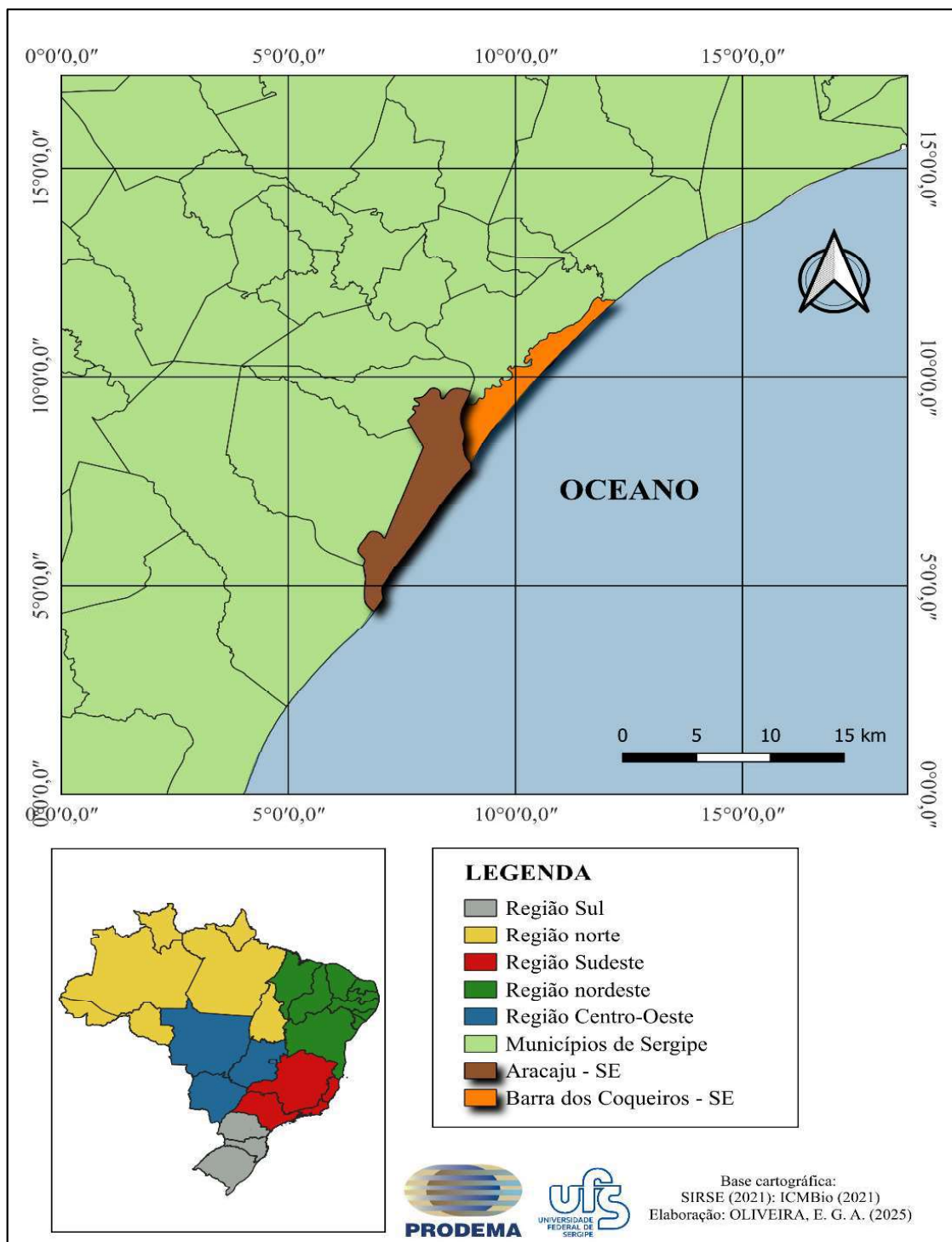
município de Barra dos Coqueiros, investigando a presença e ausência de microplásticos em dois pontos distintos que foram escolhidos por apresentarem: um com maior intensidade de atividades turísticas e outro com menor atividade, uma vez que a análise tem como propósito compreender como a ação antrópica pode influenciar a entrada dessas partículas no meio ambiente, seja de forma direta ou indireta, avaliando se as atividades turísticas contribuem significativamente para ocorrência de microplástico nesses locais.

2.2 Materiais e métodos

2.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estado de Sergipe conta com 75 municípios e 8 bacias hidrográficas, além de uma costa marítima que se estende por 163 km; o território sergipano é influenciado e delimitado pelo estuário do rio São Francisco ao norte, e pelos estuários dos rios Piauí e Real ao sul (Souza *et al*, 2022). Dentro das opções de praias, foram escolhidas duas: a praia de Aruana, localizada em Aracaju, e a praia da Costa no município Barra dos Coqueiros (Figura 1).

Figura 1. Localização dos municípios das praias escolhidas.



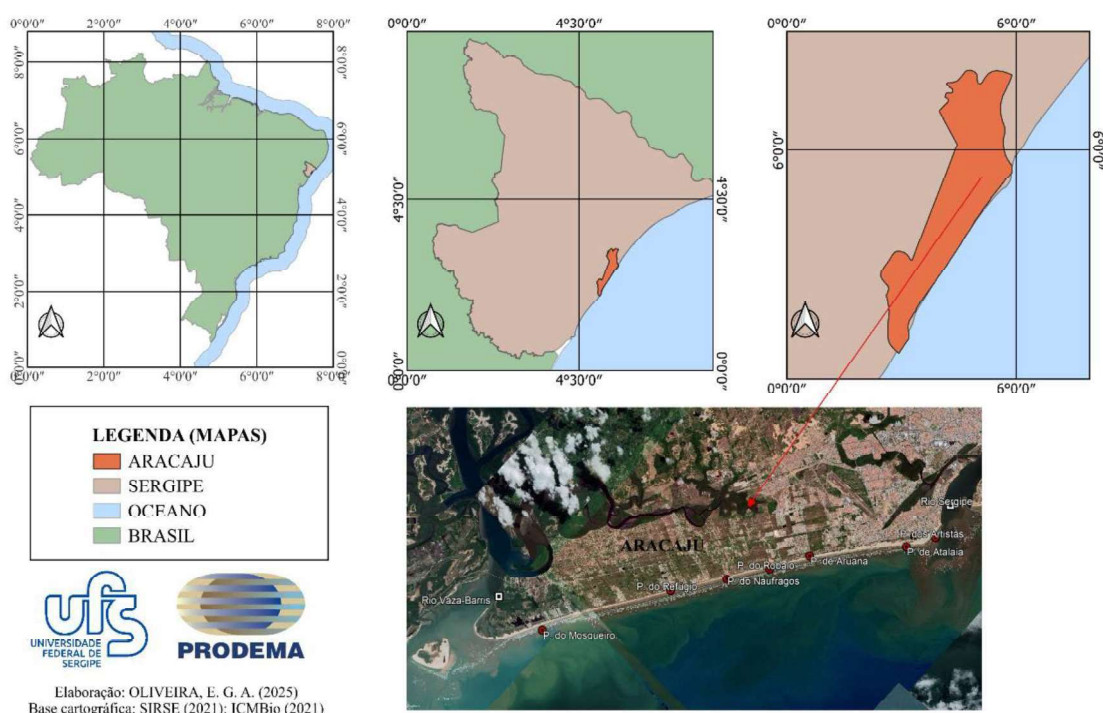
Elaboração: Emily Gabriele Albuquerque Oliveira (2025).

A escolha das praias considerou a granulometria semelhante, fator que influencia na dispersão do microplástico, além de apresentar duas áreas distintas: uma com bares e restaurantes ao longo da faixa de areia, caracterizada por maior fluxo de turistas e impactos antrópicos, e outra sem esses estabelecimentos, permitindo a comparação entre um ponto de controle (menor interferência humana) e um ponto perturbado (maior fluxo de turistas). No caso da praia da Costa, destaca-se ainda a expansão do mercado

imobiliário na região, que tem aumentado o movimento de pessoas na área (Gesteira, 2023), fator que também deve ser analisado.

O município de Aracaju possui uma faixa litorânea de 24 km, onde se localizam sete praias arenosas (Jesus *et al.*, 2014), classificadas como dissipativas (Rosa, 2021) (Figura 2). Dentre elas está a praia de Aruana, que apresenta características urbanizadas, evidenciada pela presença de um calçadão, bares e uma faixa estreita de pós-praia (Souza, 2016). Observa-se também a presença de dunas litorâneas (Cruz, 2023), que desempenham um papel crucial na biodiversidade local (Louro, 2005). Essa contínua concentração de bares e quiosques e o rico potencial turístico (GERCO, 2019) consolidam, assim, a justificativa da escolha da praia como área de estudo.

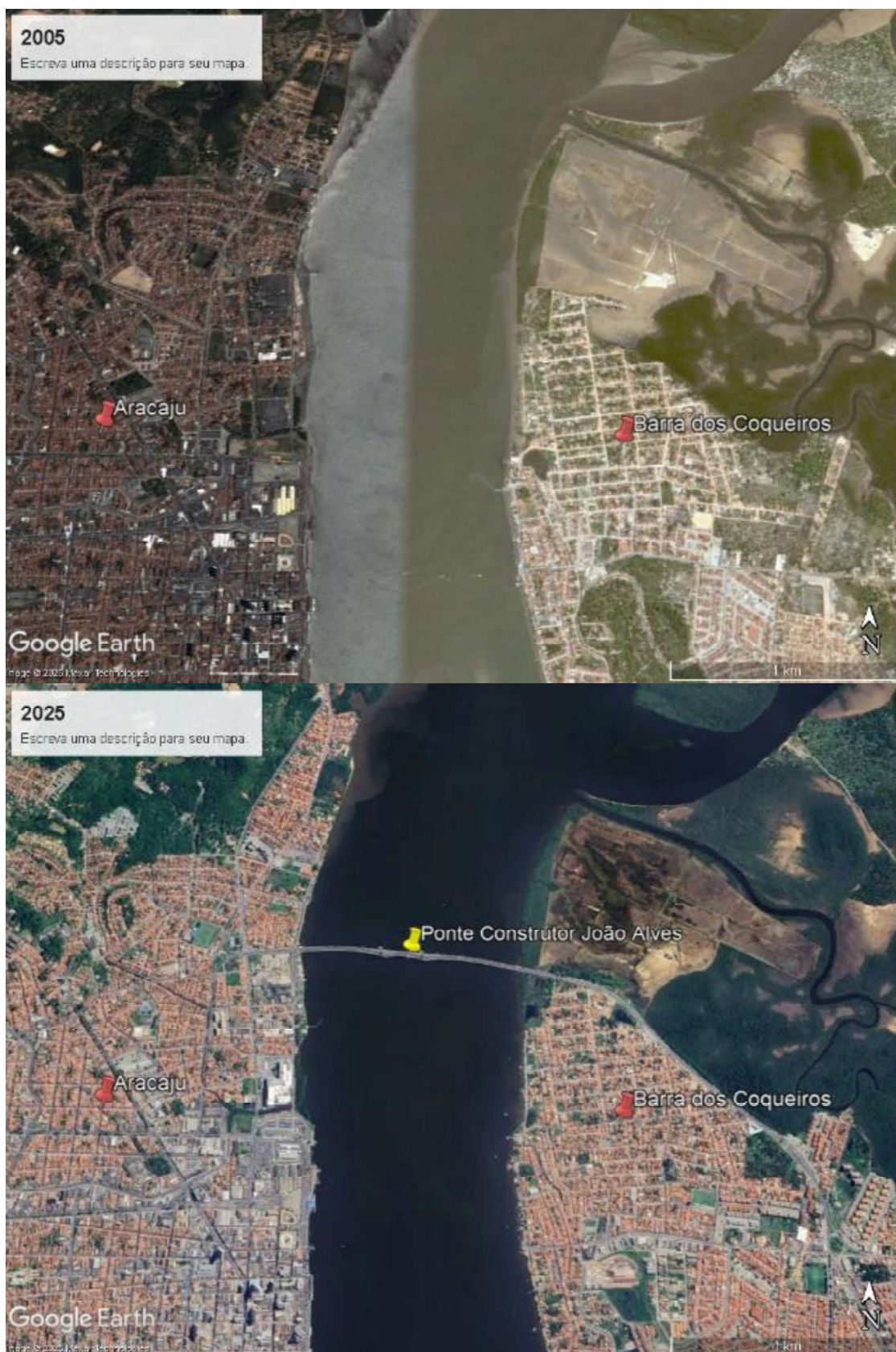
Figura 2. Localização do município de Aracaju e suas praias arenosas.



Elaboração: Emily Gabriele Albuquerque Oliveira (2025).

A segunda praia escolhida para o estudo foi a Praia da Costa, situada no município de Barra dos Coqueiros. Este município possui uma extensão litorânea de 26 km e conta com três praias: Atalaia Nova, Jatobá e a da Costa. A escolha dessa praia deve-se ao seu crescente potencial imobiliário nos últimos anos, impulsionado pela construção da Ponte Construtor João Alves (Figura 3), que facilitou o acesso à capital Aracaju e esse desenvolvimento alterou a dinâmica do município, especialmente na área (Rodrigues; Barreto; Souza, 2017). A praia apresenta características dissipativas e predominância de areia fina (Santos *et al.*, 2024).

Figura 3. Evolução de Aracaju e Barra dos Coqueiros ao longo de duas décadas.



Fonte: Google Earth, adaptada por Emily Gabriele Albuquerque Oliveira (2024).

2.2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

Para caracterização e diferenciação dos pontos de coleta, foram considerados alguns fatores, como o distanciamento entre as áreas, a fim de evitar a presença ou ausência de elementos que pudessem influenciar significativamente na dispersão de microplásticos. Na área controle, optou-se por um trecho com mínima interferência antrópica, ou seja, com pouca presença de estabelecimentos e baixa circulação de pessoas (Figura 4).

Figura 4. Visão do ponto controle: (A) (B) Praia de Aruana; (C) (D) Praia da Costa.



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

Já no ponto perturbado, a presença desses fatores, como a maior atividade humana e infraestrutura e urbana, foi determinante para a sua escolha (Figura 5).

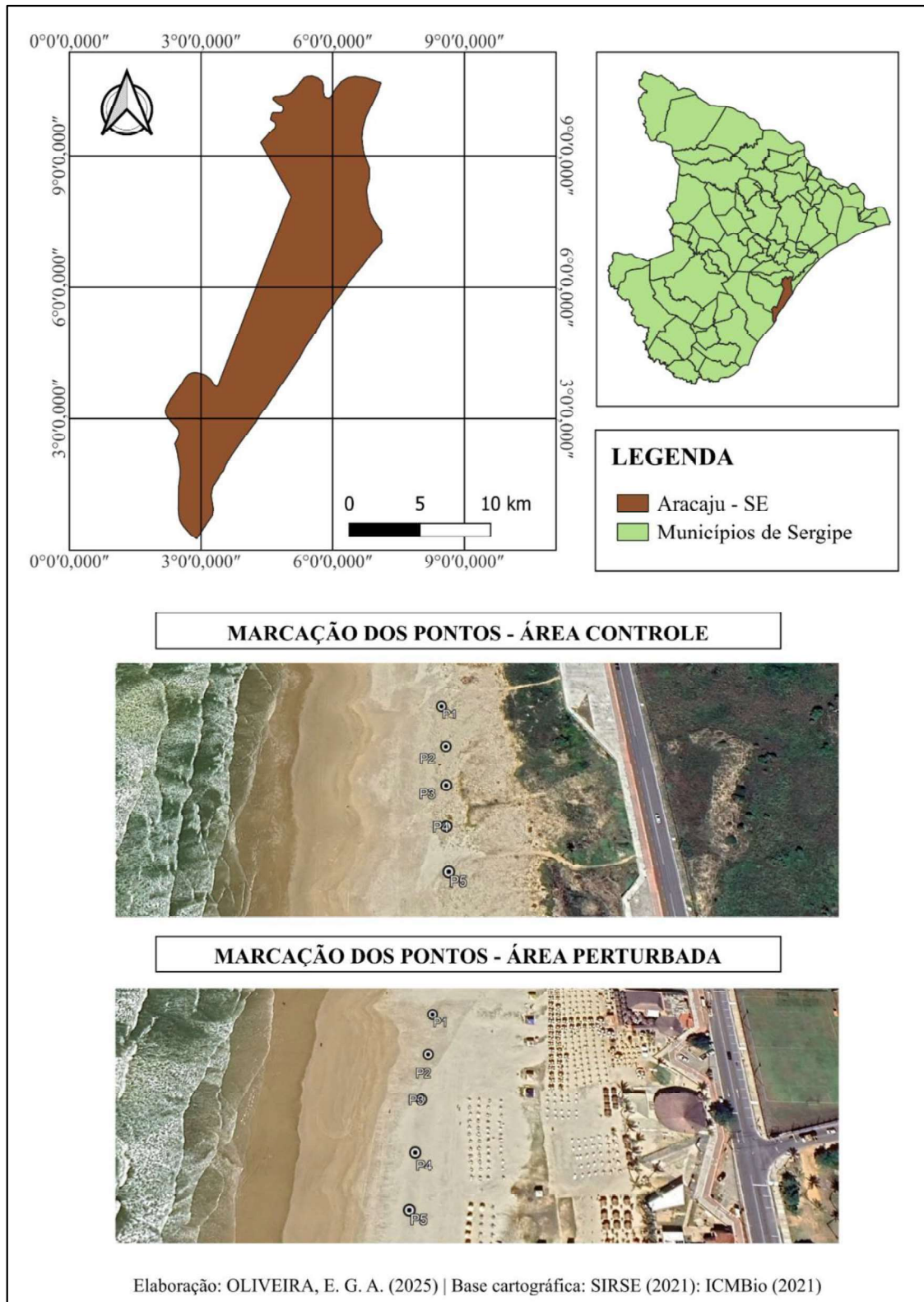
Figura 5. Visão do ponto perturbado: (A) (B) Praia de Aruana; (C) (D) Praia da Costa.



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

Na Praia de Aruana (Figura 6), a distância entre o ponto de controle e o ponto perturbado é de aproximadamente 1,32 km. A área considerada como perturbada compreende cerca de 1,13 km de extensão, onde foram localizados e observados, ao longo do estudo e por meio de mapeamento no *Google Maps*, um total de 20 estabelecimentos entre bares e restaurantes. Esses empreendimentos possuem potencial para contribuir com a poluição costeira no referido trecho da praia.

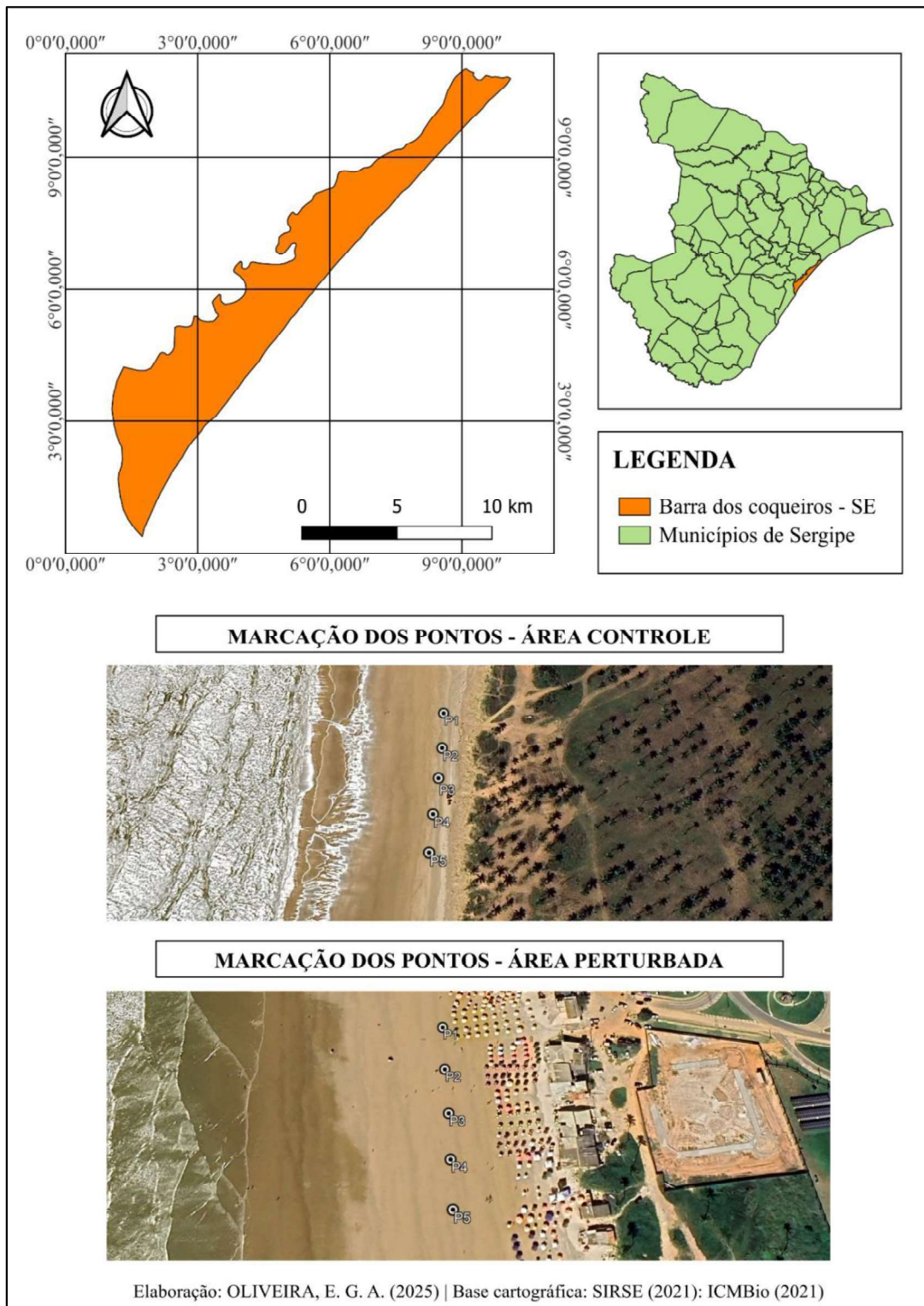
Figura 6. Marcação dos pontos na Praia de Aruana - SE.



Na Praia da Costa, a distância entre os pontos de coleta foi de aproximadamente 1,83 km (Figura 7). Diferentemente da Praia de Aruana, essa região apresenta limitações de acesso, especialmente em trechos mais isolados. Enquanto Aruana conta com uma via pavimentada próxima à faixa de areia, facilitando a chegada tanto a área com estabelecimentos quanto a área menos urbanizada, a Praia da Costa não dispõe da mesma

infraestrutura. No entanto, durante uma das coletas, foi observada na área perturbada, a movimentação de uma obra em andamento voltada à pavimentação. Em um trecho de 0,41 km da área estudada e considerada perturbada, foram identificados por meio de observações em campo e mapeamento via *Google Maps*, 9 (nove) estabelecimentos, entre bares e restaurantes, que também podem influenciar na qualidade ambiental da zona costeira.

Figura 7. Marcação dos pontos na Praia da Costa - SE.



As duas praias compartilham uma característica em comum: a concentração de bares e quiosques ocorre em pontos específicos, criando intervalos entre essas áreas onde não há a presença dessas infraestruturas. Esse aspecto é altamente relevante para o estudo, pois permite observar, dentro de uma mesma praia, ambientes com influência antrópica e outros com essa influência reduzida.

Outro aspecto importante a ser destacado é a conscientização ambiental presente nessas praias. Na praia de Aruana, por exemplo, observa-se que os próprios estabelecimentos realizam ações de limpeza e rastreamento nas proximidades, complementadas pela coleta de resíduos sólidos na faixa de areia feita pela Empresa Municipal de Serviços Urbanos (Emsurb), onde, segundo a Prefeitura de Aracaju (2024), essa ação resulta em um baixo índice de resíduos sólidos por m². Já na praia da Costa, a Prefeitura de Barra dos Coqueiros (2023) destaca a mobilização por meio de reuniões, que promovem discussões sobre a limpeza da praia e reforçam a importância da responsabilização ambiental.

Contudo, é importante reconhecer que essas ações se concentram principalmente na remoção de resíduos macroscópicos, tornando essencial a investigação e o monitoramento da poluição em escala microscópica, que também pode causar impactos significativos ao meio ambiente.

2.2.3 METODOLOGIA ADOTADA EM CAMPO

Seguindo a metodologia adotada nos estudos de Dowara e Devipriva (2019), Patchaiyappan *et al.* (2020) e Santos (2023), mas com adaptações em relação às medidas, a coleta das amostras foi realizada utilizando um quadrante de 50x50 cm, uma colher de metal para manipulação dos sedimentos e um medidor de distância com rodas, que auxiliou na delimitação precisa das áreas de amostragem (conforme ilustrado na Figura 8). Para garantir a integridade e evitar qualquer tipo de contaminação nas amostras, o material coletado foi armazenado em bandejas de alumínio, assegurando a confiabilidade dos resultados das análises posteriores.

Figura 8. Instrumentos utilizados na coleta de campo.



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque Oliveira (2024).

Como exposto anteriormente, foram estabelecidas duas áreas distintas em cada praia: uma área de controle e uma área de perturbação. Em cada uma dessas áreas, foram definidos 5 pontos de coleta, espaçados a uma distância de 20 metros entre si, ao longo da linha de deixa². A primeira coleta foi realizada em novembro de 2024, considerado um mês de pré-temporada. A segunda ocorreu em março de 2025, correspondente à alta temporada, e a terceira em maio de 2025, já no período de pós-temporada. O objetivo foi analisar de que forma a presença de turistas pode influenciar os dados obtidos.

As coletas foram realizadas na linha de maré-alta, mais precisamente na linha de deixa, uma faixa de areia marcada pelo alcance máximo da maré alta, onde as ondas depositam materiais provenientes do movimento das ondas. Essa área é considerada estratégica para a pesquisa devido ao seu elevado potencial de acumulação de resíduos transportados pelo oceano. Para o procedimento de coleta, foi posicionado o quadrante em cada ponto e, com o auxílio de uma colher de metal, realizou-se a raspagem superficial, cobrindo toda a área delimitada pelo quadrante (Figura 9). Essa abordagem garante a padronização e a representatividade das amostras coletadas.

² A linha de deixa, ou linha da preamar, é o limite máximo atingido pela maré alta na praia. Ela é usada para delimitar terrenos de marinha e orientar a gestão costeira, influenciando o planejamento urbano e a preservação ambiental (Madruga; Manso; Madruga Filho, 2016).

Figura 9. Coleta da amostra do sedimento.



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque Oliveira (2024).

Após a coleta, o material foi acondicionado em recipientes de alumínio devidamente identificados e transportados para o Laboratório de Ecologia Bentônica (LEB), situado no Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal de Sergipe (UFS), no campus de São Cristóvão (Figura 10).

Figura 10. Amostras acondicionadas pós-coleta e laboratório da triagem.

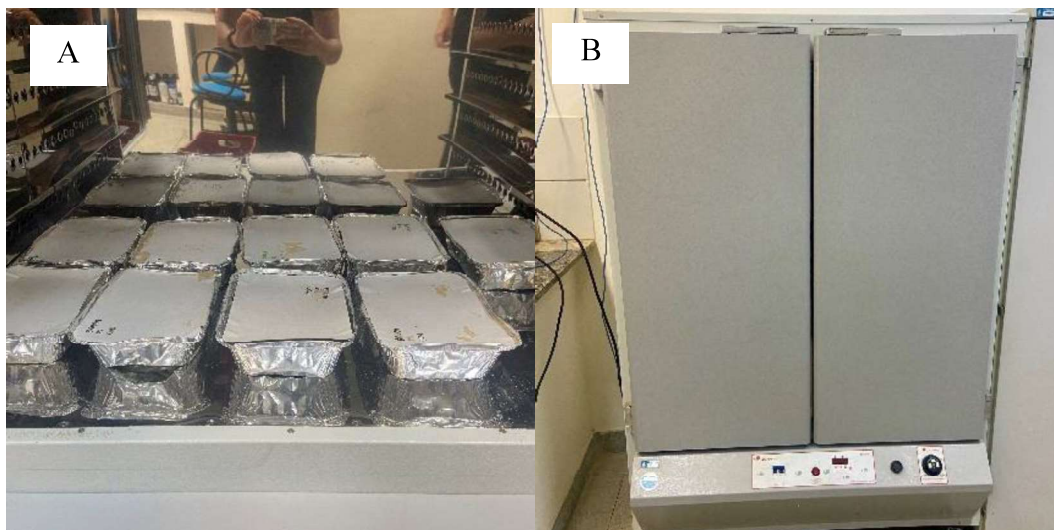


Fonte: Emily Gabriele Albuquerque Oliveira (2024)

2.2.4 METODOLOGIA ADOTADA EM LABORATÓRIO

No laboratório, as amostras foram inicialmente submetidas ao processo de secagem em estufa a 60°C por um período de 48 horas, conforme metodologia descrita por Besley *et al.* (2017) (Figura 11). A escolha dessa temperatura visa preservar a integridade e composição das possíveis partículas plásticas presentes, evitando alterações em suas características, como recomendado por Ribeiro *et al.* (2020). Para a execução dessa etapa, o estudo contou com o suporte do Laboratório de Nutrição e Cultivo de Organismos Aquáticos (LANCOA), vinculado ao Departamento de Engenharia de Pesca.

Figura 11. Amostras (A); Estufa utilizada (B).



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque Oliveira (2024).

Após a secagem, as amostras foram pesadas e submetidas a um processo de peneiramento no Agitador de Peneiras com Batida Intermitente (ROTAP) por um tempo de 10 minutos na vibração de 4 Hz, utilizando duas peneiras geológicas com malhas de 4 mm e 1 mm, respectivamente. O material retido na peneira de 1 mm foi separado para as análises subsequentes (Figura 12), enquanto os resíduos retidos na malha de 4 mm foram medidos com o auxílio de uma régua para registro de suas dimensões.

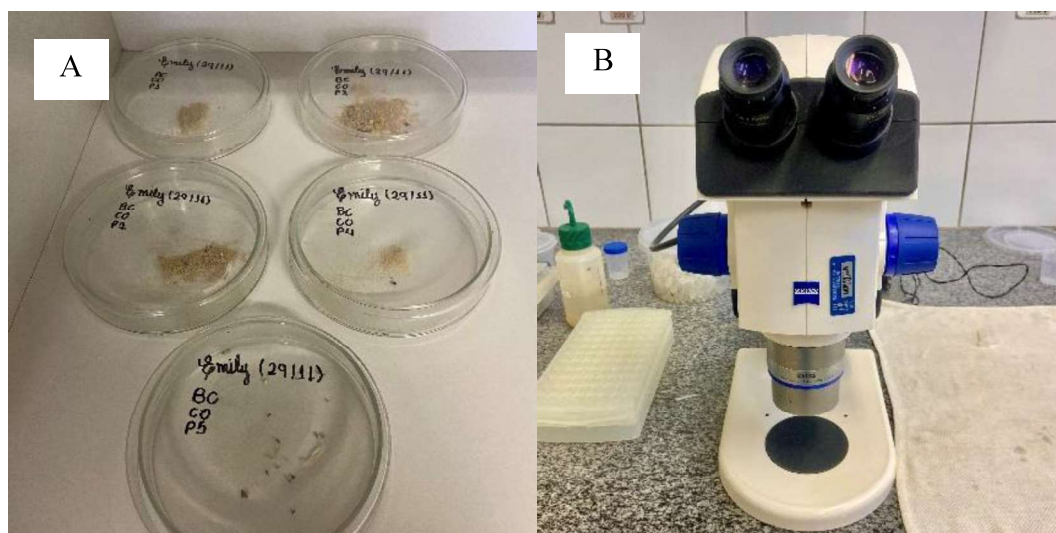
Figura 12. Agitador de Peneiras com Batida Intermitente (A); Peneiras utilizadas (B).



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque Oliveira (2024).

Para a caracterização dos microplásticos, o material coletado foi transferido para placas de Petri e analisado com o auxílio de um estereomicroscópio (Figura 13). As micropartículas plásticas foram identificadas e diferenciadas com base em suas características morfológicas, como cor, forma e estrutura.

Figura 13. Amostras após triagem (A); Microscópio utilizado para análise (B).



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque Oliveira (2024)

2.2.5 METODOLOGIA ESTATÍSTICA

Para caracterizar o nível de contaminação nas praias estudadas, aplicou-se o Índice Microplastics Pollution Index (MPPI), cujo objetivo é relacionar a quantidade de MPs e a área amostrada. O índice pode ser calculado utilizando o quantitativo total de MPs ou com distinções nas suas características, sendo expresso pela quantidade de MPs dividida pela área total dos quadrantes. Os critérios de interpretação seguem a escala: 0–2 MPs.m² = presença muito baixa; 2–5 MPs.m² = baixa abundância; 5–15 MPs.m² = abundância moderada; 15–25 MPs.m² = alta abundância; e > 25 MPs.m² = abundância muito alta, conforme Rangel-Buitrago *et al.* (2021) (Tabela 1).

Tabela 1. Fórmula e classificação dos índices.

| FÓRMULA | CRITÉRIO | CLASSIFICAÇÃO |
|---|--------------------------|-----------------------|
| $\text{MPPI} = \frac{\Sigma \text{ MPs}}{\text{área total dos quadrantes}}$ | 0–2 MPs/m ² | Presença muito baixa |
| | 2–5 MPs/m ² | Baixa abundância |
| | 5–15 MPs/m ² | Abundância moderada |
| | 15–25 MPs/m ² | Alta abundância |
| | > 25 MPs/m ² | Abundância muito alta |

Elaboração: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2024).

Para análise estatística dos dados, a quantidade de microplásticos presente em cada amostra foi expressa em termos de densidade (partícula/m² e partícula/kg) e abundância. As diferenças nos valores foram avaliadas entre os fatores praia (Aruana e da Costa), período (pré-temporada, temporada e pós temporada) e ponto (perturbado e controle), por meio de uma ANOVA fatorial tridimensional (ANOVA fatorial 3-way).

Antes da realização da ANOVA, os pressupostos estatísticos foram verificados no *software* Jamovi. O teste de normalidade foi avaliado por meio do teste de Shapiro-Wilk, enquanto a homogeneidade das variâncias foi analisada pelo teste de Levene, ambos disponibilizados na própria interface da ANOVA do programa. Quando necessário os dados foram transformados pela raiz quadrada para melhor atender aos critérios de normalidade e homoscedasticidade.

Foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$. Quando a ANOVA indicou diferenças estatisticamente significativas para algum fator ou interação entre fatores, aplicou-se o teste de Tukey para identificar quais os grupos apresentaram diferença entre si (Zar, 2009).

Além dessas análises, realizou-se também a caracterização qualitativa e quantitativa dos microplásticos com base na coloração e no formato das partículas identificadas. Para essa etapa, não houve distinção entre pontos nem entre períodos de coleta, pois o objetivo era obter uma visão mais integrada das características do material presente no ambiente. Dessa forma, todas as partículas foram contabilizadas de forma conjunta e posteriormente expressas em percentual, permitindo identificar padrões gerais de ocorrência e compreender quais tipos de microplásticos são mais frequentes nas áreas estudadas.

2.3 Resultados e discussões

2.3.1 AVALIAÇÃO GERAL MPPI

Com base nas análises realizadas, os resultados obtidos permitem compreender de forma mais clara o comportamento e distribuição dos microplásticos nas duas praias avaliadas. A análise inicial do MPPI (Índice Microplastics Pollution Index) revelou padrões distintos entre os locais estudados (Tabela 2). Na praia de Aruana, observou-se um comportamento relativamente estável ao longo dos períodos, com valores variando entre abundância moderada e alta abundância, apresentando apenas um pico no ponto perturbado durante a pós-temporada. Esse conjunto de resultados levou à classificação geral da praia como de alta abundância, com média aproximada de 19,6 MPs/m².

Tabela 2. Resultado do Índice Microplastics Pollution Index (MPPI).

| PRAIA | PONTOS | PRÉ | ALTA | PÓS |
|--------|------------|-------------|-----------|-------------|
| Aruana | Controle | 6,4 | 28 | 24,8 |
| | Perturbado | 7,2 | 16 | 35,2 |
| Costa | Controle | 4,8 | 19,2 | 30,4 |
| | Perturbado | 39,2 | 60 | 38,4 |

Legenda:
0–2 MPs/m²: Presença muito baixa
2–5 MPs/m²: Baixa abundância
5–15 MPs/m²: Abundância moderada
15–25 MPs/m²: Alta abundância
> 25 MPs/m²: Abundância muito alta

Elaboração e Organização: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

Na praia da Costa, por sua vez, o ponto perturbado registrou valores mais elevados de partículas, enquanto o ponto controle apresentou, de forma consistente nos três períodos analisados, abundância muito alta, com destaque para o pico verificado na alta temporada. Na pós-temporada, o ponto controle também permaneceu dentro desse critério. Dessa forma, a praia da Costa foi classificada com abundância muito alta, atingindo cerca de 32 MPs/m². Ao longo da discussão, serão aprofundados os possíveis fatores que influenciaram esses padrões.

2.3.2 VERIFICAÇÃO DOS PRESSUPOSTOS ESTATÍSTICOS

Dando continuidade à análise, foram avaliados os pressupostos estatísticos necessários para a aplicação da ANOVA. Antes da realização do teste, foram aplicados o teste de normalidade e o teste de homogeneidade de variâncias, apresentados nas Tabelas 3 e 4. Esses testes verificam se os dados apresentam distribuição normal e se os grupos possuem variâncias equivalentes, respectivamente, pré-requisitos para aplicação da ANOVA. A interpretação seguiu os critérios usuais de significância ($p < 0,05$ e $p > 0,05$).

Tabela 3. Teste de normalidade nos conjuntos de dados (abundância e densidades).

| Teste à Normalidade (Shapiro-Wilk) | | |
|--|--------------------|----------|
| Dados | Estatística | p |
| Abundância | 0.960 | 0.048 |
| Densidade (massa) | 0.960 | 0.046 |
| Densidade (área) | 0.960 | 0.048 |
| Legenda: p: P-value (Valor-p) – probabilidade de o resultado ocorrer ao acaso, valores baixos (<0,05) indicam efeito significativo. p>0,05 distribuição normal p<0,05 distribuição anormal | | |

Elaboração e Organização: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

Tabela 4. Teste de homogeneidade nos conjuntos de dados (abundância e densidades).

| Teste à Homogeneidade de Variâncias (Levene) | | |
|--|----------|----------|
| Dados | F | p |
| Abundância | 1.31 | 0.251 |
| Densidade (massa) | 1.27 | 0.271 |
| Densidade (área) | 1.31 | 0.251 |
| Legenda: F: F-value (Estatística F) – relação entre a variância explicada pelo fator e a variância do erro. p: P-value (Valor-p) – probabilidade de o resultado ocorrer ao acaso, valores baixos (<0,05) indicam efeito significativo. p>0,05 distribuição normal p<0,05 distribuição anormal | | |

Elaboração e Organização: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

2.3.3 ABUNDÂNCIA E DENSIDADE DE MICROPLÁSTICOS

Para analisar a ocorrência de microplásticos nas praias de Aruana e da Costa, em Sergipe, considerando em cada uma dois ambientes distintos, um com maior influência turística e outro com menor influência, foram analisados três métricas: abundância (número de partículas encontradas) (Tabela 5), densidade por massa (partículas/kg) (Tabela 6) e densidade por área (partículas/m²) (Tabela 7). Tais métricas permitem diferentes perspectivas de avaliação, pois densidades por massa ajudam a compreender a contaminação proporcional ao peso do sedimento, enquanto densidades por área facilitam análises espaciais de dispersão das partículas. O uso combinado de múltiplas métricas evita interpretações distorcidas, considerando tanto o volume quanto o peso das amostras.

Tabela 5. ANOVA da abundância de MPs nas praias de Aruana e da Costa.

| Source of Variation | DF | SS | MS | F | P |
|-------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Praia | 1 | 9.270 | 9.270 | 8.246 | 0.006 |
| Período | 2 | 5.156 | 2.578 | 2.293 | 0.112 |
| Ponto | 1 | 2.495 | 2.495 | 2.219 | 0.143 |
| Praia x Período | 2 | 0.294 | 0.147 | 0.131 | 0.878 |
| Praia x Ponto | 1 | 8.597 | 8.597 | 7.648 | 0.008 |
| Período x Ponto | 2 | 0.217 | 0.108 | 0.0963 | 0.908 |
| Praia x Período x Ponto | 2 | 3.487 | 1.743 | 1.551 | 0.223 |

Legenda:
 DF: Degrees Of Freedom (Graus de Liberdade) – quantidade de valores independentes usados no cálculo.
 SS: Sum Of Squares (Soma dos Quadrados) – soma das diferenças quadradas entre os dados e a média (variabilidade total).
 MS: Mean Square (Quadrado Médio) – variância média de cada fator (SS/DF).
 F: F-value (Estatística F) – relação entre a variância explicada pelo fator e a variância do erro.
 P: P-value (Valor-p) – probabilidade de o resultado ocorrer ao acaso, valores baixos (<0,05) indicam efeito significativo.

Elaboração e Organização: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

Tabela 6. ANOVA da densidade (peso) de MPs nas praias de Aruana e da Costa.

| Source of Variation | DF | SS | MS | F | P |
|-------------------------|----------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Praia | 1 | 4.0593 | 4.0593 | 7.4783 | 0.009 |
| Período | 2 | 2.5178 | 1.2589 | 7.4783 | 0.109 |
| Ponto | 1 | 1.8382 | 1.8382 | 3.3865 | 0.072 |
| Praia x Período | 2 | 0.2109 | 0.1054 | 0.1943 | 0.824 |
| Praia x Ponto | 1 | 4.5343 | 4.5343 | 8.3534 | 0.006 |
| Período x Ponto | 2 | 0.0844 | 0.0422 | 0.0777 | 0.925 |
| Praia x Período x Ponto | 2 | 1.6347 | 0.8173 | 1.5057 | 0.232 |

Legenda:
 DF: Degrees Of Freedom (Graus de Liberdade) – quantidade de valores independentes usados no cálculo.
 SS: Sum Of Squares (Soma dos Quadrados) – soma das diferenças quadradas entre os dados e a média (variabilidade total).
 MS: Mean Square (Quadrado Médio) – variância média de cada fator (SS/DF).
 F: F-value (Estatística F) – relação entre a variância explicada pelo fator e a variância do erro.
 P: P-value (Valor-p) – probabilidade de o resultado ocorrer ao acaso, valores baixos (<0,05) indicam efeito significativo.

Elaboração e Organização: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

Tabela 7. ANOVA da densidade (área) de MPs nas praias de Aruana e da Costa.

| Source of Variation | DF | SS | MS | F | P |
|-------------------------|----|--------|--------|--------|--------------|
| Praia | 1 | 37.080 | 37.080 | 8.2465 | 0.006 |
| Período | 2 | 20.622 | 10.311 | 2.2932 | 0.112 |
| Ponto | 1 | 9.979 | 9.979 | 2.2192 | 0.143 |
| Praia x Período | 2 | 1.176 | 0.588 | 0.1308 | 0.878 |
| Praia x Ponto | 1 | 34.389 | 34.389 | 7.6479 | 0.008 |
| Período x Ponto | 2 | 0.866 | 0.433 | 0.0963 | 0.908 |
| Praia x Período x Ponto | 2 | 13.946 | 6.973 | 1.5508 | 0.223 |

Legenda:
 DF: Degrees Of Freedom (Graus de Liberdade) – quantidade de valores independentes usados no cálculo.
 SS: Sum Of Squares (Soma dos Quadrados) – soma das diferenças quadradas entre os dados e a média (variabilidade total).
 MS: Mean Square (Quadrado Médio) – variância média de cada fator (SS/DF).
 F: F-value (Estatística F) – relação entre a variância explicada pelo fator e a variância do erro.
 P: P-value (Valor-p) – probabilidade de o resultado ocorrer ao acaso, valores baixos (<0,05) indicam efeito significativo.

Elaboração e Organização: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

As análises estatísticas revelaram diferenças significativas entre as praias, bem como na interação praia x ponto, indicando que a variação entre os pontos de coleta depende da praia analisada. De modo geral, verificou-se que a praia da Costa apresentou maior quantidade de microplásticos nas áreas perturbadas, enquanto na praia de Aruana não houve diferença expressiva entre os pontos.

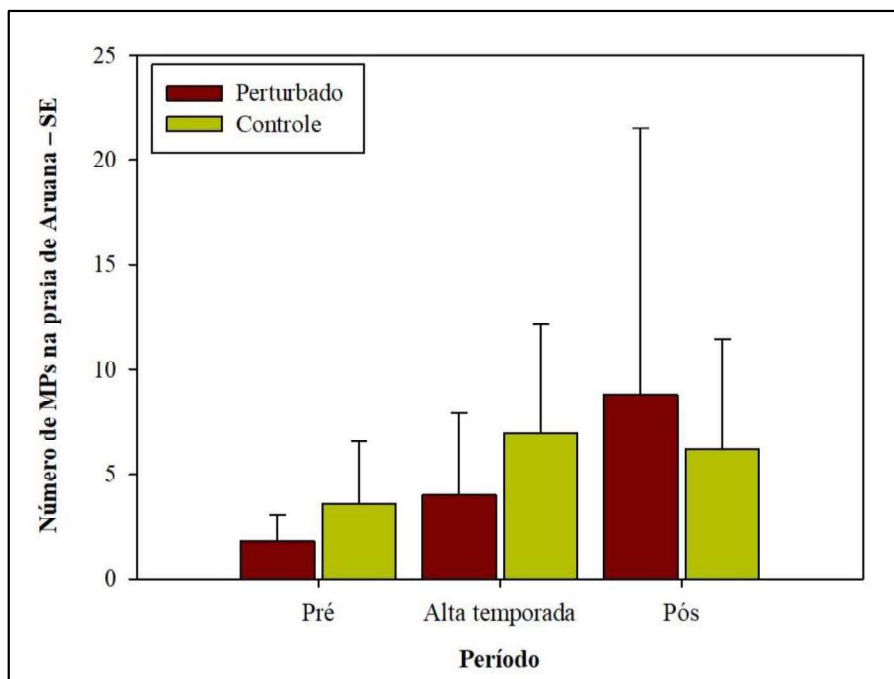
Além disso, constatou-se que os períodos de coleta não influenciaram de forma estatisticamente relevante o quantitativo de partículas encontradas, sugerindo que as oscilações entre pré-temporada, alta temporada e pós-temporada podem estar associadas à variabilidade natural do ambiente, como maré, ventos e transporte sedimentar.

2.3.4 TURISMO E PRESENÇA DE MPS – HIPÓTESE CENTRAL

Com base nos achados da ANOVA e nos padrões visuais observados, foram detalhados os resultados com base na hipótese central do estudo: o aumento dos turistas nas praias decorrente do período contribui significativamente para o aumento da concentração de micropartículas sintéticas, especialmente microplásticos provenientes de vestuários e descartáveis, intensificando os impactos ambientais em áreas naturais. Todos os gráficos seguiram o mesmo padrão de organização, incluindo a identificação das praias analisadas, os três períodos de coleta e os dois pontos amostrais.

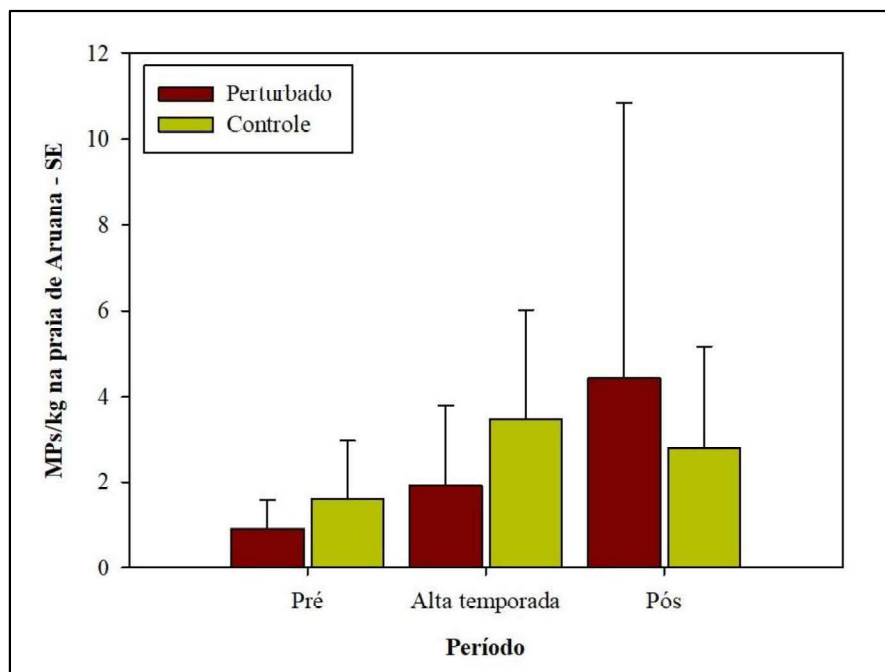
O Gráfico 1 apresenta a abundância de microplásticos na praia de Aruana, evidenciando crescimento em ambos os pontos ao longo dos períodos, embora sem diferenças estatisticamente significativas entre eles. Observa-se, no entanto, maior quantitativo no ponto perturbado durante o pós-temporada, o que pode sugerir um possível acúmulo de microplásticos após o período de maior atividade turística.

Gráfico 1. Abundância de MP na praia de Aruana – SE.



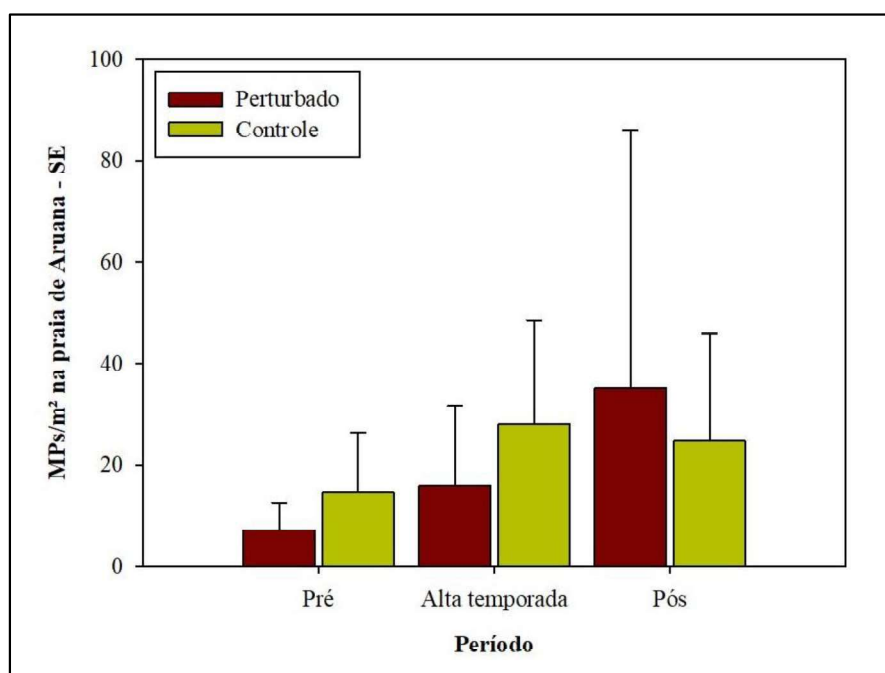
Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

A densidade por massa da praia de Aruana (Gráfico 2) destacou o ponto perturbado no período pós-temporada, enquanto na alta temporada, o ponto de controle apresentou densidade superior. Dado que o fator período não apresentou significância na ANOVA, esses padrões parecem refletir a variabilidade natural do ambiente costeiro, marcada pela ação da maré, ventos e fluxo de sedimentos, que pode redistribuir partículas sem indicar mudanças reais na entrada de microplásticos.

Gráfico 2. Densidade por massa (MPs/kg) na praia de Aruana - SE.

Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

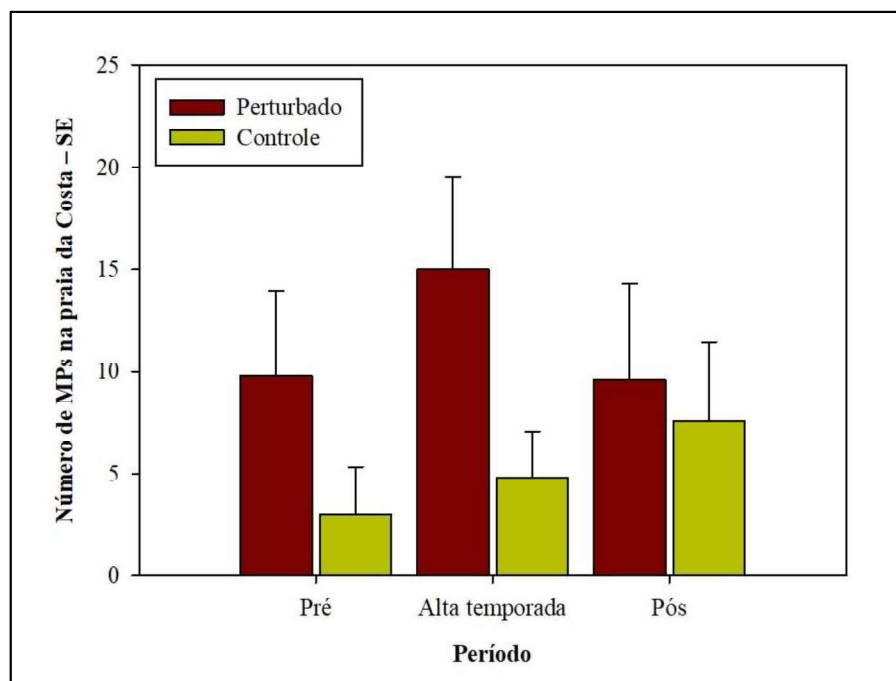
No Gráfico 3, observa-se maior densidade por área no ponto perturbado (≈ 35 MPs/m²), um padrão visual que sugere distribuição heterogênea típica de locais com maior movimentação humana e descarte irregular. Contudo, como não houve diferença significativa entre os pontos, essa variação deve ser interpretada com cautela e pode refletir apenas a dinâmica natural de deposição e redistribuição de partículas no ambiente costeiro.

Gráfico 3. Densidade/área (MPs/m²) na praia de Aruana - SE.

Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

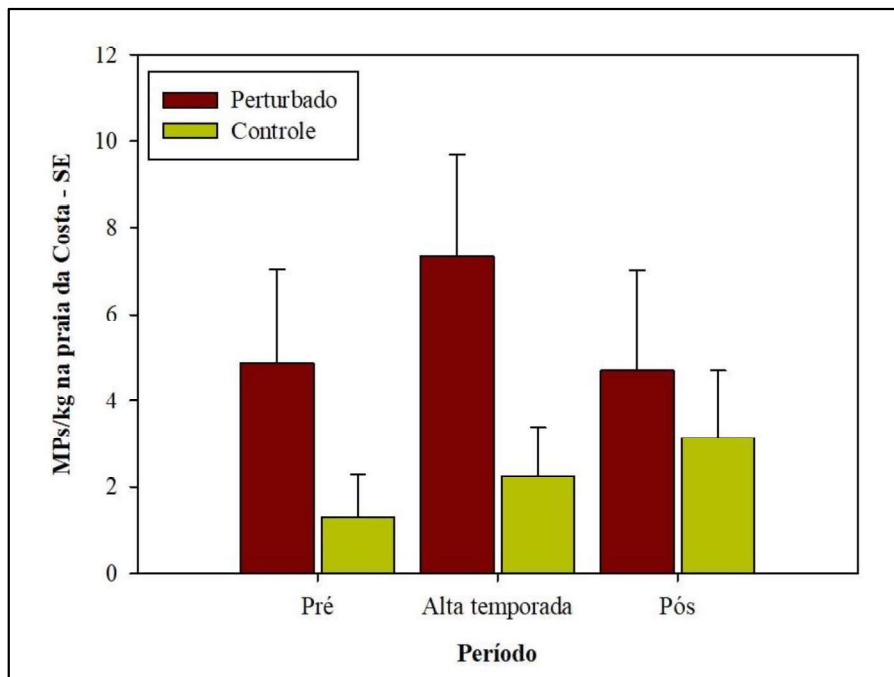
Na praia da Costa, observou-se comportamento mais consistente e marcado. A abundância de partículas (Gráfico 4) foi maior no ponto perturbado em todos os períodos, com pico durante a alta temporada, sugerindo forte relação entre presença humana e incremento de microplásticos.

Gráfico 4. Abundância de MP na praia da Costa – SE.



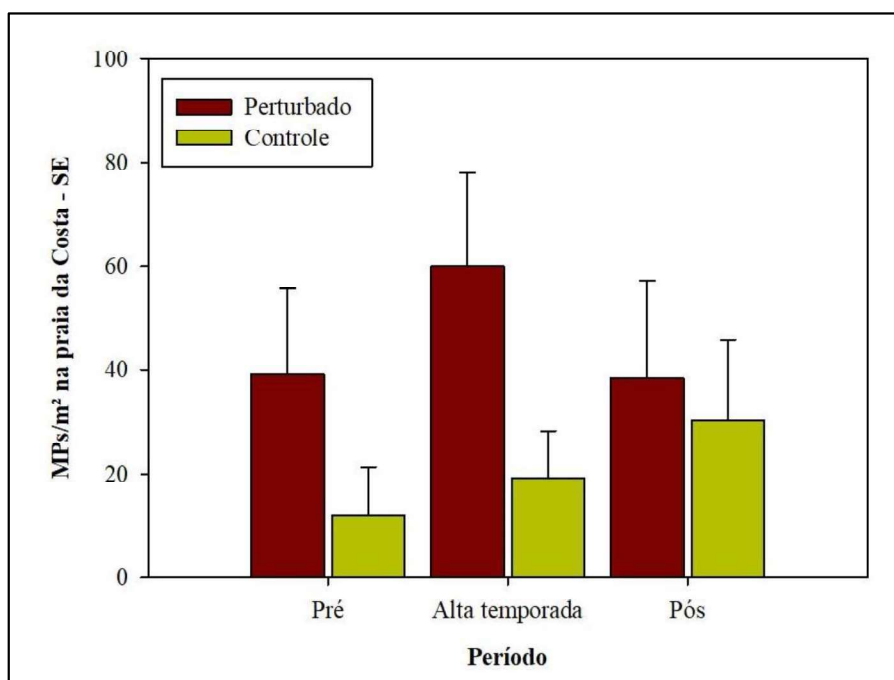
Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

O Gráfico 5 mostra que a densidade por massa na praia da Costa apresentou valores consistentemente maiores no ponto perturbado em todos os períodos, atingindo cerca de 7 MPs/kg na alta temporada. No período de pós-temporada houve redução, embora os valores permanecessem superiores aos do ponto controle, reforçando o impacto do turismo na intensificação da contaminação.

Gráfico 5. Densidade por massa (MPs/kg) na praia da Costa – SE.

Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

De forma semelhante, a densidade por área (Gráfico 6) registrou os maiores valores no ponto perturbado, com pico durante a alta temporada. Mesmo com leve redução no pós-temporada, os níveis seguiram acima dos observados no ponto controle.

Gráfico 6. Densidade/área (MPs/m²) na praia da Costa – SE.

Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

Embora os gráficos apresentem variações entre os períodos, a análise estatística não identificou diferenças significativas entre as coletas. Assim, é possível que as flutuações observadas estejam associadas à variabilidade natural do ambiente ou a fatores ambientais pontuais. Ainda assim, os padrões observados, principalmente na praia da Costa, reforçam a hipótese de que a intensificação da presença de turistas contribui para o aumento dos microplásticos, destacando a necessidade de estratégias de gestão e mitigação direcionadas a períodos de maior fluxo de visitantes.

Alguns aspectos são fundamentais para a interpretação dos resultados, destacando-se a influência das atividades turísticas sobre a ocorrência de microplásticos. Observa-se que a presença de turistas, associada à instalação de estruturas voltadas ao lazer e ao comércio, contribui para o aumento de partículas, especialmente após os períodos de maior visitação. Além disso, fatores como a massa do sedimento, o impacto residual de plásticos já presentes no ambiente, o caráter persistente das partículas de microplástico, que dificulta o retorno dos níveis de contaminação aos valores anteriores ao uso turístico intensificado, são aspectos que ajudam a explicar os padrões observados.

No caso da praia de Aruana, não foram observadas diferenças significativas entre o ponto controle e o ponto perturbado em nenhuma das métricas analisadas. Embora os valores máximos tenham ocorrido no período pós-temporada, atingindo aproximadamente 35 MPs/m² na densidade por área no ponto perturbado (Gráfico 3), esse comportamento não se repetiu de forma consistente nos demais períodos. Isso sugere que as variações registradas podem estar mais associadas a processos naturais de transporte ou dinâmica costeira do que o uso turístico. Dessa forma, Aruana apresentou menor influência antrópica direta, reforçando a ideia de que fatores ambientais podem ter maior peso na distribuição dos microplásticos ao longo do tempo.

Por outro lado, na praia da Costa, observou-se um comportamento bem marcado e oposto ao de Aruana: o ponto perturbado apresentou valores mais elevados em todas as métricas avaliadas. O pico de abundância ocorreu durante a alta temporada, conforme ilustrado no Gráfico 4, e o padrão se repetiu na densidade por massa (Gráfico 5) e na densidade por área (Gráfico 6), ambas com seus maiores valores também nesse período. A consistência desse comportamento reforça a influência direta do turismo sobre o acúmulo de microplásticos, já que a alta concentração coincide com o período de maior fluxo de visitantes e maior uso comercial da faixa de praia.

Embora a ANOVA não tenha identificado diferenças significativas entre os períodos, os padrões observados apontam para influências associadas ao fluxo turístico,

especialmente quando considerados os valores mais elevados no ponto perturbado da praia da Costa.

2.3.5 INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS SEDIMENTARES

Outro fator a ser discutido é a influência das características sedimentares na concentração das partículas. A porosidade corresponde à relação entre o volume de espaços vazios existentes entre os grãos de um sedimento e o seu volume total e esses vazios, denominados espaços intersticiais (Barros, 2006), exercem influência direta tanto na disposição de organismos (Giere, 2009; Cruz, 2025) quanto de micropartículas presentes no ambiente sedimentar.

No contexto deste estudo, a composição sedimentar foi considerada de granulometria de grãos muito finos e finos na praia de Aruana (Cruz, 2023) e areia fina na praia da Costa (Santos *et al.*, 2024) e mesmo sem a realização de uma análise granulométrica formal, considerou-se que não houve variação significativa nos grãos, mantendo-se de acordo com a caracterização sedimentar observada nas praias e em estudos prévios.

Essa avaliação foi reforçada pela ausência de intervenções capazes de alterar a granulometria, como ações de engorda artificial da faixa de areia, que poderiam introduzir novos materiais e modificar a composição granulométrica original do sedimento (Lima, 2025). Dessa forma, esse fator não pode ser considerado como um elemento de influência direta na dispersão das partículas, uma vez que, apesar das variações no peso das amostras entre os períodos, o espaço intersticial permaneceu inalterado.

2.3.6 PAPEL DA GESTÃO DE RESÍDUOS E DA LIMPEZA DAS PRAIAS

O descarte inadequado de resíduos plásticos é uma fonte evidente e visível de impacto, sendo sua consequência perceptível a olho nu, no entanto, este trabalho propôs um olhar mais aprofundado sobre as consequências decorrentes do aumento desse descarte inicial, impactos menos perceptíveis visualmente, mas igualmente significativos, como a geração de microplásticos (Caixeta e Girard, 2025). Assim, o estudo buscou mensurar esses efeitos a partir da identificação e quantificação dessas micropartículas, resultantes, em grande parte, da fragmentação de resíduos plásticos lançados no ambiente. Além disso, destaca-se que não apenas o descarte direto é problemático: a simples presença humana já pode representar uma fonte de poluição, a partir das alterações provocadas no ambiente natural.

O uso de produtos cosméticos durante a permanência nas praias gera poluição, já que as partículas de MPs são inseridas nesses produtos por parte da indústria, apesar de algumas empresas já estarem retirando de sua composição e já terem legislações que proíbem também (Pinão *et al.*, 2024), entre outros fatores que, juntos, contribuem para a degradação da qualidade ambiental do litoral.

Nesse contexto, merece destaque o papel do gerenciamento de resíduos sólidos. Como já mencionado ao longo do estudo e neste capítulo, uma das formas de entrada dos microplásticos no ambiente é por meio da degradação de resíduos plásticos maiores previamente depositados no local por meio das atividades que acontecem no entorno. Com isso, a gestão integrada do espaço costeiro torna-se fundamental, uma vez que contribui para organizar as atividades humanas e prevenir potenciais disputas socioambientais, o que reforça a necessidade de estratégias contínuas nessas áreas (Silva *et al.*, 2016).

Essa realidade foi observada durante as coletas e considerada após a análise dos dados. Na praia de Aruana, por exemplo, constatou-se que a área perturbada conta com ações de limpeza promovidas pelos próprios restaurantes, geralmente por meio de rastelos nas áreas de uso dos clientes. Já no ponto controle, a limpeza é realizada pela prefeitura, por meio da EMSURB - Empresa Municipal de Serviços Urbanos (Figura 14), que amontoa os resíduos em pontos específicos, para posteriormente recolher (Figura 15).

Figura 14. Postagem da Prefeitura de Aracaju sobre a limpeza da praia realizada pela EMSURB.



Fonte: Redes sociais (Instagram) (2025).

Figura 15. Resíduos agrupados na praia de Aruana - SE.



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

Na praia da Costa, um padrão semelhante foi verificado na área perturbada, onde maquinários para auxílio da limpeza foram observados (Figura 16); no entanto, no ponto controle, não foram observadas evidências de ações de limpeza durante o período de coleta, pelo contrário, foram observados acúmulos de resíduos (Figura 17), influenciando diretamente na permanência e acúmulo de resíduos na faixa de areia.

Figura 16. Equipamento utilizado no auxílio à limpeza de resíduos na Praia da Costa.



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

Figura 27. Resíduos plásticos observados na faixa de areia da Praia da Costa, ponto controle.



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

2.3.7 FONTES EXTERNAS E POLUIÇÃO DIFUSA

Além das fontes terrestres associadas ao turismo, ao descarte inadequado e ao uso de produtos de cuidado pessoal, como aqueles destinados ao tratamento, hidratação da pele, esfoliação ou limpeza da pele (Vargas *et al.*, 2022), os quais frequentemente incluem microplásticos primários, como *pellet*, apesar das regulações recentes que restringem o seu uso, estudos apontam que os microplásticos chegam ao ambiente marinho também por descarga de rios e atividades como pesca, navegação e transporte marítimo, ainda que em menor proporção. Além disso, a dispersão também é favorecida

por processos naturais, como ondas e ventos (Horsman, 1982; Derraik, 2002; Browne, Galloway e Thompson, 2010; Andrady, 2011; Escrobot, 2023; Oliveira *et al.*, 2023).

Em períodos chuvosos, o escoamento superficial intensifica essa entrada também, transportando resíduos para os rios e, posteriormente, para as praias, inclusive em áreas menos urbanizada (Santos; Friedrich e Ivar do Sul, 2009; Andrades *et al.*, 2016; Brito e Rocha, 2023). No contexto analisado, merece especial atenção o escoamento superficial identificado no ponto perturbado da praia da Costa, em uma das entradas de acesso à faixa de areia.

Em julho de 2025, esse mesmo local foi palco de um incidente ambiental, quando uma mancha de borra asfáltica proveniente de uma obra de pavimentação se espalhou pela praia por possível decorrência das chuvas (Figura 18). O episódio gerou preocupação entre moradores e comerciantes, sobretudo pelos potenciais reflexos sobre a atividade turística. Em nota oficial, a Prefeitura informou que medidas emergenciais de limpeza e mitigação foram adotadas, além da responsabilização da empresa executora da obra pelos danos ambientais (G1 Sergipe, 2025).

Figura 38. Mancha de óleo em trecho da Praia da Costa, Barra dos Coqueiros.



Fonte: Redes sociais (G1 Sergipe, 2025)

Esse episódio evidencia a necessidade de estudos ambientais prévios para qualquer intervenção realizada em áreas sensíveis, assim como a importância de considerar o estado pré-existente do ambiente. O escoamento superficial representa um

vetor significativo de contaminação (Baptista Neto e Fonseca, 2011; Rangel, Lopes Júnior e Roberti, 2021), carreando resíduos orgânicos, micropartículas e poluentes associados aos materiais utilizados em obras de infraestrutura e como consequência, contribui para o acúmulo de microplásticos (Fonseca, 2024). Situações como essa demonstram a complexidade da poluição difusa, de difícil rastreamento e mitigação.

2.3.8 RISCOS BIOLÓGICOS E BIOACUMULAÇÃO

A contaminação por microplásticos acarreta preocupações adicionais relacionadas à bioacumulação e aos riscos biológicos, uma vez que tais partículas podem ser ingeridas por organismos bentônicos e, posteriormente, transferidas ao longo da cadeia alimentar (Castro, Silva e Araújo, 2018; Escrobot, 2023). Embora existam caminhos possíveis para mitigar esses efeitos, sua efetiva implementação encontra entraves por exigir soluções integradas que articulem simultaneamente as esferas social, ambiental e econômica, o que frequentemente dificulta a adoção de estratégias eficazes.

Por fim, destaca-se o caráter persistente dos microplásticos, que dificulta o retorno dos níveis de contaminação aos valores anteriores à intensificação do uso turístico. Essa constatação reforça a necessidade de refletir sobre as metas traçadas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial o ODS 14, voltado à proteção dos ecossistemas marinhos (ONU, 2015). Além disso, a contaminação por MPs também se relaciona ao ODS 12, que busca incentivar padrões responsáveis de produção e consumo (ONU, 2015). O estudo evidencia que os padrões insustentáveis da sociedade têm gerado impactos ambientais e à saúde humana, e que sua mitigação depende de soluções integradas entre esferas social, ambiental e econômica.

Diante do exposto, compreende-se que, embora a atividade turística tenha sido utilizada como eixo central da hipótese neste estudo, ela representa também um setor fundamental para a economia local. Torna-se essencial buscar alternativas que conciliem desenvolvimento e sustentabilidade, destacando a necessidade de políticas públicas voltadas à gestão costeira integrada, aliadas a campanhas educativas e ao fortalecimento da fiscalização sobre resíduos sólidos.

2.3.9 CARACTERIZAÇÃO DOS MPs: COLORAÇÃO E FORMATO

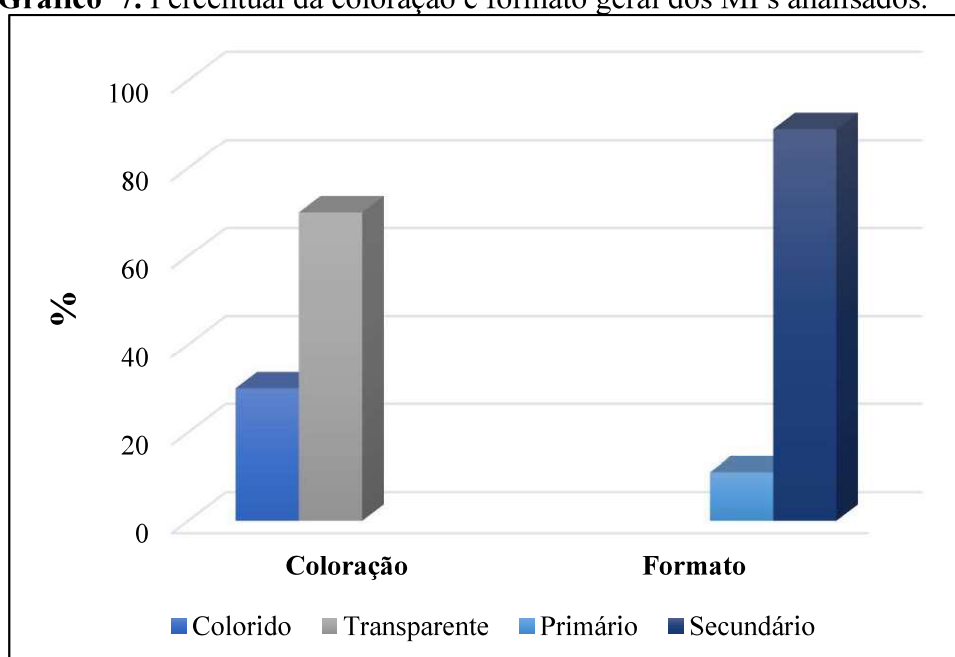
Por fim, outro aspecto analisado neste estudo refere-se à caracterização dos microplásticos quanto à coloração e ao formato. Esses dados foram apresentados em termos percentuais, considerando o conjunto total das amostras, sem distinção entre

praias, períodos ou pontos de coleta. Essa abordagem busca identificar quais categorias apresentaram maior ocorrência geral, contribuindo para a compreensão de sua possível origem. De modo geral, a análise do formato dos microplásticos permite diferenciar se as partículas são primárias, como *pellets*, ou secundárias, resultantes da fragmentação de plásticos de maior dimensão, sendo encontrados predominantemente sob a forma de filamentos ou fragmentos.

A compreensão da coloração das partículas é de extrema importância, pois está diretamente relacionada aos pigmentos e aditivos presentes nos polímeros, podendo influenciar o comportamento e o tempo de permanência no ambiente (Cruz, 2025). A persistência de uma partícula está vinculada à resistência do polímero, e que durante o processo de degradação podem ocorrer liberações de aditivos e corantes, utilizados originalmente para conferir características específicas a cada plástico (Van Cauwenberghe *et al.*, 2015). Estudos indicam que microplásticos podem atuar como vetores de substâncias químicas, incluindo metais pesados, especialmente quando expostos à radiação solar e outros fatores ambientais, capazes de contaminar o solo e, por consequência, os organismos que nele vivem (Liu *et al.*, 2020).

O Gráfico 7 apresenta a distribuição percentual dessas características, evidenciando o predomínio de partículas transparentes e de tipo secundário, o que sugere que a maior parte dos microplásticos identificados decorre do processo de degradação de resíduos plásticos previamente depositados no ambiente.

Gráfico 7. Percentual da coloração e formato geral dos MPs analisados.



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

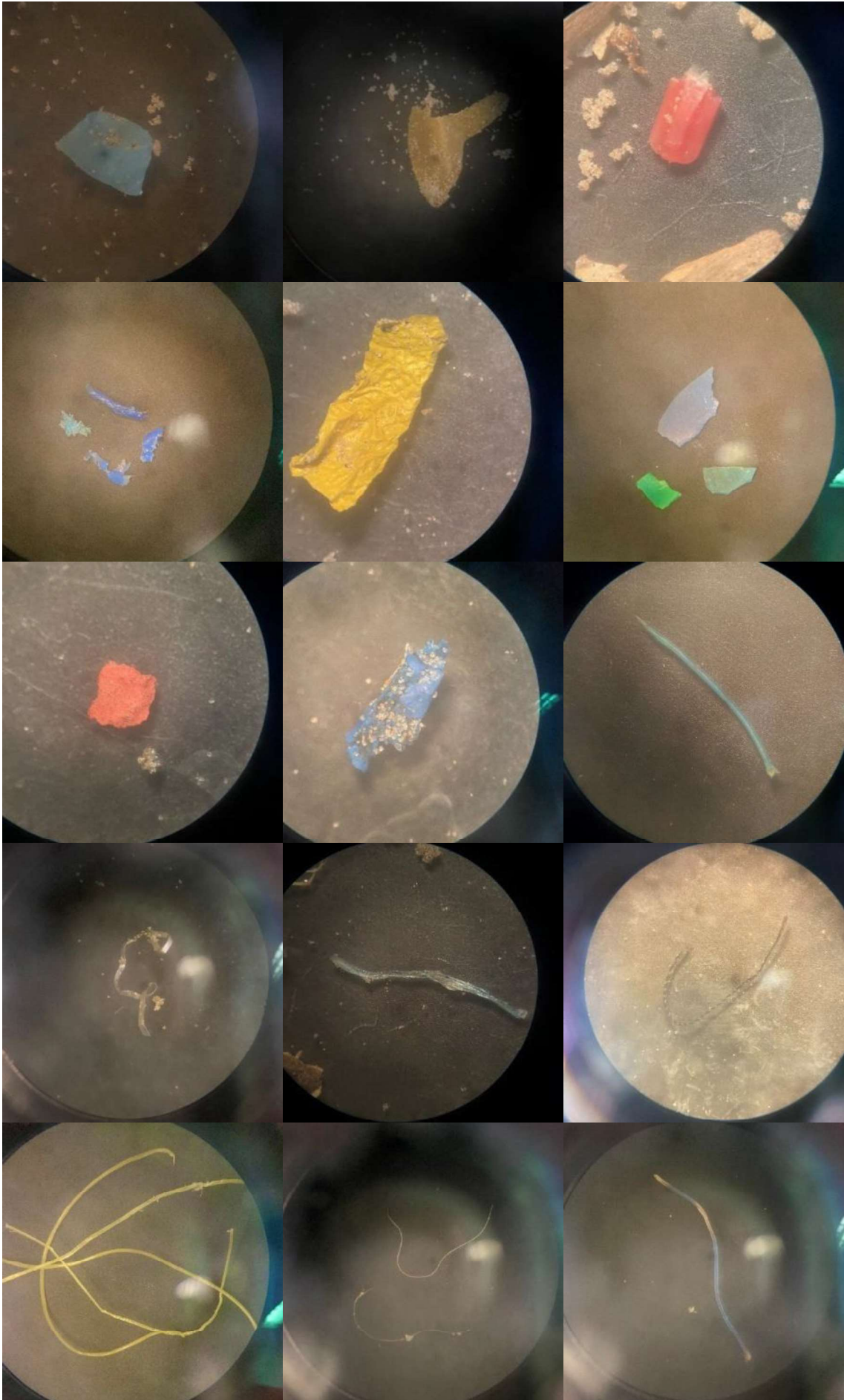
Além do risco de contaminação química, destaca-se o problema da ingestão direta por parte dos organismos. Partículas de coloração mais escura, por exemplo, podem ser confundidas com alimento e ingeridas por diferentes espécies marinhas (Lavers e Bond, 2016; Silva-Cavalcanti *et al.*, 2017). Por apresentarem baixa densidade, essas partículas também possuem maior facilidade de dispersão, espalhando-se rapidamente por meio do vento, do esgoto ou das correntes oceânicas, o que amplia sua distribuição para além do sedimento e por todo o ambiente costeiro (Martinez; Maamaatuaiahutapu e Taillandier, 2009; Browne *et al.*, 2011; Dutra e Maia, 2023).

Uma vez inseridas no ecossistema aquático, as consequências podem ser ainda mais graves: por se tratar de materiais sintéticos, não ocorre digestão após a ingestão, ocasionando acúmulo no trato intestinal e criando barreiras físicas que impedem a absorção adequada de nutrientes (Wright; Thompson e Galloway, 2013). Além disso, podem se acumular nas brânquias (Avio; Gorbi e Regoli, 2017) e afetar o metabolismo, comprometendo inclusive processos reprodutivos de diversas espécies (Watts *et al.*, 2015).

Com base nos dados apresentados no Gráfico 7, verificou-se que a coloração predominante dos microplásticos foi a transparente (70%), em contraste com 30% de partículas coloridas (Figura 19), sendo a cor azul e preta a mais representativa entre estas. Esse resultado vai ao encontro do estudo de Amorim e Torres (2023), que também identificaram maior ocorrência de microplásticos transparentes e azuis.

Figura 19. Partículas coloridas de MPs encontradas nas amostras.





Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2024/2025).

De modo semelhante, Curty *et al.* (2024) apontaram a persistência da cor azul e preta em suas análises e Dutra e Maia (2023) da cor azul. No caso específico de Dutra e Maia (2023), os autores associaram essa coloração à fragmentação de tampas de garrafas PET presentes no ambiente, achado que corrobora os resultados do presente estudo, no qual tampas plásticas foram observadas durante as coletas (Figura 20).

Figura 20. Tampas de garrafas PET identificadas nas amostras das praias de Aruana e da Costa, Sergipe.



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2025).

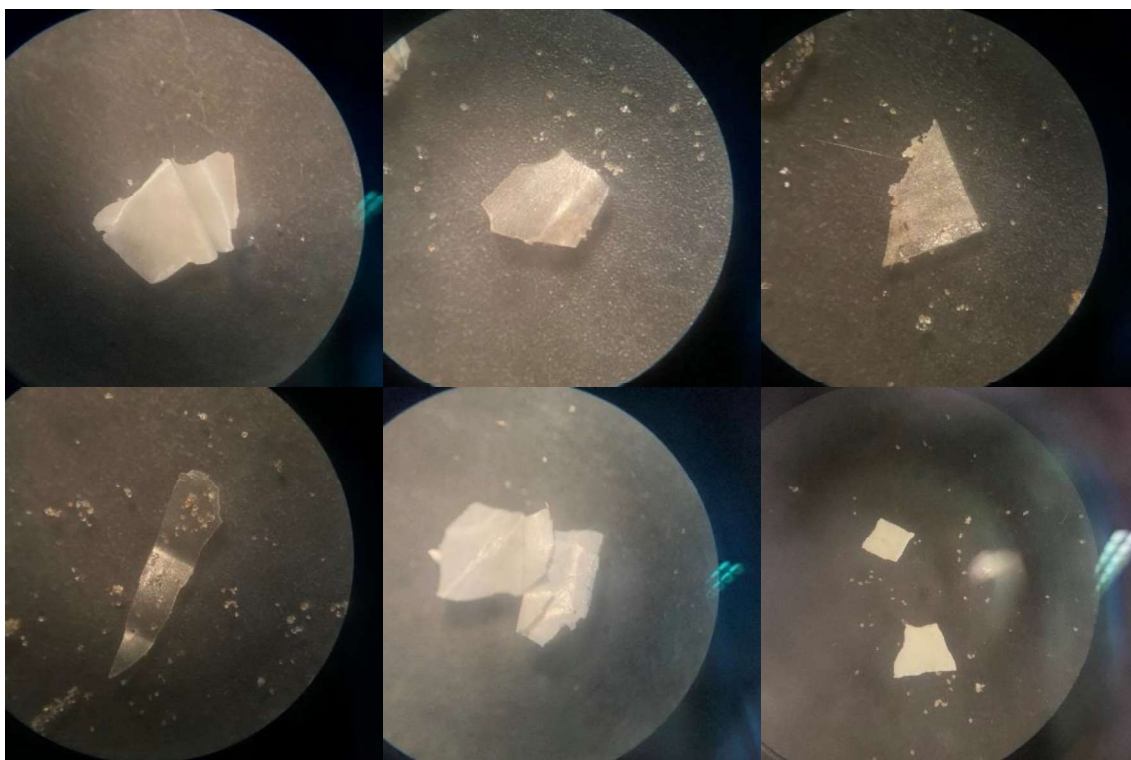
A predominância da cor azul entre as partículas coloridas foi igualmente relatada por Curty *et al.* (2024), que relacionaram sua origem ao desgaste de artefatos utilizados nas atividades de pesca, como cordas compostas por poliamida nas cores azul e preta. Embora a pesca não constitua uma atividade de destaque na região analisada, tal resultado não exclui a presença dessas partículas, considerando-se sua elevada capacidade de dispersão no ambiente costeiro.

O formato das partículas, por sua vez, também fornece um indicativo relevante acerca de sua possível origem. As partículas primárias, conhecidas como *pellets*, possuem formato esférico, geralmente com até 5 mm de diâmetro, e são produzidas pela indústria para utilização em processos de fabricação. Já as partículas secundárias resultam da fragmentação de plásticos maiores e podem apresentar-se como fragmentos, fibras ou filamentos.

No presente estudo, verificou-se a predominância de partículas secundárias (89%) em relação às primárias (11%), com destaque para os fragmentos (Figura 21), resultado semelhante ao observado por Dutra e Maia (2023). A coleta que apresentou maior número de *pellets* foi a realizada durante a alta temporada, com registro de 20

partículas, possivelmente associadas ao tipo de produtos utilizados naquele período, já que esse comportamento também foi descrito por Dutra e Maia (2023), que relacionaram a presença desses materiais, por exemplo, ao uso de *glitter* em épocas festivas, como o carnaval. Segundo Cruz (2025), os formatos mais recorrentes nos estudos sobre a temática são fragmentos, fibras e filamentos, sendo que as fibras podem ter origem em tecidos de roupas liberados por meio do esgoto doméstico, além de materiais relacionados à pesca, como redes confeccionadas em poliamida.

Figura 21. Microplásticos em formato de fragmento encontrados nas análises.



Fonte: Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira (2024/2025).

Assim, os resultados referentes à coloração e ao formato das partículas sugerem que a maior parte dos microplásticos encontrados tem origem na fragmentação de resíduos plásticos já presentes no ambiente, como descartáveis e tampas de garrafas. A predominância de partículas transparentes e azuis, bem como de fragmentos secundários, reforça o caráter persistente desses materiais e evidencia a relação entre a intensificação do uso turístico e o acúmulo de resíduos no ambiente costeiro.

Diante da análise dos dados e da discussão apresentada, torna-se imprescindível compreender que a ação humana impacta o ambiente de diversas formas, incluindo os ecossistemas costeiros, e que a contaminação decorrente do descarte inadequado de resíduos representa uma das principais fontes de poluição, afetando tanto ambientes marinhos quanto terrestres e trazendo riscos à vida e à saúde de seres humanos e animais

(Brito, 2023). Tal cenário leva à reflexão sobre o papel da sociedade em relação ao meio ambiente, em especial ao ambiente costeiro, cuja relevância está associada não apenas à sua beleza cênica e ao lazer que proporciona, mas também à responsabilidade de preservação que demanda.

Nesse contexto, o presente estudo buscou frisar a atividade turística como uma prática que, embora relevante para a economia local, vem contribuindo negativamente para o ambiente, servindo como alerta e, ao mesmo tempo, como instrumento de conscientização. Essa perspectiva também é defendida por Brito (2023) em pesquisas realizadas em Sergipe, nas quais se destaca a importância da produção científica como ferramenta para mitigar os impactos observados. Para tanto, iniciativas como o monitoramento dos resíduos, a revisão e o aprimoramento das políticas públicas voltadas à redução da poluição, bem como o fortalecimento da Educação Ambiental (EA), são fundamentais para a construção de um cenário mais sustentável.

Além disso, destaca-se que a poluição por MPs constitui um problema ambiental relevante, não apenas pelas concentrações encontradas, mas também pela facilidade com que interagem com outros poluentes ambientais, o que reforça a necessidade de ampliar a base de dados científicos a fim de subsidiar políticas públicas mais eficazes na prevenção da chegada de resíduos plásticos aos oceanos e na mitigação dos riscos associados a esses pequenos polímeros (Curty, 2024).

Diante do que foi exposto, compreende-se que os resultados deste estudo não apenas evidenciam os impactos antrópicos sobre as praias analisadas, mas também reforçam a urgência de estratégias integradas que conciliem desenvolvimento, turismo e sustentabilidade, aspectos que serão retomados na conclusão.

2.4 Conclusão

Diante do que foi exposto, torna-se evidente que a relação entre turismo e ambiente costeiro demanda atenção contínua, especialmente frente ao avanço da poluição por microplásticos. Ao investigar de que maneira as atividades turísticas influenciam a ocorrência dessas partículas nas praias de Aruana e da Costa, o estudo confirmou que a presença humana exerce papel relevante na intensificação da contaminação ambiental, ainda que de forma distinta entre os locais analisados.

Os resultados revelaram padrões constantes entre as duas praias: enquanto Aruana apresentou variações pouco expressivas entre os pontos controle e perturbado, a praia da Costa demonstrou maior sensibilidade às pressões turísticas, registrando

abundância e densidade mais elevadas nos trechos de maior fluxo de visitantes. A interação significativa entre os fatores praia e ponto reforça que a influência turística não ocorre de maneira homogênea ao longo da costa, respondendo a particularidades estruturais e de uso de espaço. Além disso, embora os períodos de coleta não tenham apresentado diferenças estatísticas significativas, a tendência observada nos gráficos sugere que o aumento de visitantes pode intensificar o acúmulo de microplásticos, especialmente em áreas com infraestrutura turística consolidada.

Diante desse cenário, o estudo evidencia a necessidade de aprimorar ações de gestão costeira, integrando fiscalização, planejamento do uso turístico e estratégias de mitigação voltadas ao controle de resíduos. Programas contínuos de Educação Ambiental, com consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente os ODS 12 e 14, representam instrumentos essenciais para promover a corresponsabilidade entre turistas, comerciantes e poder público.

Assim, conclui-se que a sustentabilidade do turismo na região litorânea depende da articulação entre conservação ambiental e desenvolvimento econômico. A adoção de políticas públicas integradas, o monitoramento permanente da qualidade ambiental e a conscientização coletiva são fundamentais para assegurar que praias como Aruana e da Costa permaneçam espaços de lazer, biodiversidade e bem-estar, sem comprometer sua integridade ecológica frente à crescente pressão turística.

2.5 REFERÊNCIAS

ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 8, p. 1596-1605, 2011.

AU, S. Y.; LEE, C. M.; WEINSTEIN, J. E.; HURK, P. V. D.; KLAINÉ, S. J. Trophic transfer of microplastics in aquatic ecosystems: identifying critical research needs. **Integrated environmental assessment and management**, v. 13, n. 3, p. 505-509, 2017.

AVIO, C. G.; GORBI, S.; REGOLI, F. Plastics and microplastics in the oceans: from emerging pollutants to emerged threat. **Marine environmental research**, v. 128, p. 2-11, 2017.

BAPTISTA NETO, J. A.; DA FONSECA, E. M.. Variação sazonal, espacial e composicional de lixo ao longo das praias da margem oriental da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro) no período de 1999-2008. **Journal of Integrated Coastal Zone Management/Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 11, n. 1, 2011.

BARROS, J. G. C. **Glossário de termos geológicos e ambientais aplicados às geociências**. Brasília: ESMPU, 2006.

BENI, M. C. **Análise estrutural do turismo**. São Paulo: Senac. 2000.

BESLEY, A.; VIJVER, M. G.; BEHRENS, P.; BOSKER, T. A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. **Marine pollution bulletin**, v. 114, n. 1, p. 77-83, 2017.

BRITO, E. K.; ROCHA, J. A. M. R. Perturbações antrópicas e poluição por lixo marinho no litoral sul de Aracaju: comportamento social e ações públicas como fatores de degradação ambiental. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 56, n. 2, p. 72-84, 2023.

BRITO, E. K.; ROCHA, J. A. M. R. Perturbações antrópicas e poluição por lixo marinho no litoral sul de Aracaju: comportamento social e ações públicas como fatores de degradação ambiental. **Arquivos Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 56, n. 2, 2023.

BROWNE, A. B.; CRUMP, P.; NIVEN, S. J.; TEUTEN, E.; TONKIN, A.; GALLOWAY, T.; THOMPSON, R. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. **Environmental science & technology**, v. 45, n. 21, p. 9175-9179, 2011.

BROWNE, M. A.; GALLOWAY, T. S.; THOMPSON, R. C. Spatial patterns of plastic debris along estuarine shorelines. **Environmental science & technology**, v. 44, n. 9, p. 3404-3409, 2010.

CAIXETA, D. S.; GIRARD, P. Microplásticos nos ecossistemas: métodos usados para detecção e identificação. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 12, n. 30, p. 59-76, 2025.

CASTRO, R. O.; SILVA, M. L. da; ARAÚJO, F. V. de. Review on microplastic studies in Brazilian aquatic ecosystems. **Ocean & Coastal Management**, v. 165, p. 385-400, 2018.

CRUZ, E. M. T. da; ALMEIDA, F. R. de. Exposição a nano e microplásticos e seus impactos na saúde humana: uma revisão da literatura. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 6, p. 2355-2375, 2023.

CRUZ, F. S. Composição meiofaunística da praia de Ponta Negra, Natal–RN: primeiros registros. 2025. 44f. **Trabalho de conclusão de curso** (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Campina Grande, Cuité - PB, 2025.

CRUZ, I. D. M. Distribuição e caracterização dos microplásticos em ambientes deposicionais na região litorânea e marinha da Paraíba, NE Brasil. 2025. 54f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2025.

CURTY, A. F.; SILVA, S. R.; CYPRIANO, A. L. C.; ELK, A. G. H. P.; SALOMÃO, A. L. S. Análise comparativa de dois protocolos de extração para quantificação de microplásticos em sedimentos inconsolidados de praias costeiras. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 10, p. e8584-e8584, 2024.

DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine pollution bulletin**, v. 44, n. 9, p. 842-852, 2002.

DOWARAH, K.; DEVIPRIYA, S. P. Microplastic prevalence in the beaches of Puducherry, India and its correlation with fishing and tourism/recreational activities. **Marine Pollution Bulletin**, v. 148, p. 123-133, 2019.

DUTRA, K. A. A.; MAIA, R. C. Caracterização dos microplásticos encontrados na zona entremarés do parque nacional de Jericoacoara, Ceará, Brasil. **Arquivo Ciências do mar**. v. 56, n. 2, p. 1-15. 2023.

FONSECA, V. Dinâmica e influência de fatores ambientais e antrópicos no transporte e distribuição de microplásticos no estuário do rio Tramandaí. 2024. 103f. **Dissertação (Mestrado em química)**. Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024.

G1 Sergipe. Mancha de borra asfáltica assusta moradores na Praia da Costa, em Barra dos Coqueiros. G1, 5 jul. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/2025/07/05/produto-asfaltico-provoca-mancha-em-trecho-da-praia-da-costa-na-barra-dos-coqueiros.ghtml>. Acesso em: 12 jul. 2025

GERCO SE. **Versão final do Plano de Gerenciamento Costeiro do estado de Sergipe**. Sergipe: [s. n.], 2019.

GESTEIRA, L. A. M. G. Expansão/especulação imobiliária e expropriação tributária: o caso do município de Barra dos Coqueiros/SE. 71f. **Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Direito)**. Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2023.

GIERE, O. Meiofauna Taxa: A Systematic Account. **Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic sediments**. 2ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, p. 103–234, 2009.

HORSMAN, P. V. The amount of garbage pollution from merchant ships. **Marine Pollution Bulletin**, v. 13, n. 5, p. 167-169, 1982.

LAVERS, J. L.; BOND, A. L. Selectivity of flesh-footed shearwaters for plastic colour: evidence for differential provisioning in adults and fledglings. **Marine Environmental Research**, v. 113, p. 1-6, 2016.

LIMA, C. D. S. Efeitos da obra de engorda na Praia de Ponta Negra: uma análise da percepção dos visitantes sobre as transformações no uso do espaço e nas dinâmicas do turismo. 2025. 36 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Turismo)** - Departamento de Turismo, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2025.

LIU, H.; LIU, K.; FU, H.; JI, R.; QU, X. Sunlight mediated cadmium release from colored microplastics containing cadmium pigment in aqueous phase. **Environmental Pollution**, v. 263, p. 114484, 2020.

LOURO, C. M. M. Perfis ecológicos de espécies e ecossistemas costeiros de Moçambique: Dunas costeiras. **Relatório de Investigação**, v. 3, p. 28, 2005.

MADRUGA, M. M. D.; MANSO, V. do A. V.; MADRUGA FILHO, J. D. Definição dos pontos de contorno da linha de preamar máxima e vulnerabilidade à erosão marinha do município de goiana-pe. **Estudos Geológicos**. v. 26, n. 2, p. 22-33, 2016.

MARTINEZ, E.; MAAMAATUAI AHUTAPU, K.; TAILLANDIER, V. Floating marine debris surface drift: convergence and accumulation toward the South Pacific subtropical gyre. **Marine pollution bulletin**, v. 58, n. 9, p. 1347-1355, 2009.

MASON, S. A.; GARNEAU, D.; SUTTON, R.; CHU, Y.; EHMANN, K.; BARNES, J.; FINK, P.; PAPA ZISSIMOS, D.; ROGERS, D. L. Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. **Environmental pollution**, v. 218, p. 1045-1054, 2016.

MELO, R. de S.; LINS, R. P. M.; ELOY, C. C. O impacto do turismo em ambientes recifais: caso praia Seixas-Penha, Paraíba, Brasil. **REDE-Revista Eletrônica do ProdeMa**, v. 8, n. 1, 2014.

MENDONÇA, Rita. Turismo ou meio ambiente: uma falsa oposição. **Turismo: impactos socioambientais**, v. 2, p. 19-25, 1996.

MIRANDA, I. T. de. Emissão de microplásticos para a atmosfera durante a degradação de máscaras descartáveis. 2024. 45 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Tecnológica)**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2024.

OLIVEIRA, A. da S.; COSTA, L. L.; LIMA, J. S.; COSTA, I. D. da; MACHADO, P. M.; ZALMON, I. R. Contaminação por microplásticos em praias arenosas no Brasil: uma revisão sistemática. **Oecologia Australis**, v. 27, n. 1, p. 1-21, 2023.

OLIVEIRA, A. S.; COSTA, L. L.; LIMA, J. S.; COSTA, I. D.; MACHADO, P. M.; ZALMON, I. R. Contaminação por microplástico em praias arenosas no Brasil: uma revisão sistemática. **Oecologia Australis**, v. 27, n. 1, p. 1-21, 2023.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Paris: ONU, 1948.

ONU Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 3 dez. 2024.

ONU, PNUMA. Transformando nosso mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. **Ambientalmente sustentável**, v. 25, n. 1, p. 171-190, 2018.

ONU. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: Nações Unidas, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>.

PATCHAIYAPPAN, A.; AHMED, S. Z.; DOWARA, K.; JAYAKUMAR, S.; DEVIPRIYA, S. P. Occurrence, distribution and composition of microplastics in the sediments of South Andaman beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v. 156, p. 111227, 2020.

PINAO, D. Z. ; COSTA, I. D. ; ZALMON, I. R. ; LIMA, J. S. ; MACHADO, P. M. Percepção popular sobre microplástico entre os frequentadores de praias do Espírito Santo, Brasil. In: **XXVIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica**, 2024, São José dos Campos. XXVIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 2024.

PREFEITURA DE ARACAJU. **Praias aracajuanas se destacam pela eficiência nas ações de limpeza** - Serviços urbanos. 2024. Disponível em:

https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/107137/praias_aracajuanas_se_destacam_pela_e_ficiencia_nas_acoes_de_limpeza.html. Acesso em: 5 dez. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARRA DOS COQUEIROS. **Reunião entre prefeitura e associação Voz da Ilha enfatiza limpeza e responsabilidade**. 2023. Disponível em: <https://barradoscoqueiros.se.gov.br/noticias/reuni%C3%A3o-entre-prefeitura-e-associa%C3%A7%C3%A3o-voz-da-ilha-enfatiza-limpeza-e-responsabilidade>. Acesso em: 5 dez. 2024.

RANGEL, A. M. A.; LOPES JÚNIOR, W. M.; ROBERTI, D. L. P. Poluição causada pela emissão de resíduos sólidos em alta temporada (verão) nas praias turísticas Grande e da Biscaia, Angra dos Reis–RJ. **Revista da ANPEGE**, v. 17, n. 33, p. 230-250, 2021. e-ISSN 1679-768X.

RANGEL-BUITRAGO, N.; ARROYO-OLARTE, H.; TRILLERAS, J.; ARANA, V. A.; MANTILLA-BARBOSA, E.; GRACIA, A.; MENDOZA, A. V.; NEAL, W. J.; WILLIAMS, A. T.; MICALLEF, A. Microplastics pollution on Colombian Central Caribbean beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v. 170, p. 112685, 2021.

RIBEIRO, M. P.; OLIVEIRA, M. M. C.; SANTOS, N. S.; VALENTIM, A. C. S. Revisão bibliográfica para adequação de uma metodologia de detecção do microplástico na goma e águas residuárias resultantes do processo de beneficiamento da mandioca. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, p. 119-135, 2020.

RODRIGUES, T. K.; BARRETO, S. de A.; SOUZA, E. S. de. Expansão urbana e dinâmica marinha da praia da costa no município de Barra dos Coqueiros-Sergipe. **Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento**, v. 1, p. 2854-2863, 2017.

ROSA, L. C. da. Macroinfauna intermareal das praias arenosas do litoral de Aracaju, Sergipe, região nordeste do Brasil. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 31(1), n. 1, p. 1-8, 2021.

RUSCHMANN, D. V. D. M. **Turismo e planejamento sustentável**. 11ª ed. Campinas: Papirus, p. 199, 2004.

SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; IVAR DO SUL, J. A. Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 148, n. 1, p. 455-462, 2009.

SANTOS, K. A. L.; BOMFIM, J. M.; FERREIRA, B. S.; GONZAGA, M. I. S.; MENDES, L. A.; FERNANDES, M. M.; ALMEIDA, A. Q. de. Variação da linha de costa entre os anos de 1988 e 2019 no Município de Barra dos Coqueiros-SE. **Scientia Plena**, v. 20, n. 8, 2024.

SILVA, M. P. C.; CARNEIRO, D. S.; RAMOS, A. P. S. R.; SANTOS, E. O.; NASCIMENTO, S. P. G. Estudo dos Resíduos Sólidos na Zona Costeira de Saubara-Ba-um desafio para a gestão ambiental. In: **III Seminário espaços costeiros**, 2016, SALVADOR. III Seminários espaços costeiros, v. 3 .2016.

SILVA-CAVALCANTI, J. S., SILVA, J. D. B., FRANÇA, E. J., ARAÚJO, M. C. B., & Gusmão, F. Microplastics ingestion by a common tropical freshwater fishing resource. **Environmental Pollution**, v. 221, p. 218–226. 2017.

SOUZA, B. B. de; JESUS, J. B. de; CALDAS, F. L. S.; SANTOS, M. M. Mapeamento espaço-temporal da carcinicultura no litoral do estado de Sergipe, Brasil. **Revista Caminhos de Geografia**. 2022. DOI: <http://doi.org/10.14393/RCG239061168>

VAN CAUWENBERGHE, Lisbeth et al. Microplastics in sediments: a review of techniques, occurrence and effects. **Marine environmental research**, v. 111, p. 5-17, 2015.

VARGAS, J. G. M.; SILVA, V. B. da; OLIVEIRA, L. K. de; MOLINA, E. F. Microplásticos: Uso na indústria cosmética e impactos no ambiente aquático. **Química Nova**, v. 45, n. 06, p. 705-711, 2022.

WATTS, A. J. R.; URBINA, M. A.; CORR, S.; LEWIS, C.; GALLOWAY, T. S. Ingestion of plastic microfibers by the crab *Carcinus maenas* and its effect on food consumption and energy balance. **Environmental science & technology**, v. 49, n. 24, p. 14597-14604, 2015.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environmental pollution**, v. 178, p. 483-492, 2013.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. **Prentice-Hall**, New Jersey. 2009.

Considerações finais

Diante de todo o percurso desenvolvido ao longo desta dissertação, é possível reunir e sintetizar as principais conclusões acerca da relação entre o uso turístico das praias de Aruana e da Costa e a presença de microplásticos em seus sedimentos. As discussões apresentadas permitiram compreender, de forma integrada, como fatores antrópicos e ambientais interagem na dinâmica da contaminação costeira, evidenciando os desafios e as implicações da gestão ambiental nessas áreas litorâneas.

A hipótese que norteou o estudo, de que o aumento do fluxo turístico intensifica as concentrações de microplásticos nos sedimentos, especialmente aqueles derivados de vestuários sintéticos e itens descartáveis, foi parcialmente ratificada. Na praia da Costa, observou-se que os pontos perturbados apresentaram maior abundância e densidade de partículas, com valores mais expressivos durante a alta temporada, o que reforça a relação entre a presença humana e incremento da contaminação.

Em contrapartida, na praia de Aruana, as diferenças entre os pontos de controle e o ponto perturbado não se mantiveram de forma consistente, sugerindo que, nessa área, fatores naturais como transporte sedimentar e dinâmica de marés tem maior peso na variação temporal das partículas do que o uso turístico em si. Assim, confirma-se a hipótese principalmente para a praia da Costa, enquanto Aruana apresenta uma dinâmica distinta. Menos influenciada por pressões antrópicas diretas.

A análise dos resultados também permitiu compreender como a abundância e a densidade dos microplásticos variam entre os diferentes pontos e períodos do ano. Embora a ANOVA não tenha indicado diferenças estatisticamente significativas entre períodos, os padrões observados revelam que a atividade turística influencia a contaminação de forma perceptível, principalmente onde há maior concentração de visitantes e estruturas associados ao lazer. Essa constatação aponta para a importância de considerar, além dos testes estatísticos, a leitura ecológica e especial das praias, uma vez que fatores como variabilidade ambiental, ações de limpeza, resquícios de resíduos e características sedimentares influenciam os resultados.

Ficou evidente também que a intensificação da contaminação depende de múltiplos fatores, incluindo a forma como os resíduos são manejados, a presença de plástico remanescente no ambiente, as condições climáticas e oceanográficas e a infraestrutura turística disponível. Esses elementos, quando combinados, explicam tanto

o acúmulo de microplásticos quanto a sua dispersão ao longo dos trechos analisados. A gestão pública, apesar de desempenhar papel relevante, ainda apresenta limitações diante da pressão antrópica crescente, especialmente em períodos de maior visitação.

Nesse contexto, confirma-se que a presença de microplásticos está intrinsecamente associada às dinâmicas do turismo e aos princípios de sustentabilidade costeira. O descarte inadequado de resíduos compromete a qualidade ambiental, afeta percepções estéticas e afeta diretamente o equilíbrio ecológico das praias. Tais impactos reforçam a necessidade de políticas públicas contínuas que incluam Educação Ambiental, fortalecimento da fiscalização, melhorias estruturais e estratégias de redução de plásticos descartáveis, alinhado ao desenvolvimento turístico às práticas sustentáveis.

Em síntese, os resultados desta dissertação demonstram que a contaminação por microplásticos nas praias de Sergipe é resultado de uma interação complexa entre processos naturais e antrópicos, sendo o turismo um dos elementos mais influentes, sobretudo na praia da Costa. A pesquisa reforça a urgência de ações integradas de monitoramento, políticas de mitigação e planejamento ambiental voltadas à sustentabilidade dos ambientes costeiros.

Assim, ao concluir este trabalho, evidencia-se que compreender a dinâmica dos microplásticos nas praias é essencial para repensarmos nossa relação com o ambiente costeiro. Parte significativa dessa poluição é resultado direto e indireto das ações humanas, muitas delas evitáveis. As praias, que nos oferecem lazer e bem-estar sem pedir nada em troca, acabam sobrecarregadas por comportamentos pouco responsáveis. Cabe a cada turista e morador adotar práticas mais conscientes, reconhecendo que atitudes básicas de respeito e cuidados são indispensáveis para a preservação desses ecossistemas.

Diante disso, reforça-se a importância de ampliar os estudos sobre microplásticos, aprofundando a identificação dos polímeros, suas rotas de entrada e seus impactos socioambientais. Somente com pesquisas continuadas e consistentes será possível orientar políticas públicas e eficazes, aprimorar a gestão costeira e promover mudanças reais na forma como a sociedade lida com os resíduos que produz. Mais do que gerar novos dados, esses estudos devem contribuir para uma mudança cultural que reconheça que proteger o ambiente é proteger também o futuro das comunidades que dele dependem.

Sugere-se, ainda, que estudos futuros ampliem o escopo espacial e temporal das análises, incorporem técnicas de identificação de polímeros e considerem a relação entre

microplásticos e outros indicadores ecológicos, contribuindo para diagnóstico mais amplos e precisos.

Referências

BARRETO, P. R. Microplásticos: revisão dos métodos de remoção para a produção de água potável. 2024. 70f. **Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA)**. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2024.

CAIXETA, D.; CAIXETA, F. C.; MENEZES FILHO, F. **Nano e microplásticos nos ecossistemas: impactos ambientais e efeitos sobre os organismos**. Enciclopédia Biosfera, v. 15, n. 27, 2018.

CARDOSO NETO, H. H. L.; SILVESTRE, R. C. M.; JEAN, R. N. P.; SANTOS, A. V. A.; SILVA, F. C. A primeira avaliação de microplásticos no Rio Xingu. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 20, n. 2023, 2023.

CHESHIRE, A.; ADLER, E. UNEP/IOC guidelines on survey and monitoring of marine litter. **Regional Seas Reports and Studies**, n. 186. IOC Technical Series, n. 83. 2009.

CRIADO, M. Á. Os microplásticos chegaram ao intestino humano. **El País**, v. 29, 2018.

DERRAIK, J. GB. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine pollution bulletin**, v. 44, n. 9, p. 842-852, 2002.

GONÇALVES, P. A Reciclagem Integradora dos Aspectos Ambientais, Sociais e Econômicos. Rio de Janeiro: **DP&A: Fase**, 2003.

LESLIE, H. A.; VELZEN, M. J. M. V.; BRANDSMA, S. H.; VETHAAK, A. D.; GARCIA-VALLEJO, J. J.; LAMOREE, M. H. Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. **Environment international**, v. 163, p. 107199, 2022.

LIMA, J. P. C.; ANTUNES, M. T. P.; MENDONÇA NETO, O. R.; PELEIAS, I. R. Estudos de caso e sua aplicação: proposta de um esquema teórico para pesquisas no campo da contabilidade. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 6, n. 14, p. 127-144, 2012.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. Produção científica em contabilidade no Brasil: dez "pecados" mais frequentes. **Educação contábil : tópicos de ensino e pesquisa**. Tradução . São Paulo: Atlas, 2008.

NASCIMENTO, A. V. S.; JESUS, L. S. D.; SANTOS, T. L. Método e ciência em Galileu Galilei. In: SANTOS, A. C; MATOS, S. M. S. (Orgs.). **Percursos da investigação científica**. 1ª ed. São Paulo: República do Livro/Discurso Editorial, p. 17-36. 2021.

OLIVATTO, G. P.; CARREIRA, R.; TORNISIELO, V. L.; MONTAGNER, C. C. Microplásticos: Contaminantes de preocupação global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018.

RAFIEE, M.; DARGAHI, L.; ESLAMI, A.; BEIRAMI, E.; JAHANGIRI-RAD, M.; SABOUR, S.; AMEREH, F. Neurobehavioral assessment of rats exposed to pristine polystyrene nanoplastics upon oral exposure. **Chemosphere**, v. 193, p. 745-753, 2018.

RAGUSA, A.; NOTARSTEFANO, V.; SVELATO, A.; BELLONI, A.; GIOACCHINI, G.; BLONDEEL, C.; ZUCHELLI, E.; LUCA, C. De; D'AVINO, S.; GULOTTA, A.; CARNEVALI, O.; GIORGINI, E. Raman microspectroscopy detection and characterisation of microplastics in human breastmilk. **Polymers**, v. 14, n. 13, p. 2700, 2022.

RAGUSA, A.; SVELATO, A.; SANTACROCE, C.; CATALANO, P.; NOTARSTEFANO, V.; CARNEVALI, O.; PAPA, F.; RONDIOLETTI, M. C. A.; BAIOTTO, F.; DRAGHI, S.; D'AMORE, E.; RINALDO, D.; MATTA, M.; GIORGINI, E. Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. **Environment international**, v. 146, p. 106274, 2021.

SANTOS, A. A. Ocorrência e impactos de microplásticos no litoral segipano: uma abordagem socioambiental. 2023. 139f. **Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)**. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2023.

SCHLACHER, T. A.; JONES, A. R.; DUGAN, J. E.; WESTON, M. E.; HARRIS, L.; SCHOEMAN, D. S.; Hubbard, D. M.; SCAPINI, F.; NEL, R.; LASTRA, M.; MCLACHAN, A.; PETERSON, C. H. Open-coast sandy beaches and coastal dunes. **Coastal conservation**, v. 19, p. 37-92, 2014.

SEVERINO, E. A. S.; SILVA, G. R. da.; LIRA, G. R. de. A.; ROCHA, G. L. da. S.; MARTINS, L. G.; PINHEIRO, W. D. Uso do amido na produção de materiais biodegradáveis. **Revista do Centro Paula Souza**, São Paulo, 2021.

SILVA-CAVALCANTI, J. S.; ARAUJO, M. C. B.; COSTA, M. F. Padrões e tendências a médio prazo da contaminação por resíduos sólidos na praia de Boa Viagem, Nordeste do Brasil Medium-term patterns and trends of solid waste contamination on the beach of Boa Viagem, Northeast Brazil. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 4, n. 1-2, p. 17-24, 2013.

SOMERVILLE, S. E.; MILLER, K. L.; MAIR, J. M. Assessment of the aesthetic quality of a selection of beaches in the Firth of Forth, Scotland. **Marine Pollution Bulletin**, v.46, n. 9, p. 1184-1190, 2003.

THOMPSON, R. C.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R. P.; DAVIS, A. S.; ROWLAND, J.; JOHN, A. W. G.; MCGONIGLE, D.; RUSSELL, A. E. Lost at sea: where is all the plastic?. **Science**, v. 304, n. 5672, p. 838, 2004.

WELLS, P. G.; DUCE, R. A.; HUBER, M. E. Caring for the sea—accomplishments, activities and future of the United Nations GESAMP (the Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). **Ocean & coastal management**, v. 45, n. 1, p. 80, 2002.