



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCOEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA



ELLEN JOANA NUNES SANTOS CUNHA

**POLUIÇÃO POR MACROLIXO EM PRAIAS SUBTROPICAIS: Metodologias,
Monitoramento e Estratégias para Ações de Conservação**

Recife

2025

ELLEN JOANA NUNES SANTOS CUNHA

**POLUIÇÃO POR MACROLIXO EM PRAIAS SUBTROPICAIS: Metodologias,
Monitoramento e Estratégias para Ações de Conservação**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Oceanografia. Área de concentração: Oceanografia Abiótica.

Orientadora: Dr Monica Ferreira Costa

Orientador: Dr Allan Paul Krelling

Recife

2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Cunha, Ellen Joana Nunes Santos.

Poluição por macrolixo em praias subtropicais: metodologias, monitoramento e estratégias para ações de conservação / Ellen Joana Nunes Santos Cunha. - Recife, 2025.

96 f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2025.

Orientação: Monica Ferreira Costa.

Coorientação: Allan Paul Krelling.

Inclui referências.

1. Lixo no mar; 2. Gestão ambiental; 3. Monitoramento de resíduos. I. Costa, Monica Ferreira. II. Krelling, Allan Paul. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

ELLEN JOANA NUNES SANTOS CUNHA

**POLUIÇÃO POR MACROLIXO EM PRAIAS SUBTROPICAIS: metodologias,
monitoramento e estratégias para ações de conservação**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Tecnologia e Geociências, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Oceanografia. Área de concentração: Oceanografia Abiótica.

Aprovado em: ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Allan Paul Krelling (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná - IFPR

Prof. Dr. Fernanda Eria Possatto (Examinadora Externa)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná – IFPR

Prof. Dr. José Rodrigues de Souza Filho (Examinador Externo)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IFBaiano

Prof. Dr. Tereza Cristina Medeiros de Araújo (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Walter Martin Widmer (Examinador Externo)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IFSC

Ao oceano, que sofre com a poluição por lixo no mar, e a todos os pesquisadores que, com paixão e dedicação, buscam soluções para esse problema global, dedico este trabalho, na certeza de que a ciência tem o poder de transformar realidades. O mar, outrora espelho do céu, hoje reflete a marca da nossa própria ação, assinalada pela poluição.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha mais profunda gratidão a todas as pessoas e instituições que tornaram esta jornada de doutorado possível.

Agradeço à CAPES, pelo suporte financeiro com a bolsa de estudos, à DOCEAN/UFPE, por proporcionar o Doutorado em Oceanografia com excelência, e ao LACONS/IFPR, pela infraestrutura disponibilizada ao longo de todo o período de pesquisa, contribuindo de forma essencial para a realização deste trabalho.

Agradeço a mim mesma, pela força e determinação que me guiaram até aqui. Foi essa vontade de superar desafios que me permitiu alcançar este momento tão especial.

Ao meu marido, Marcel Cunha, minha eterna gratidão por estar sempre ao meu lado, sendo não apenas um incentivador incansável, mas também um parceiro ativo em todas as etapas, especialmente durante as coletas de lixo no mar. Sua presença e dedicação foram fundamentais para que este trabalho fosse possível. Sem você, este sonho jamais teria se concretizado. Te amo hoje e sempre!

Aos voluntários que caminharam comigo durante as coletas, o meu sincero agradecimento. Cada um de vocês foi essencial para a construção deste trabalho. Vocês não apenas contribuíram com suas ações, mas também com sua energia e compromisso, que fizeram toda a diferença.

Aos meus pais e irmãos, obrigada pelo amor incondicional, pela compreensão diante das minhas ausências e pelo apoio constante ao longo desta empreitada. A admiração e orgulho de vocês sempre foram fontes de motivação para mim.

Aos amigos, que, mesmo distantes fisicamente, estiveram sempre presentes em espírito, torcendo por mim e enviando suas energias positivas. Vocês me deram forças em momentos de cansaço e dúvidas.

Aos colegas de trabalho, obrigada pela curiosidade, interesse e apoio. Suas palavras de incentivo foram mais valiosas do que podem imaginar, mostrando que minha pesquisa podia inspirar além dos limites acadêmicos.

Aos amigos de doutorado, Bruna, Francisco e Thayane, minha gratidão pela parceria que tornou essa caminhada mais leve. Obrigada por dividirem comigo não apenas os esforços no campo e no intelecto, mas também os desafios e as conquistas.

Aos meus orientadores, Dr Monica Ferreira Costa e Dr. Allan Paul Krelling, obrigada por serem não apenas mentores acadêmicos, mas verdadeiras inspirações. Vocês me mostraram que a jornada do doutorado pode ser leve, construtiva e transformadora. Cada passo que trilharam em suas carreiras os tornou as referências que são hoje, e eu me sinto privilegiada por ter sido orientada por vocês. A admiração que tenho por vocês, como pesquisadores, professores e seres humanos, é imensa.

Por fim, agradeço a Deus pela oportunidade de viver este percurso único e maravilhoso. Tudo aconteceu no momento certo e na conjuntura perfeita. Esta jornada foi, é e será um marco de aprendizado e realização na minha vida. Chego ao fim deste ciclo com um coração cheio de gratidão e orgulho.

Nem tudo é como você quer
Nem tudo pode ser perfeito
Pode ser fácil se você
Ver o mundo de outro jeito

Se o que é errado ficou certo
As coisas são como elas são
Sua inteligência ficou cega
De tanta informação

Se não faz sentido, discorde comigo
Não é nada demais
São águas passadas
Escolha uma estrada
E não olhe, não olhe pra trás

Você quer encontrar a solução
Sem ter nenhum problema
Insistir e se preocupar demais
Cada escolha é um dilema

Como sempre estou
Mais do seu lado que você
Siga em frente em linha reta
E não procure o que perder

Não Olhe Pra Trás - Capital Inicial

RESUMO

A poluição por macrolixo em praias subtropicais é um problema ambiental significativo, que exige abordagens consistentes para seu monitoramento e gestão. Esta tese, composta por três capítulos, investigou diferentes aspectos dessa problemática, incluindo a definição de larguras ideais de transectos para monitoramento, a relação entre usos das praias e características do lixo encontrado, e a análise de instrumentos de monitoramento de resíduos. O primeiro capítulo identificou que a largura mínima ideal de transectos, nas praias do sul brasileiro, deve ser de 20 metros para capturar pelo menos 80% das categorias mais frequentes de lixo, otimizando o tempo e os recursos investidos. O segundo capítulo revelou que os padrões de distribuição, composição e fontes de resíduos variam de acordo com os usos costeiros e as condições sazonais, destacando o plástico como o material predominante e o verão como o período de maior acúmulo de resíduos. O terceiro capítulo analisou 14 instrumentos de monitoramento de lixo no mar, evidenciando limitações de comparabilidade entre os métodos e sugerindo a necessidade de harmonização metodológica. Os resultados desta tese contribuem para a melhoria das estratégias de monitoramento, oferecendo subsídios para gestores costeiros no enfrentamento da poluição marinha e na conservação ambiental de praias subtropicais.

Palavras-chave: Lixo no mar, Macrolixo, Gestão ambiental, Monitoramento de resíduos, Praias subtropicais, Poluição marinha.

ABSTRACT

Macrolitter pollution on subtropical beaches is a significant environmental problem that requires consistent approaches for its monitoring and management. This thesis, composed of three chapters, investigated different aspects of this problem, including the definition of ideal transect widths for monitoring, the relationship between beach uses and characteristics of the litter found, and the analysis of litter monitoring instruments. The first chapter identified that the ideal minimum transect width on beaches in southern Brazil should be 20 meters to capture at least 80% of the most frequent categories of litter, optimizing the time and resources invested. The second chapter revealed that the patterns of distribution, composition and sources of waste vary according to coastal uses and seasonal conditions, highlighting plastic as the predominant material and summer as the period of greatest accumulation of waste. The third chapter analyzed 14 instruments for monitoring marine litter, highlighting limitations in comparability between methods and suggesting the need for methodological harmonization. The results of this thesis contribute to improving monitoring strategies, offering support to coastal managers in tackling marine pollution and environmental conservation of subtropical beaches.

Keywords: Marine litter, Macrolitter, Environmental management, Waste monitoring, Subtropical beaches, Marine pollution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1 – MELHORANDO O MONITORAMENTO DO LIXO NAS PRAIAS: IDENTIFICANDO LARGURAS IDEAIS DE TRANSECTOS EM AMBIENTES SUBTROPICAIS

Figura 1 –	Localização da área de estudo	24
Figura 2 –	Área de estudo (Praias)	25
Figura 3 –	Amostragem do transecto	29
Figura 4 –	Número de categorias nas diferentes praias e diferentes grupos G1, G2, G3	31
Figura 5 –	Distribuição das Categorias de Lixo em Praias	32
Figura 6 –	Intervalos de amostragem de lixo no mar em praias	33
Figura 7 –	Curva de área mínima para categorias presentes em todas as praias	33

CAPÍTULO 2 – ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE USOS DAS PRAIAS E CARACTERÍSTICAS DO LIXO NO MAR EM PRAIAS SUBTROPICAIS NO LITORAL DO PARANÁ-BRASIL

Figura 1 –	Localização do Litoral do Paraná e os pontos de coleta	45
Figura 2 –	Densidade média de lixo em praias do Litoral do Paraná	48
Figura 3 –	Variação Sazonal na quantidade de itens coletados	48
Figura 4 –	Análise de Similaridade Não Métrica (MDS)	51
Figura 5 –	Distribuição sazonal dos itens de lixo nas praias	54

CAPÍTULO 3 – PARECIDOS, MAS DIFERENTES: UMA ANÁLISE CRÍTICA SOBRE INSTRUMENTOS PARA QUALI-QUANTIFICAÇÃO DE LIXO EM PRAIAS

Figura 1 –	Entidades que tratam sobre limpeza de praias e outros ambientes	67
Figura 2 –	Mapa com a localização dos instrumentos avaliados	68

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 – MELHORANDO O MONITORAMENTO DO LIXO NAS PRAIAS: IDENTIFICANDO LARGURAS IDEAIS DE TRANSECTOS EM AMBIENTES SUBTROPICAIS

Tabela 1 – As categorias mais comuns observadas durante um estudo piloto anterior	27
Tabela 2 – Lista de itens do experimento para detectar vieses entre os observadores	28
Tabela 3 – Tabela ANOVA Bifatorial	31
Tabela 4 – Estudos sobre Lixo em Praias	37

CAPÍTULO 2 – ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE USOS DAS PRAIAS E CARACTERÍSTICAS DO LIXO NO MAR EM PRAIAS SUBTROPICAIS NO LITORAL DO PARANÁ-BRASIL

Tabela 1 – Classificação do lixo em praias	46
Tabela 2 – Variação sazonal	49
Tabela 3 – Fontes x Praias	50
Tabela 4 – PERMANOVA	51
Tabela 5 – PAIR-WISE TESTS	52
Tabela 6 – Análise Similarity Percentages (SIMPER)	53

CAPÍTULO 3 – PARECIDOS, MAS DIFERENTES: UMA ANÁLISE CRÍTICA SOBRE INSTRUMENTOS PARA QUALI-QUANTIFICAÇÃO DE LIXO EM PRAIAS

Tabela 1 – Matriz 5W2H	64
Tabela 2 – 5W2H e questões adaptadas	65
Tabela 3 – Checklist analítico	65
Tabela 4 – Método 5W2H: Questões Personalizadas e Correspondências	70
Tabela 5 – Checklist Analítico e correspondências	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W2H	5 what, why, where, when, who, 2 how, how much
ANOVA	Análise de Variância
BAR	Barrancos
BRE	Brejatuba
CAI	Caiobá
CEP	Complexo estuarino de Paranaguá
EUA	Estados Unidos da América
GUA	Guarapari
MDS	Análise de Similaridade Não Métrica
MMA	Ministério do meio ambiente
MSFD	Marine Strategy Framework Directive
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
O	Oeste
OSC	Organização da Sociedade Civil
OSEAN	Oceano da Comunidade do Mar do Leste Asiático
OSPAR	Oslo-Paris Convention for the Protection of the North-East Atlantic
PERMANOVA	Análise de Variância Multivariada por Permutação
PNCLM	Plano nacional de combate ao lixo no mar
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PR	Paraná
S	Sul
SIMPER	Similarity Percentage
SST	Southwest Fisheries Science
UNEP	United Nations Environment Programme

LISTA DE SÍMBOLOS

~	Aproximadamente
&	Ampersand “e”
±	Mais ou menos
®	Marca registrada
#	Número ordinal
%	Porcentagem
°	Primeiro
>	Sinal de maior
<	Sinal de menor
ª	Superior feminino
º	Superior masculino
N	Universo amostral

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	CAPÍTULO 1 - MELHORANDO O MONITORAMENTO DO LIXO NAS PRAIAS: IDENTIFICANDO LARGURAS IDEAIS DE TRANSECTOS EM AMBIENTES SUBTROPICAIS.....	20
3	CAPÍTULO 2 – ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE USOS DAS PRAIAS E CARACTERÍSTICAS DO LIXO NO MAR EM PRAIAS SUBTROPICAIS NO LITORAL DO PARANÁ-BRASIL.....	42
4	CAPÍTULO 3 – PARECIDOS, MAS DIFERENTES: UMA ANÁLISE CRÍTICA SOBRE INSTRUMENTOS PARA QUALI-QUANTIFICAÇÃO DE LIXO EM PRAIAS.....	61
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
	REFERÊNCIAS.....	82

1 INTRODUÇÃO

A poluição por lixo no mar é um dos maiores desafios ambientais contemporâneos, afetando ecossistemas marinhos, a biodiversidade e atividades econômicas (Andrades et al., 2020, Cunha, Krelling e Costa, 2024). Os ecossistemas costeiros e marinhos, especialmente em regiões subtropicais como o litoral do Paraná, Brasil, enfrentam problemas complexos causados pela dinâmica costeira, o intenso uso recreativo e a diversidade de fontes de poluição. Esses desafios demandam a adoção de princípios de gestão precaucionaria para mitigar os impactos dessa poluição (Rangel-Buitrago et al., 2023). Estudos reforçam que o lixo no mar é predominantemente resultado de atividades humanas, evidenciando a necessidade de metodologias eficazes para seu monitoramento e gestão (Abalansa et al., 2020; Scoton, Corrêa, Pérez, 2021).

Apesar de avanços recentes, lacunas persistem na compreensão e gestão desse problema ambiental. Uma das principais questões envolve a harmonização das metodologias utilizadas para o monitoramento do lixo no mar. Neste trabalho, o termo "harmonização" refere-se à adoção de diretrizes que permitem a comparabilidade entre estudos, sem necessariamente impor uma padronização das metodologias. Sem essa harmonização, a comparação de dados entre estudos e regiões torna-se limitada, comprometendo a gestão ambiental (Ferrari, 2009; Smith & Turrel, 2021). Além disso, a definição da largura ideal dos transectos para coleta de dados continua sendo um desafio, dado o compromisso entre captura de variabilidade e a execução.

Outro ponto crítico é a compreensão da relação entre os diferentes usos das praias e as características do lixo encontrado, especialmente porque essa dinâmica muda constantemente e, muitas vezes, mais rapidamente do que imaginamos. Isso reforça a necessidade de uma reavaliação contínua, que deve ser um dos pilares das estratégias de gestão ambiental eficazes. Praias com maior fluxo turístico tendem a acumular mais plásticos e embalagens, enquanto áreas associadas à pesca, próximas de centros urbanos ou isoladas apresentam padrões distintos de poluição (Abalansa et al, 2020; Gaibor et al., 2020). Essa

lacuna dificulta a implementação de ações específicas para cada contexto local, necessitando de abordagens mais detalhadas.

Dessa forma, sempre são necessárias análises críticas sobre os instrumentos utilizados para o monitoramento do macrolixo. Muitos desses instrumentos apresentam limitações na coleta de dados quali-quantitativos, o que afeta diretamente a precisão e a eficiência das estratégias de conservação (Galgani et al, 2013; Chen et al., 2021; Jones & Clark, 2021). Essa é uma área em que a harmonização e o aperfeiçoamento das metodologias podem oferecer soluções mais eficazes para o manejo dos resíduos.

A pergunta de pesquisa que orienta esta tese abrange diversas questões fundamentais: Quais são as metodologias mais eficientes e harmonizadas para o monitoramento e gestão da poluição por macrolixo em praias subtropicais? Como a largura dos transectos influencia a precisão e a eficiência na coleta de dados? De que forma os diferentes usos das áreas costeiras impactam a composição, distribuição espacial e as fontes de macrolixo? E como as estratégias de monitoramento podem ser aprimoradas para promover ações de conservação mais eficazes?

Por fim, as metodologias aplicadas nesta tese fornecem uma base científica robusta que pode subsidiar políticas públicas mais eficazes e ações de conscientização ambiental. Essa abordagem integradora não apenas avança o conhecimento sobre os impactos das atividades humanas nas zonas costeiras, mas também propõe soluções práticas para reduzir o lixo no mar e preservar os ecossistemas costeiros.

Com base nessa perspectiva, o **objetivo geral** desta tese é avaliar e aprimorar as metodologias e estratégias de monitoramento e gestão da poluição por macrolixo em praias subtropicais, visando a otimização das ações de conservação e o desenvolvimento de diretrizes harmonizadas para a coleta, análise e gestão de resíduos marinhos.

Para alcançar o objetivo geral, esta pesquisa se desdobra em **objetivos específicos** que buscam aprofundar questões-chave relacionadas à poluição por macrolixo em praias subtropicais:

- Estimar a largura ideal de transectos para a coleta e monitoramento de ações de limpeza de lixo em praias arenosas e subtropicais;

- Identificar a quantidade, distribuição espacial, a composição e as fontes mais prováveis de macrolixo a partir de uma metodologia harmonizada;
- Analisar os instrumentos de monitoramento do lixo no mar e suas demandas científicas e de gestão.

A tese é estruturada em três capítulos no formato de artigos que abordam cada um desses objetivos específicos acima e exploram diferentes aspectos do monitoramento e gestão da poluição por macrolixo em praias subtropicais. O **Capítulo I**, intitulado "***Melhorando o monitoramento do lixo nas praias: identificando larguras ideais de transectos em ambientes subtropicais***", aborda a questão da largura ideal das unidades amostrais para o monitoramento de resíduos, propondo diretrizes para otimizar o processo de coleta sem comprometer a qualidade dos dados. O **Capítulo I** deste documento começa na página 20.

O **Capítulo II**, "***Análise da relação entre usos das praias e características do lixo no mar em praias subtropicais no litoral do Paraná-Brasil***", investiga a influência dos diferentes usos das praias na composição e distribuição do lixo no mar, com o objetivo de aprimorar as estratégias de gestão adaptadas a cada contexto. O **Capítulo II** deste documento começa na página 42.

O **Capítulo III**, intitulado "***Parecidos, mas diferentes: uma análise crítica sobre instrumentos para quali-quantificação de lixo em praias***", oferece uma análise crítica dos instrumentos de monitoramento atualmente utilizados, identificando suas limitações e sugerindo melhorias para sua aplicação em ambientes subtropicais. O **Capítulo III** deste documento começa na página 61.

Cada um desses artigos contribui de forma significativa para o objetivo geral da pesquisa, promovendo avanços nas metodologias de monitoramento, gestão e conservação de praias em relação aos dos resíduos marinhos.

CAPÍTULO I

2 MELHORANDO O MONITORAMENTO DO LIXO NAS PRAIAS: IDENTIFICANDO LARGURAS IDEAIS DE TRANSECTOS EM AMBIENTES SUBTROPICAIS

RESUMO: As praias são ambientes vulneráveis à poluição marinha por resíduos. Para monitorar a poluição nesses ambientes, existem diversas metodologias, as quais apresentam diferentes complexidades e abordagens. Nessa diversidade metodológica, é comum se observar que a coleta de campo de lixo no mar em praias consome um tempo significativo. O objetivo deste estudo foi avaliar a largura mínima ideal de transectos para a coleta e monitoramento das principais categorias de lixo em praias arenosas. Dessa forma, buscou-se aprimorar as metodologias de pesquisa e estabelecer diretrizes harmonizadas para investigações futuras e para iniciativas de conservação ambiental. Foram realizados dois experimentos em anos diferentes (julho de 2015 e fevereiro de 2022), em seis praias arenosas subtropicais, sendo uma delas comum nos dois experimentos. Os resultados indicaram que, nas praias do sul brasileiro, a faixa mínima a ser amostrada para que se detecte pelo menos 80% das categorias mais frequentes de lixo deve ser de 20 metros. Os resultados, destacam a importância de se estabelecer unidades amostrais eficientes e harmonizadas, especialmente quando se realiza monitoramento de longo prazo em que o tempo consumido para amostragem pode ser um fator determinante. A compreensão desse intervalo é importante para capacitar gestores de praias na tomada de decisões, bem como em sugerir métodos mais econômicos em termos financeiros e de tempo gasto.

Palavras-chave: Lixo no mar; Largura do transecto; Método de amostragem; Lixo em praias; Praias arenosas.

ABSTRACT: *Beaches are environments vulnerable to marine pollution by waste. To monitor pollution in these environments, there are several methodologies which present different complexities and approaches. In this methodological diversity, it is common to observe that field collection of marine litter on beaches consumes a significant amount of time. The objective of this study was to evaluate the ideal minimum transect width for the collection and monitoring of the main categories of litter on sandy beaches. Thus, we sought to improve research methodologies and establish harmonized guidelines for future investigations and environmental conservation initiatives. Two experiments were carried out in different years (July 2015 and February 2022), on six subtropical sandy beaches, one of which was common to both experiments. The results indicated that, on the beaches of southern Brazil, the minimum strip to be sampled to detect at least 80% of the most frequent categories of litter should be 20 meters. The results highlight the importance of establishing efficient and harmonized sampling units, especially when carrying out long-term monitoring in which the time consumed for sampling can be a determining factor. Understanding this range is important to enable beach managers to make decisions, as well as to suggest more economical methods in terms of finances and time spent.*

Keywords: *Marine Litter; Transect width; Sampling method; Beach litter; Sandy beaches.*

2.1 INTRODUÇÃO

As praias são ambientes suscetíveis à poluição por lixo no mar, destacando a necessidade de estratégias eficazes de gestão de resíduos (Araújo et al., 2018; Leite et al., 2014; Cunha, Krelling e Costa, 2024). Fatores meteorológicos desempenham um papel importante na dinâmica de espalhamento e distribuição espacial e temporal do lixo no mar nas praias (Bettim et al., 2021; Krelling et al., 2017). Padrões climáticos, como tempestades e chuvas intensas, podem resultar em inundações que aumentam a quantidade de resíduos terrestres provenientes de áreas urbanas, que são transportados para o oceano, onde podem se acumular nas praias (Meijer et al., 2021; Emmerik et al., 2022; Wang et al., 2024). Outras condições oceanográficas também influenciam a quantidade e a distribuição do lixo nas praias (Balthazar-Silva et al., 2020). Por exemplo, correntes marinhas intensas podem transportar resíduos por longas distâncias, depositando-os em praias distantes da fonte original (Eriksen et al., 2014). Outro exemplo, são as marés, que dependendo de sua intensidade podem trazer mais resíduos para a costa (Gorman et al., 2020; Davidson-Arnott et al., 2019; Frère et al., 2017; Rech et al., 2014; Sadri and Thompson, 2014). Ou seja, a relação entre os fatores meteorológicos e o lixo no mar nas praias é complexa e diversificada em escala global. Apesar dessa diversidade, é unânime a percepção da necessidade de monitorar a quantidade e qualidade dessa poluição no ambiente praias.

O monitoramento pode auxiliar na identificação de potenciais fontes e áreas críticas de poluição por lixo no mar, facilitando assim o desenvolvimento e a implementação de soluções e estratégias direcionadas ao seu combate (Bettim et al., 2021). Uma abordagem relevante para monitorar e quantificar o macrolixo no mar envolve amostragens sistemáticas em praias e áreas costeiras, avaliando quantidade, tipologia e origem dos detritos (Ryan, et al., 2009; Poeta, et al., 2016). Os dados, quando gerados de maneira sistemática e harmonizada, são essenciais para compreender o problema e desenvolver estratégias de mitigação. Entretanto, frequentemente esses dados são obtidos através de diferentes metodologias, as quais variam não apenas em unidades de medida, por exemplo, itens por metro quadrado, ou itens por metro linear de praia, mas também em unidades amostrais, i.e., transectos e *quadrats*. Essa variação

depende, muitas vezes, do objetivo do estudo ou da região onde ele é desenvolvido.

Organizações globais, como a *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA (EUA), *Ocean Wise Conservation Association* (Canadá), UNEP na União Europeia e instituições da Costa Rica, Brasil, Chile, Quênia, China, Japão e Austrália, utilizam tamanhos variados de unidade amostrais, as quais variam entre 50 e 100 metros de comprimento e 5 a 20 metros de largura, adaptando-se às condições locais. Essa variabilidade dificulta a comparação dos dados entre diferentes regiões, comprometendo a harmonização necessária para uma análise global. Dessa forma, a definição da largura mínima e harmonizada das unidades amostrais, ainda permanece uma lacuna, a qual carece de critérios consistentes para gerar comparações entre estudos realizados em diferentes lugares, ou até mesmo em momentos diferentes, mas em um mesmo lugar. Por exemplo, três estudos foram realizados em um mesmo trecho do litoral sul do Brasil, sendo que as unidades amostrais foram todas diferentes. Krelling et al. (2017) utilizaram 3 transectos de 250 metros lineares, enquanto Bettim *et al.* (2021) empregaram também 3 transectos, porém com 500 metros lineares. Já Nunes et al. (2021) adotaram um número maior de transectos (n=5) e consideraram uma área de 2.000 metros quadrados. Esse é apenas exemplo de como as variações metodológicas tornam complexas a comparação de resultados, especialmente dentro de uma mesma região, e reforça a importância de se estabelecer uma unidade amostral representativa para melhorar a consistência e a comparabilidade dos dados. Essa identificação de uma unidade amostral harmonizada permitirá aliar otimização do tempo dedicado ao esforço de campo à representatividade, acurácia e qualidade da amostra.

Dessa forma, surge a questão de como a largura do transecto influencia a qualidade e a representatividade dos dados em estudos de monitoramento de lixo no mar, e qual é a margem de variação para manter resultados confiáveis com larguras reduzidas. O objetivo deste estudo foi avaliar a largura mínima ideal de transectos para a coleta e monitoramento das principais categorias de lixo em praias arenosas. A intenção é aprimorar a metodologia para estudos futuros,

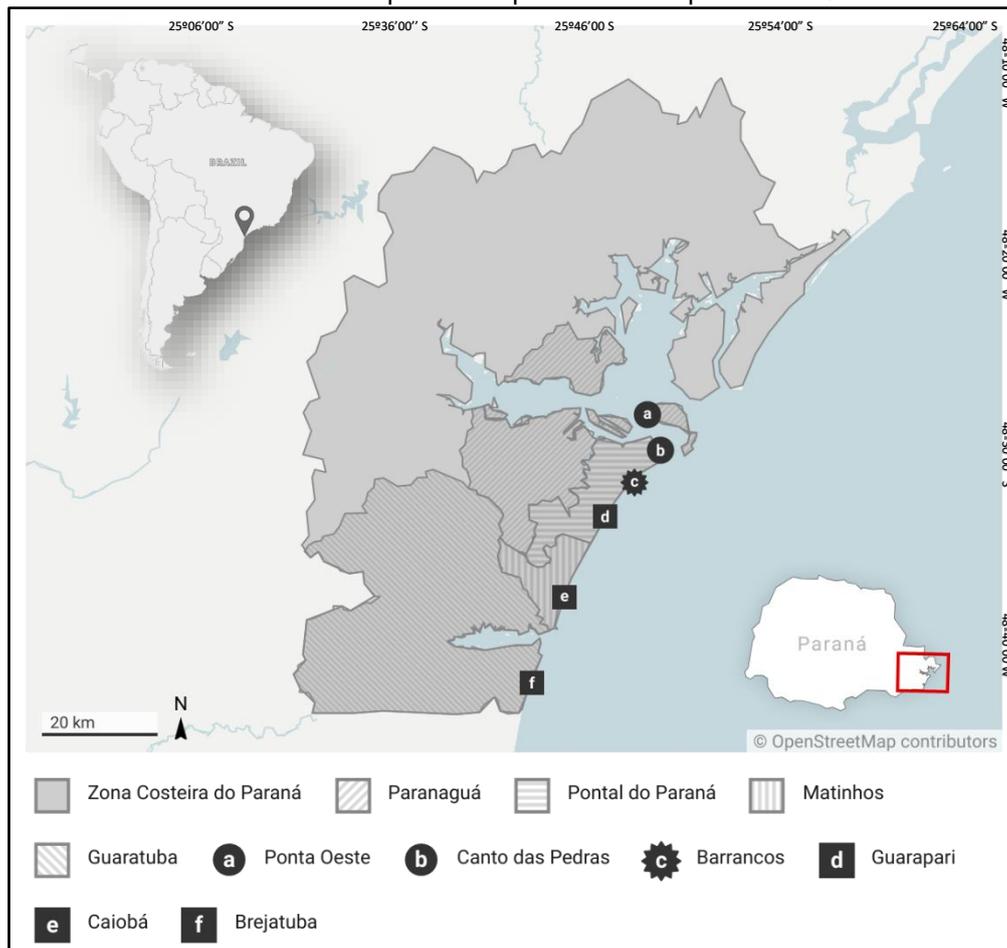
reduzindo o esforço de campo e garantindo uma unidade amostral significativa, o que pode melhorar a eficiência dos esforços de conservação ambiental.

2.2 METODOLOGIA

2.1.1 Área de estudo – Praias da Costa Leste da América do Sul (Brasil)

A área de estudo é a costa do Paraná (Brasil) localizada na costa leste subtropical da América do Sul, 25°06'00" S a 25°54'00" S; 48°00'00" O a 48°36'00" O, (Figura 1). A área possui extensão de aproximadamente 98 quilômetros de praias margeando o Oceano Atlântico Sul, onde predominam as atividades de veraneio e turismo (Novak e Lamour, 2021). Sendo a segunda menor linha costeira do Brasil, possui diversos ecossistemas costeiros, inclui desde praias com dunas e vegetação nativa até áreas mais urbanizadas.

Figura 1- Localização da área de estudo. Legenda: Círculos representam a campanha amostral de 2015. Círculo com pontas representa o ponto onde ambas as campanhas de 2015 e 2022 foram realizadas e quadrados pontos da campanha de 2022.



Fonte: A autora (2024).

Figura 2 - Área de estudo (Praias). Legenda: A - Ponta Oeste em Paranaguá na Ilha do Mel, B- Canto das Pedras, C- Barrancos e D- Guarapari em Pontal do Paraná, E- Caiobá em Matinhos, e F- Brejatuba em Guaratuba.



Fonte: A autora (2024).

Ponta Oeste, situada no município de Paranaguá, e Canto das Pedras, em Pontal do Paraná, são áreas com grande movimentação turística e pesqueira, o que pode contribuir para a maior geração de resíduos em suas faixas de areia (Noernberg e Alberti, 2014; Krelling et al, 2017). As praias de Barrancos e Guarapari, por sua vez, estão localizadas em regiões de transição entre áreas mais preservadas e aquelas sob maior pressão urbana do município (Paraná, 2019), que destacam a influência de atividades humanas como o turismo e a pesca na composição e distribuição dos resíduos nas praias. Dentre as praias mais urbanizadas estão Caiobá, em Matinhos, e Brejatuba, em Guaratuba (Cunha, Krelling e Costa, 2024).

2.1.2 Largura mínima do transecto

Para o desenvolvimento deste estudo, que busca ajustar a largura ideal dos transectos visando minimizar o esforço físico e maximizar o rendimento das respostas, dividiu-se a metodologia em 3 etapas principais: 1. identificação inicial da maior quantidade de tipos de itens encontrados nas praias da região estudada; 2. identificação dos itens encontrados mais comumente entre todas as praias investigadas; 3. realização de estudo nas praias, em duas campanhas temporalmente variadas (2015 e 2022), para se testar a relação entre a detecção da presença das categorias mais comuns de lixo nas praias e a largura das unidades amostrais, em metro linear de praia. Nesta última etapa, também se testou a interferência do observador sobre a capacidade de detecção dos itens de lixo nas praias.

Inicialmente, foram realizadas coletas preliminares em oito praias da região, abrangendo pelo menos 50 metros lineares em cada praia, buscando recolher todos os itens observáveis de resíduos de cada área. Os itens foram levados para o laboratório de conservação e Manejo do Instituto Federal do Paraná e foram categorizados de acordo com Cheshire *et al* (2009) em 16 categorias, combinando composição (9 tipos) e formatos (~70 tipos). A partir dessas coletas, foram identificados os itens mais frequentes (N=16), tanto em termos de quantidade total, quanto pela presença em pelo menos uma das praias estudadas. Destes itens, foram identificados aqueles que ocorreram em

quantidade significativa (>8 itens) e em, pelo menos, metade das praias investigadas durante a limpeza inicial. Estes itens, mais comuns de resíduos nas praias (tabela 1) foram utilizados para estabelecimento de área mínima ideal do transecto (Tabela 2). Durante o trabalho de campo, três grupos de observadores quantificaram os itens em todos os transectos.

Tabela 1 - As categorias mais comuns observadas durante um estudo piloto anterior foram usadas para criar a lista de um experimento para detectar vieses entre os observadores.

Código	Descrição do item	#itens observados	#praias onde o item foi observado
PL24.3	Fragmentos de plástico	197	8
FP05	Fragmentos de plástico espumado	67	7
PL01	Tampas e tampas de garrafa	54	7
PL06	Recipientes para alimentos	42	8
PL11	Cigarros, mas e filtros	28	6
OT02	Sanitários (fraldas, cotonetes, aplicadores de absorventes internos, escovas de dente)	23	5
PL24.1	Palito de pirulito	20	4
PL19	Corda	17	5
PL24.5	Copo de bebida de plástico	14	4
PL24.7	Outras embalagens plásticas	13	5
OT77.1	Carvão	13	5
WD72.1	Madeira processada	12	4
PL16	Cobertura (lona ou outros sacos plásticos tecidos, embalagem de paleta)	11	7
PL02	Garrafas < 2 L	11	4
PL04	Facas, garfos, colheres, canudos, mexedores, (talheres)	9	6
PL24.2	Etiquetas plásticas	8	5

Fonte: A autora (2024).

Tabela 2 - Lista de itens do experimento para detectar vieses entre os observadores. Os observadores devem percorrer todos os transectos e marcar nesta lista a presença ou ausência de itens.

#	Descrição do item
1	Tampas e tampas de garrafa
2	Recipientes para alimentos
3	Outras embalagens e sacos plásticos / Etiquetas plásticas / Coberturas (sacos plásticos de lona, embalagens de paleta)
4	Cigarros, mas e filtros
5	Fragmentos de plástico
6	Copo de bebida de plástico
7	Fragmentos de espuma de plástico e isopor
8	fragmentos de vidro, cerâmica ou cerâmica
9	Tecido e fragmentos de roupas
10	Sanitários (fraldas, cotonetes, aplicadores de absorventes internos, escovas de dente)
11	Materiais de pesca (corda, redes de emalhar, monofilamento)
12	Palitos ou canudos de pirulito
13	Madeira processada / Madeira processada e caixas para pallets
14	Fragmentos de metal e borracha
15	materiais domésticos, incluindo carvão
16	Garrafas

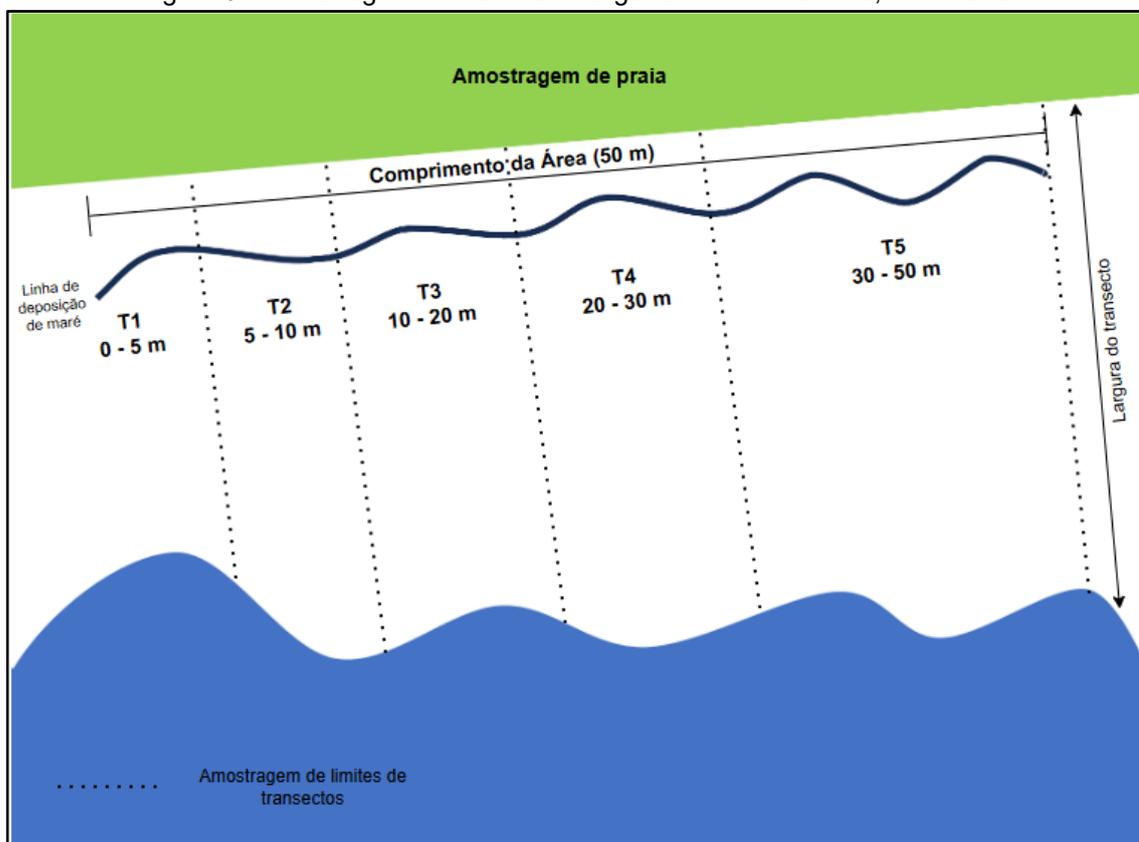
Fonte: A autora (2024).

Nas praias amostradas, foi observada uma diversidade de categorias de resíduos, refletindo as características específicas de cada local. No entanto, algumas categorias foram comuns a todas as praias, destacando-se pela presença recorrente na região estudada. Considerou-se importante priorizar a identificação dessas categorias comuns, pois, ao contrário dos itens mais raros, que tendem a ocorrer de forma pontual, os resíduos recorrentes possuem maior potencial para servir como indicadores consistentes no monitoramento e controle de poluição em estudos futuros.

Foi realizado um teste que consistiu em dividir a extensão da praia, com o objetivo de determinar a distribuição percentual desses itens ao longo das áreas amostradas. Cada transecto teve sua largura total (50 m) subdividida em cinco intervalos de 0–5m; 5-10m; 10-20m; 20-30m e 30-50m (Figura 3). O número acumulado de categorias nos 50m (até 5m; até 10m e até 20m) foi utilizado para determinar relação entre a largura da unidade amostral (metros lineares de praia)

e o percentual das categorias de lixo encontradas. As áreas de amostragem foram referenciadas por GPS, utilizando um GPS Garmin MAP 62sc.

Figura 3 - Amostragem do transecto. Legenda: T = transectos, m = metros



Fonte: A autora (2024).

Foram coletadas amostras de lixo em sete praias, abrangendo todos os resíduos encontrados em uma faixa de 50 metros. A amostragem baseou-se em dados pré-existentes coletados em duas fases: em 2015, com três praias, e em 2022, com quatro praias, sendo uma delas em comum entre os dois períodos, permitindo uma comparação entre a largura do transecto e o percentual de categorias de lixo de praia encontrados. As amostragens foram realizadas em dias ensolarados e durante o período de maré baixa, otimizando a visibilidade e o acesso aos resíduos acumulados na zona costeira.

Na ecologia, para otimizar a relação entre esforço de campo e representatividade dos dados, utiliza-se a curva de área mínima, conforme discutido por Santos (2021). Essa curva é construída registrando-se o número cumulativo de espécies em função da área amostrada, até que atinja um ponto

de estabilização, indicando a área mínima necessária para uma amostragem representativa (Arrhenius, 1921; Gleason, 1922; Cain, 1938; MacIntosh, 1985; Scheiner, 2003). Neste estudo, o método foi adaptado para contabilizar itens de lixo no mar, possibilitando avaliar a quantidade e distribuição de resíduos em diferentes áreas.

2.1.3 Análise de dados

Para detectar possíveis vieses entre os observadores, foi desenvolvida uma lista de itens (Tabela 3) que orienta o registro dos resíduos. Os observadores percorrem todos os transectos e marcaram, nessa lista, a presença ou ausência de cada item selecionado. Para avaliar as diferenças nas variâncias entre observadores, foi aplicado o teste de Cochran, verificando se estas eram significativas e poderiam introduzir vieses na análise. Em relação às variações, realizou-se uma Análise de Variância Unifatorial (ANOVA), considerando como fatores os Observadores e as Praias. Quando foram identificadas diferenças significativas, um teste *post hoc* foi realizado para detalhar as comparações entre grupos.

A curva de área mínima foi construída com base nas observações cumulativas das categorias de resíduos, e a área mínima foi determinada quando a curva se estabilizou para as categorias de itens onipresentes. No presente estudo considerou-se cada tipo de lixo em praias (categorias) como uma espécie no gráfico das curvas.

A amostragem utilizada neste estudo baseou-se nas diretrizes do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2009) para monitoramento do lixo nas praias. Durante cada período de amostragem, uma equipe de pessoal treinado caminhou ao longo do transecto de 50 metros, coletando todo o lixo visível entre a linha d'água e a vegetação (restinga). Incluindo plástico, isopor/espuma, tecido, vidro/cerâmica, metal, papel/papelão, borracha, madeira e outros, foram coletados e registrados. O lixo coletado foi separado, contado e categorizado com base em 16 categorias (Cheshire et al., 2009).

2.3 RESULTADOS

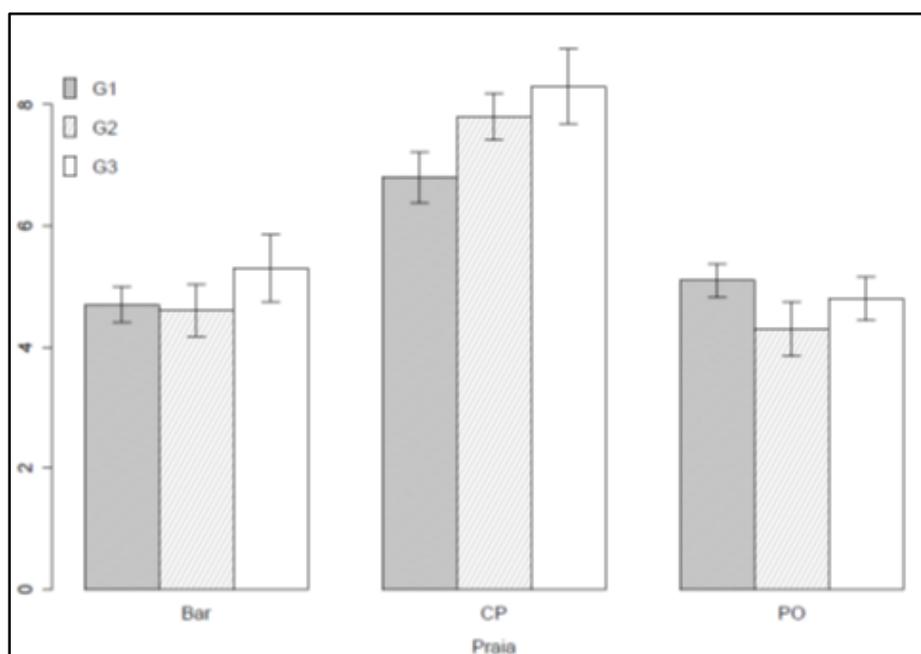
Os resultados da análise de dados indicaram que não houve diferenças significativas entre os observadores na identificação dos itens de lixo em praias tanto no teste de homogeneidade de *Cochran* ($C = 0,20208$, $n = 10$, $k = 9$, valor $p = 0,4357$), quanto na Análise de Variância Bifatorial (ANOVA, Tabela 3). revelou que não houve variação estatisticamente significativa ($Df = 2$, $F = 0,7031$, valor de $p = 0,4978$). A ANOVA Bifatorial identificou diferenças significativas entre as praias (Tabela 3 e Figura 4).

Tabela 3 – Tabela ANOVA Bifatorial. (A) Observadores e (P) Praias

Fatores	Df	Soma Sq.	Média Sq.	Valor F	Pr (> F)
Observador(A)	2	0,02184	0,010921	0,9663	0,4546
Praia (P)	2	0,61858	0,09790	36,5522	4,866e-12***
Observador (A):Praia(P)	4	0,04521	0,011302	1,3335	0,2646
Residual	81	0,68650	0,008475		

Fonte: A autora (2024).

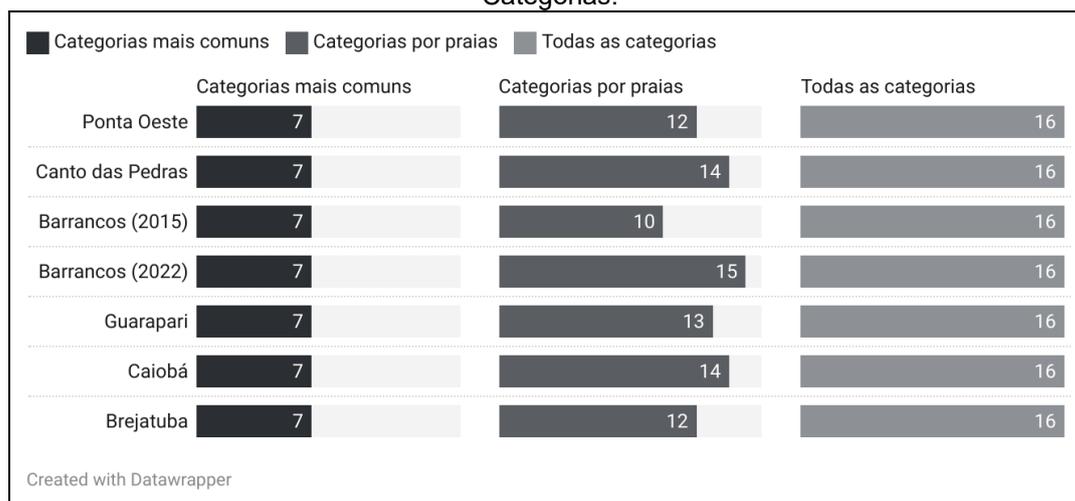
Figura 4 – Número de categorias nas diferentes praias e diferentes grupos G1, G2, G3 representam cada grupo que examinou cada um e todos os transectos. Bar- Praia de Barrancos; CP – Praia Canto das Pedras e PO – Praia Ponta Oeste.



Fonte: A autora (2024).

Das sete praias amostradas, foram identificadas sete categorias de lixo comuns a todas as áreas analisadas, representando 43,75% do total de 16 categorias registradas. Destas 16 categorias observadas, a presença das categorias variou entre as praias sendo que a Ponta Oeste apresentou 12, Canto das Pedras 14, Barrancos 10 em 2015 e 15 em 2022, Guarapari 13, Caiobá 14 e Brejatuba 12 categorias. A representatividade das sete categorias comuns em cada praia foi também destacada, com percentuais variando conforme a quantidade total de categorias por local: Ponta Oeste apresentou 58,33%, Canto das Pedras 50%, Barrancos (2015) 70%, Barrancos (2022) 46,67%, Guarapari 53,85%, Caiobá 50% e Brejatuba 58,33% das sete categorias comuns (Figura 5).

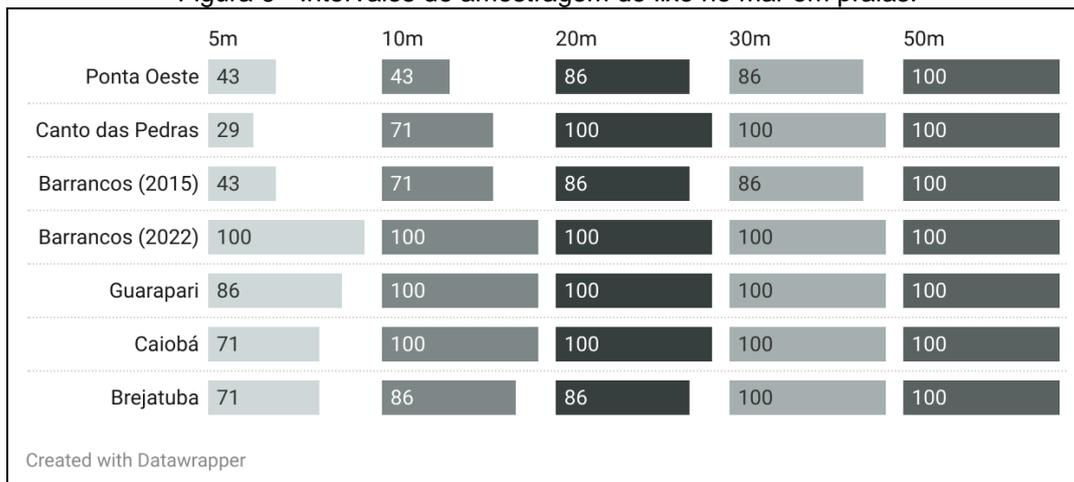
Figura 5 – Distribuição das Categorias de Lixo em Praias: Itens Comuns, por Praia e Total de Categorias.



Fonte: A autora (2024).

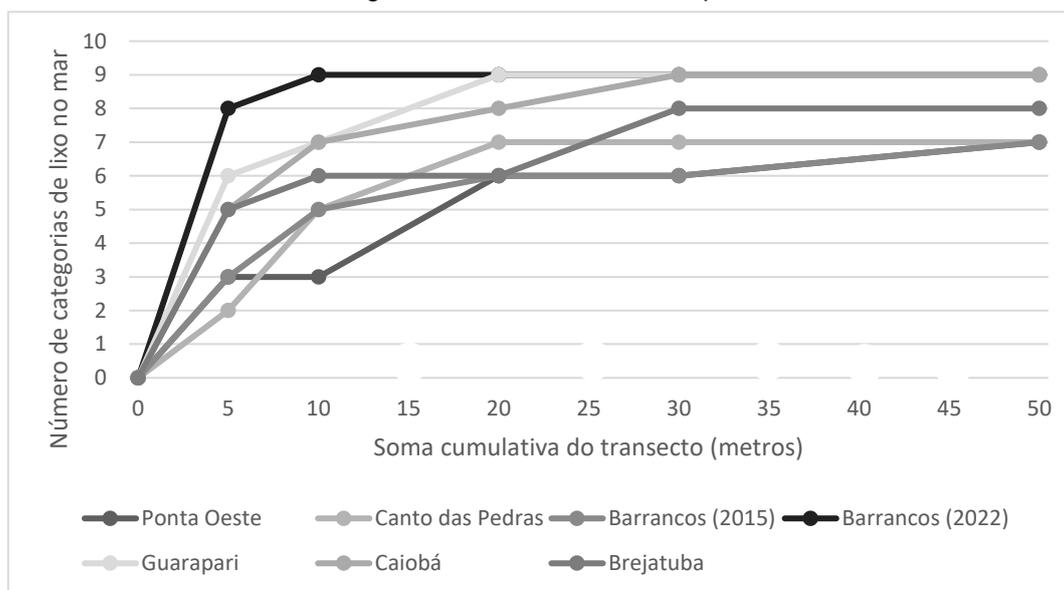
Em relação ao registro do número de categorias, os resultados sugerem que o aumento da largura do transecto aumenta o número de categorias de lixo encontrado, com a estabilização dos valores a partir de 20 metros, em 4 das 7 praias (Figura 6 e Figura 7). Este parâmetro se mostra relevante para a representatividade das amostras em estudos de monitoramento de lixo em praias, especialmente quando o objetivo é realizar diagnósticos para traçar estratégias de prevenção e solução de passivos.

Figura 6 - Intervalos de amostragem de lixo no mar em praias.



Fonte: A autora (2024).

Figura 7 – Curva de área mínima para categorias presentes em todas as praias. Campanhas amostrais (2015) e (2022). Legenda: As curvas representam o número acumulado de categorias observadas em cada praia.



Fonte: A autora (2024).

Embora a Figura 7 seja apresentada como uma curva de área mínima, observa-se que não assume uma forma esperada, provavelmente devido ao número reduzido de categorias observadas. Essa característica é reflexo da baixa diversidade de itens encontrados nas praias analisadas, possivelmente influenciada pelas condições locais e pela metodologia empregada. Ainda assim, a análise desses dados é essencial para compreender as tendências e padrões no acúmulo de resíduos, fornecendo uma base para discussões mais

aprofundadas sobre as implicações ambientais e os possíveis fatores que influenciam esses resultados.

2.4 DISCUSSÃO

A identificação inicial das categorias de resíduos mais comuns nas praias estudadas reforça a relevância do monitoramento sistemático em ambientes marinhos. A classificação que combina composição e formato, utilizada neste estudo, proporciona uma análise detalhada dos tipos de resíduos, visto que permite a identificação de mais de 70 tipos de resíduos. No litoral do Paraná, observou-se que apenas 16 itens tem uma distribuição geográfica maior e predominando no litoral do Paraná.

Dentre as categorias recorrentes de resíduos sólidos nas praias do Paraná, destacam-se tampas de garrafa, fragmentos de plástico e isopor, o que reforça um padrão preocupante de poluição associado às atividades humanas (Velis et al., 2017; Frediani, 2020). Os resultados deste estudo, reforçam padrões previamente observados para a região, indicando que fragmentos plásticos e resíduos não identificáveis são predominantes e possuem alta mobilidade, contribuindo para sua disseminação ao longo da costa (Krelling et al., 2017; Turra et al., 2015). Além disso, itens relacionados à pesca, como redes e boias, evidenciam o impacto acumulado de múltiplas atividades costeiras na composição do lixo (International Marine Debris Conference, 2011).

A presença de categorias recorrentes de resíduos em todas as praias estudadas reflete padrões regionais consistentes de descarte, com itens como fragmentos de plástico e materiais de pesca destacando-se por sua persistência nos ecossistemas costeiros. Essa recorrência, pode estar associada à falta de iniciativas locais de coleta e conscientização ambiental (Duarte, 2022, Cunha, Krelling e Costa, 2024). Esses achados reforçam a utilidade de resíduos recorrentes como indicadores para monitoramento e para estratégias de mitigação. Estudos futuros devem explorar sazonalidade, eventos climáticos e metodologias amostrais variadas para definir áreas mínimas de coleta e embasar políticas públicas sobre o manejo de resíduos em regiões costeiras.

Considerando a diversidade de itens presentes neste trabalho, entende-se que a identificação das categorias predominantes de resíduos, não limitando-se à sua composição, oferece oportunidades para monitoramentos mais consistentes e planos de controle mais eficazes, uma vez que esses itens recorrentes podem atuar como indicadores de variações na poluição ao longo do tempo (Costa & Widmer, 2022; Shim et al., 2022; Silva et al., 2023). A identificação dos itens mais comuns não investiga, por exemplo, os diferentes riscos ecológicos que cada categoria de lixo encontrado pode representar. Como a análise destes riscos não foi objeto de pesquisa para o presente trabalho, sugere-se que futuras pesquisas investiguem quais categorias representam maiores riscos ecológicos e, inclusive, se existe uma variação espacial e temporal destes riscos. Inclusive, envolver as comunidades locais nessas investigações, durante ações de limpeza de praias ou de educação ambiental, podem gerar informações essenciais sobre a eficácia deste tipo de prática, não apenas na mitigação do problema e na coleta de dados, mas também na promoção da gestão costeira integrada e sustentável da região.

Em relação à identificação de uma largura mínima e ideal da unidade amostral (transecto), observou-se que, a partir de 20 metros lineares de praia, foram identificadas pelo menos 85% das categorias recorrentes na região. Ou seja, a estabilização da quantidade de categorias observadas a partir de 20 metros lineares de praia, registrada em ambas as campanhas, sugere que uma largura menor pode reduzir a confiabilidade dos dados e não ser capaz de evidenciar variações regionais. Essa descoberta contribui para a literatura sobre praias subtropicais e pode otimizar o esforço de campo, sem retirar a independência de pesquisas futuras, pois permite variabilidade de larguras das unidades amostrais de lixo em praias. Isso reitera, também, a ideia dos transectos variáveis em Biologia, cujos comprimentos e larguras são definidos pelo interesse do pesquisador (Yapp, 1956; Beenaerts e Berghe, 2005). Ou seja, compreende-se que, dependendo do objetivo da pesquisa, cabe ao pesquisador definir a largura de sua unidade amostral, pois essa flexibilidade melhora a diversidade e representatividade dos dados.

Entretanto, para que inferências mais robustas possam ser realizadas sobre a poluição por lixo nas praias do Paraná, torna-se necessário que os

estudos sigam padrões mínimos de harmonização, neste caso que sejam amostradas larguras não inferiores a 20 metros. Esse resultado, não sugere algo prescritivo, ou seja, não determina a largura a ser utilizada pelo pesquisador. Contudo, busca avançar no sentido do que estudos anteriores destacam que metodologias harmonizadas são necessárias para comparar regiões e desenvolver estratégias eficazes contra poluentes marinhos (Lippiatt et al., 2013; Velandar e Mocogni, 1999; Dixon e Dixon, 1981).

O presente trabalho traz resultados importantes para a região subtropical do Atlântico Sul. Esses resultados são aplicáveis a esse contexto climático, ecológico e socioeconômico de diversas outras regiões do globo. Sendo assim, recomenda-se que, em estudos e monitoramentos do lixo em praias em outros contextos praias, seja adotada uma metodologia semelhante à utilizada neste trabalho para determinar as larguras dos transectos, ajustando-os conforme as características locais específicas (Zielinski, Botero, Yanes, 2019; Battisti et al, 2020). Ajustar a metodologia conforme essas características permitirá uma coleta de dados mais precisa e acurada das condições específicas de cada praia.

Outro resultado interessante foi a variação temporal observada na praia de Barrancos, a única amostrada em 2015 e 2022. Enquanto na primeira campanha, em 2015, a totalidade das categorias foi registrada com 50 metros de largura, em 2022, a estabilização ocorreu com apenas 10 metros. Essa diferença pode indicar um aumento na concentração de resíduos, sugerindo uma maior poluição na praia. Esse fenômeno reforça a existência de variações temporais na distribuição dos resíduos ao longo do litoral do Paraná, possivelmente influenciadas por características sazonais. A mudança pode refletir alterações nas fontes ou nos padrões de dispersão dos resíduos, que são afetados por condições climáticas e oceanográficas, como correntes marinhas, intensidade de marés, ventos e eventos climáticos sazonais, como chuvas fortes ou frentes frias. Tais eventos podem alterar o transporte e a deposição de resíduos (Emmerik et al., 2022; Wang et al., 2024). Sugere-se que estudos futuros considerem esses fatores para avaliar como a sazonalidade e as condições climáticas influenciam a largura de transecto necessária para capturar adequadamente as categorias predominantes, particularmente em monitoramentos focados em detectar variações sazonais.

A discussão sobre as unidades amostrais tem sido uma causa de debates prolongados e intensos, sem que se tenha chegado a consensos amplamente consolidados fora dos grupos de origem. Essa questão impacta inclusive iniciativas internacionais, reforçando a urgência e a necessidade de uma harmonização. Considerando que diversos trabalhos que investigam a presença de macrolixo em praias (tabela 4) utilizam referências comuns, como por exemplo OSPAR (2010) e NOAA (2013), é possível que em alguns casos o esforço de campo pudesse ser reduzido significativamente ao se abordar uma estratégia similar à proposta nesse artigo, onde se determina local e/ou regionalmente a unidade amostral significativa.

Tabela 4 – Estudos sobre lixo em praias que utilizaram transectos para monitoramento e análise

Ano do estudo	Local do estudo	Transecto	Metodologia referencial	Referência
2003 e 2004	Florianópolis Brasil	100m ²	Velander & Mocogni, 1999	Widmer & Hennemann, 2010
2008 e 2009	Coréia do Sul	100m	Ocean Conservancy, 2007	Hong <i>et al</i> , 2014
2018	Jaconé-Squarema Brasil	1.250m ²	UNEP, 2005	Corrêa <i>et al</i> , 2019
2019 e 2020	Santos Brasil	50m	OSPAR, 2013	Ribeiro <i>et al</i> , 2021
2019 e 2020	Escócia	100m	OSPAR, 2010	Smith & Turrell, 2021
2021	Pontal do Paraná Brasil	10m	NOAA, 2013	Bettim <i>et al</i> , 2021
2021	Costa Rica	300m ²	OSPAR, 2010	Sibaja-Cordero & Gómez-Ramírez, 2022
2002 e 2021	Portugal	100m	OSPAR, 2010	Iglesias <i>et al</i> , 2023
2019 e 2021	Índia	100m	NOAA, 2013	Mishra <i>et al</i> , 2023
2021 e 2022	Recife Brasil	150m ²	Polette & Raucci, 2003	Silva <i>et al</i> , 2023
2024	Costa brasileira Brasil	4 x 5m	UNEP, 2019	Sea Shepherd Brasil e IO-USP, 2024

Fonte: A autora (2024).

Reforça-se que a escolha cuidadosa do método é essencial para garantir resultados representativos, já que diferentes abordagens podem gerar variações significativas nos dados (Velander & Mocogni, 1999; Araújo & Costa, 2000; Martins *et al.*, 2020; Carvalho *et al.*, 2021; Smith & Turrell, 2021; Costa & Widmer, 2022; Shim *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023). Nesse sentido, a adoção de unidades

amostrais pode variar, sugerindo-se apenas que seja selecionada uma unidade de medida que seja comparável e harmonizada, metros lineares de praia por exemplo.

O relatório Raio-X dos Resíduos na Costa Brasileira (Sea Shepherd Brasil e Instituto Oceanográfico da USP, 2024) destaca a dificuldade de comparar dados entre regiões devido à ausência de padronização metodológica nas amostragens. Embora o estudo tenha avançado na comparabilidade dos dados, ainda são necessários trabalhos específicos para abordar as variabilidades nos contextos locais, regionais e globais de forma mais abrangente. A metodologia utilizada por esse relatório emprega 20 metros de área total, divididos em quatro transectos de 5 metros cada, coincidindo com o valor sugerido para este estudo.

Os programas de monitoramento e limpeza de praias devem ser ajustados para integrar ações que não apenas removam resíduos, mas também contribuam para o mapeamento estratégico de áreas críticas de acúmulo de lixo. Essa abordagem, alinhada à literatura (Arcangeli et al., 2017), pode fortalecer o entendimento sobre a distribuição e origem dos resíduos, direcionando intervenções mais eficientes. Além disso, sugere-se que protocolos de limpeza sejam adaptados para registrar dados de monitoramento durante as operações, integrando esforços de gestão costeira e participação comunitária, como cientistas cidadãos, em sistemas colaborativos que promovam soluções sustentáveis e eficazes.

Embora o trabalho apresentado não discuta diretamente as fontes específicas de resíduos, é importante destacar que, em contextos que fontes claras são identificadas, como descargas de rios ou atividades portuárias, estudos devem considerar esse aspecto na definição dos itens mais comuns. Além disso, estudos europeus, como o de Arcangeli et al. (2018), destacam a relevância de indicadores de qualidade ambiental, como a quantidade de lixo por metro linear de praia, reforçando a importância de um monitoramento detalhado para guiar intervenções mais eficazes e contextualizadas.

O sucesso no gerenciamento da poluição marinha causada por resíduos sólidos está diretamente relacionado à redução da geração desses resíduos (Pham et al., 2014; Arcangeli et al., 2018; Campanale et al., 2019; Chiu et al.,

2020; Cunha, Krelling e Costa, 2024). Prevenir que resíduos de origem terrestre cheguem ao oceano é essencial para minimizar os impactos nos ecossistemas marinhos. Este estudo contribui para esse objetivo ao propor dimensões adequadas de amostragem e sugerir práticas harmonizadas de monitoramento, facilitando a identificação das fontes mais comuns de resíduos.

A implementação de um sistema de monitoramento colaborativo com métodos harmonizados, aliado à redução de resíduos de fontes específicas, é importante para controlar a poluição marinha. A literatura aponta que métodos de amostragem variados dificultam a comparação de dados e a análise de mudanças temporais nos níveis de poluição (Shim et al., 2022). Portanto, a harmonização e a colaboração são essenciais para melhorar a eficácia das intervenções. Nesse contexto, mutirões de limpeza e ações comunitárias emergem como oportunidades valiosas não apenas para promover engajamento e conscientização, mas também para gerar dados relevantes por meio do uso de formulários harmonizados. Esses dados podem auxiliar na identificação de tendências, fontes de resíduos e na priorização de ações. Assim, propomos a inclusão de estratégias que integrem essas iniciativas à gestão ambiental, utilizando-as como momentos-chave para coleta estruturada de informações que contribuam para um sistema de monitoramento colaborativo. A harmonização dos métodos e o engajamento comunitário tornam-se, assim, fundamentais para aprimorar a tomada de decisão e a gestão costeira.

2.5 CONCLUSÃO

Ao longo desta pesquisa, o objetivo geral foi avaliar a largura ideal de transectos para a coleta e monitoramento de lixo em praias arenosas. Os resultados destacam que a definição adequada da largura do transecto é fundamental para garantir a representatividade dos dados e a eficácia no monitoramento.

Nas praias do Paraná, no mínimo 20 metros se mostraram mais adequadas para abranger a diversidade de resíduos encontrados. Para outras regiões, recomenda-se a realização de levantamentos preliminares, ajustando as dimensões às condições locais e aos objetivos de cada estudo.

Este estudo reforça a importância de métodos harmonizados, permitindo captar padrões consistentes ao longo do tempo e melhorando a eficácia de ações de conservação e limpeza. Assim, contribui para a formulação de estratégias de gestão de praias mais eficazes, voltadas para a gestão do lixo no mar e a prevenção da entrada de resíduos no ambiente marinho.

2.6 REFERÊNCIAS

As referências bibliográficas citadas neste capítulo estão incluídas no final da tese, em uma seção única dedicada a todas as referências utilizadas.

CAPÍTULO II

3 ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE USOS DAS PRAIAS E CARACTERÍSTICAS DO LIXO NO MAR EM PRAIAS SUBTROPICAIS NO LITORAL DO PARANÁ-BRASIL

RESUMO: Praias são ambientes dinâmicos e complexos, que podem ser influenciados por diversos fatores, inclusive pela presença de lixo no mar. O objetivo desse estudo foi analisar a relação entre os tipos de uso das áreas costeiras e a natureza dos resíduos encontrados, utilizando indicadores específicos para determinar a quantidade, a distribuição espacial, a composição e as fontes mais prováveis de macrolixo marinho. Foram realizadas oito coletas trimestrais, em 4 praias, entre os meses de fevereiro de 2022 e novembro de 2023 para obter dados sobre o lixo na praia e os usos das praias. Os resultados mostram que, no litoral do Paraná, a densidade média de lixo em praias é de 0,10 (\pm 0,05) itens/m², enquanto, por metro linear de praia, a média é de 3,53 (\pm 1,08) itens/m. O plástico é o material com maior ocorrência (88,05%) e o verão é a estação com a maior proporção de resíduos nas praias (31,72%). Considerando as fontes mais prováveis, as praias de uso turístico (i.e., Caiobá) apresentaram maior quantidade de itens de fonte provável de usuários de praias em comparação a Barrancos e Brejatuba. Por outro lado, as praias de uso pesqueiro (i.e., Barrancos) apresentaram maior quantidade de itens de fonte provável doméstica em comparação a Caiobá e Brejatuba. Esses padrões variam ao longo do ano e refletem influências sazonais nas fontes de resíduos, pois, foi no verão que Barrancos teve mais itens domésticos que as outras e no outono que as praias de Barrancos e Guarapari tiveram mais itens de pesca. Com base nesses resultados conclui-se que a combinação de fatores ambientais e socioeconômicos das praias possuem relação com a quantidade, distribuição espacial e a composição de lixo que chega no litoral às praias do Paraná. Conhecer esses fatores é essencial para que os gestores de praias possam ter condições de tomada de decisão frente à problemática do lixo nas praias.

Palavras-chave: Macrolixo, lixo em praias, gestão de praias, praias subtropicais no Brasil, lixo no mar.

Abstract: Beaches are dynamic and complex environments that can be influenced by several factors, including the presence of litter in the sea. The objective of this study was to analyze the relationship between the types of use of coastal areas and the nature of the waste found, using specific indicators to determine the quantity, spatial distribution, composition, and most likely sources of marine macrolitter. Eight quarterly collections were carried out on 4 beaches between February 2022 and November 2023 to obtain data on beach litter and beach uses. The results show that, on the coast of Paraná, the average density of litter on beaches is 0.10 (\pm 0.05) items/m², while, per linear meter of beach, the average is 3.53 (\pm 1.08) items/m². Plastic is the most common material (88.05%) and summer is the season with the highest proportion of waste on beaches (31.72%). Considering the most likely sources, the beaches used by tourists (i.e., Caiobá) had a greater quantity of items from likely sources of beach users compared to Barrancos and Brejatuba. On the other hand, the beaches used by fishermen (i.e., Barrancos) had a greater quantity of items from likely sources of domestic waste compared to Caiobá and Brejatuba. These patterns vary throughout the year and reflect seasonal influences on waste sources, since it was in the summer that Barrancos had more domestic waste than the others and in the fall that Barrancos and Guarapari had more fishing waste. Based on these results, it can be concluded that the combination of environmental and socioeconomic factors of the beaches are related to the quantity, spatial distribution and composition of waste that reaches the coast of Paraná. Knowing these factors is essential for beach managers to be able to make decisions regarding the problem of waste on beaches.

Keywords: Macro waste, beach waste, beach management, subtropical beaches in Brazil, marine waste.

3.1 INTRODUÇÃO

Praias são ambientes dinâmicos e complexos, fortemente influenciados por fatores como o clima e as atividades humanas, incluindo a crescente presença de lixo no mar. O lixo no mar é um dos problemas significativos que as praias enfrentam, tornando-se cada vez mais premente devido ao impacto causado nos ecossistemas aquáticos, na biodiversidade e sobre o turismo (Jambeck et al., 2015; Krelling et al., 2017; Lebreton et al., 2018; Borrelle et al., 2020; Cunha, Krelling e Costa, 2024).

O lixo no mar chega às praias a partir de várias fontes, em diferentes escalas de tempo e espaço, e é resultado de comportamentos sociais tanto individuais quanto comunitários (Lebreton et al., 2017; Portman et al., 2019; (López-Arquillo et al., 2023). Um comportamento social já discutido e que impacta no tipo de lixo encontrado em praias é o turismo de sol e praia. Babic et al., (2019) e Snoeijs-Leijonmalm et al., (2017) identificaram que praias mais turísticas tem mais desse resíduo. Outros estudos sugerem ainda que o uso e/ou comportamento gera influência nos resíduos locais (Brabo et al., 2022). Portanto, há uma possível relação de influência que o uso da praia e as fontes mais prováveis possuem e são percebidas in situ.

A fim de enfrentar esse desafio, o monitoramento eficaz do lixo no mar torna-se fundamental (Haseler et al., 2020). Para este estudo, optou-se pela amostragem costeira, pois ela é mais acessível logisticamente e está mais diretamente relacionada aos usos das praias. De acordo com as diretrizes do GESAMP (2019), amostrar as praias pode ser a melhor abordagem para correlacionar a quantidade de resíduos com o uso humano, além de ser uma estratégia mais prática e eficaz para monitoramento em larga escala.

Para um monitoramento de longo prazo, é importante considerar processos meteo-oceanográficos, fontes predominantes e sumidouros de resíduos (Meijer et al., 2021; Emmerik et al., 2022; Wang et al., 2024). Contudo, neste estudo, esses fatores são abordados de forma geral, com foco na identificação de tipos de lixo e indicadores relacionados aos usos das praias. Futuros estudos mais detalhados sobre os fatores ambientais podem

complementar essa abordagem, ampliando a compreensão das dinâmicas costeiras.

Os itens indicadores são ferramentas essenciais para compreender a presença e a dinâmica do lixo nas praias. Assim como na Europa, onde indicadores são utilizados para monitorar a qualidade ambiental, eles podem promover uma maior compreensão sobre o problema da poluição e orientar a formulação de soluções. Ele permite comparações entre regiões e nações ao analisar o consumo de recursos em relação à capacidade de suporte da natureza, avaliando a sustentabilidade dos impactos ambientais globais a longo prazo (Cindin; Santos, 2004).

Este estudo sobre o lixo no mar ao longo da costa do Paraná busca diferenciar-se dos trabalhos anteriores ao não se limitar apenas à quantificação e tipificação dos resíduos. Ele emprega uma abordagem fundamentada em uma análise abrangente da literatura para definir itens indicadores, permitindo investigar a relação entre os tipos de uso das praias e os resíduos encontrados. Essa metodologia destaca-se por aplicar conceitos até então pouco explorados na região, ampliando o conhecimento sobre o lixo em praias subtropicais. Sendo o objetivo da pesquisa analisar a relação entre os tipos de uso das áreas costeiras e a possível origem dos resíduos encontrados.

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Área de estudo – Litoral do Paraná (Brasil)

A pesquisa foi conduzida ao longo da costa do Paraná (25,70° S, 48,47° O), no sul do Brasil, com aproximadamente 98 km do Oceano Atlântico Sul (Figura 1). Sendo o estado, que possui uma das menores extensões de costa oceânica do país, inclui os municípios de Paranaguá e Antonina, conhecidos por suas atividades portuárias; Guaraqueçaba e Morretes, com forte presença agrícola; e Guaratuba, Matinhos e Pontal do Paraná, onde predominam o turismo e a pesca artesanal (Estades, 2003).

A região é influenciada pela presença do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) que abriga um dos maiores portos graneleiros do país e da Baía de Guaratuba. Além disso, a atividade pesqueira e o turismo são

características proeminentes deste ambiente. O estudo focou na relação entre o uso por diferentes atividades humanas e a composição do lixo no mar encontrado nas praias de Barrancos e Guarapari (município de Pontal do Paraná), Caiobá (Matinhos) e Brejatuba em (Guaratuba) (Figura 1).

Figura 1 - Localização do Litoral do Paraná e os pontos de coleta (Praias: Barrancos, Guarapari, Caiobá e Brejatuba).



Fonte: A autora, (2024).

A combinação única de atividades portuárias, pesqueiras e turísticas ao longo da costa do Paraná torna essa região um campo ideal para o estudo da dinâmica do lixo no mar (Cunha, Krelling e Costa, 2024).

3.2.2 Método amostral – Lixo no mar

Cada praia foi visitada oito vezes (duas por estação do ano) entre fevereiro de 2022 e novembro de 2023 para a coleta de amostras de lixo. Uma área de 50 metros de largura ao longo da linha de resíduos da maré mais recente foi delimitada e marcada com coordenadas GPS, com amostras coletadas durante maré baixa. Em cada visita, foram realizadas três réplicas de amostragem, totalizando 96 amostras. Todos os resíduos de macrolixo (itens com mais de 2,5 cm) foram coletados, lavados, classificados e caracterizados de acordo com a UNEP (2009), sendo organizados em nove categorias de composição e 78 tipos/formas de itens. A análise utilizou unidades de itens por metro quadrado (itens/m²) e por metro linear de praia (itens/m). A concentração de itens e as densidades (itens/m²) foram analisadas com base em todos os itens coletados, sendo a análise de variações espaciais e temporais realizada apenas com os itens indicadores (n=5.934), divididos entre pesca (810 itens), usuários (4.335 itens) e domésticos (789 itens). Para entender as principais fontes de poluição, foram identificados itens indicadores de turismo, pesca e origem doméstica, usados para analisar as contribuições dessas fontes específicas para a poluição das praias (Tabela 1).

TABELA 1 - Classificação do lixo em praias, de acordo com a fonte mais provável.

PESCA	USUÁRIOS	DOMÉSTICOS
Fios e fitas de nylon, redes, cordas, isopor, light stick, linhas de pesca.	Canudos, garrafas de água, pratos, talheres, copos e palitos plásticos, embalagens de alimentos, bronzeadores, fraldas, sandálias, espátulas/palitos de madeira, pontas de cigarro, latas/tampas metálicas de bebidas, garrafas de vidro, quentinhas de alumínio, restos de alimento.	Potes de remédio, borracha, cotonete, garrafas de produtos de limpeza, frascos de xampu/ desodorante, potes de margarina, espuma, papelão.

FONTE: Adaptado de Araújo et al., 2011; Ivar Do Sul et al., 2011; Belarmino et al., 2014; Costa & Widmer, 2022, (2024).

O montante de lixo nas praias, quando classificado por fontes mais prováveis, representa 35,02% (N=5.934) do total amostral (N=16.947), com os 64,98% restantes (N=11.013) sendo descartados por não se enquadrarem como itens indicadores das fontes mais prováveis para este estudo. Para identificar diferenças, foi realizada uma análise de permutação multivariada (PERMANOVA), considerando como fatores locais (praias) e sazonais (estações do ano), e quando diferenças foram encontradas, testes *post hoc* pareados foram usados para identificar interações significativas. As Porcentagens de Similaridade (SIMPER), baseadas na Distância Euclidiana, ajudaram a investigar similaridades e dissimilaridades nas fontes mais prováveis, considerando as interações entre local e estação. A análise multidimensional não métrica (nMDS), também baseada na Distância Euclidiana, foi empregada para apoiar a interpretação dos resultados, com os dados sendo padronizados antes das análises de PERMANOVA e nMDS.

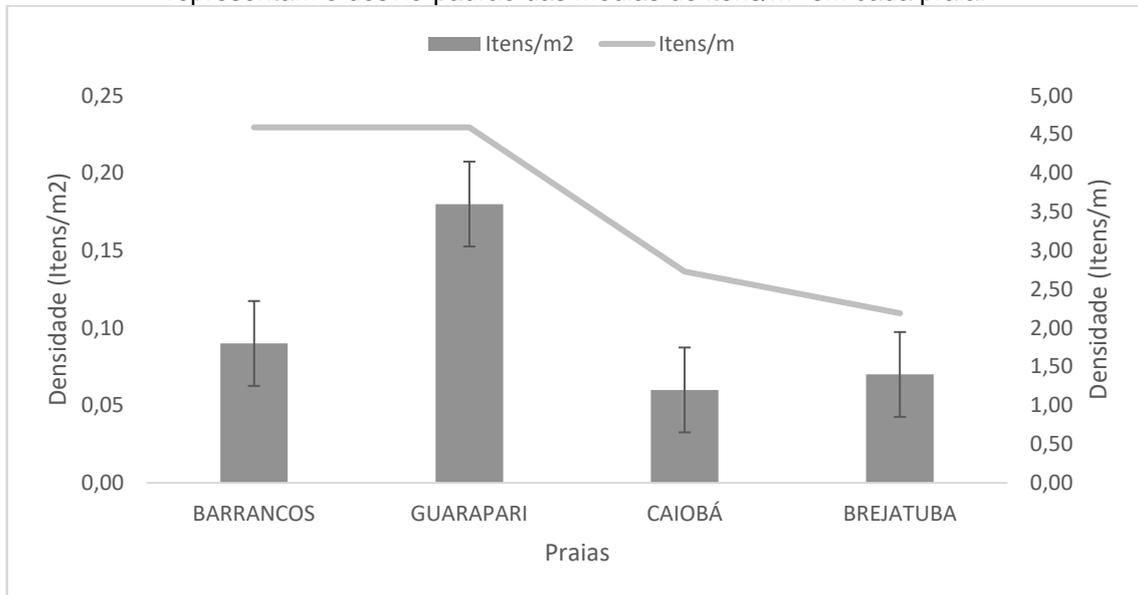
3.3 RESULTADOS

3.3.1 Concentração de Lixo na Praia

Foram encontrados 16.947 itens de macrolixo, distribuídos em 5.545 (32,7%) itens em Barrancos, 5.506 (32,5%) em Guarapari, 3.270 (19,3%) itens em Caiobá e 2.626 (15,5%) itens em Brejatuba. A densidade média de lixo foi de $0,10 \pm 0,05$ itens/m², com variações entre as praias: Barrancos apresentou $0,09 \pm 0,05$ itens/m², Guarapari $0,18 \pm 0,16$ itens/m², Caiobá $0,06 \pm 0,05$ itens/m² e Brejatuba $0,07 \pm 0,03$ itens/m² (Figura 2). A concentração por metro linear de praia apresentou a média de $3,53 \pm 1,08$ itens/m, sendo 4,59 itens/m em Barrancos, 4,59 itens/m em Guarapari, 2,73 itens/m em Caiobá e 2,19 itens/m em Brejatuba. Observou-se uma variação na quantidade de lixo encontrado nas praias entre as estações sendo 5.375 no verão, 3.528 no outono, 3.435 no inverno e 4.609 primavera (Figura. 3).

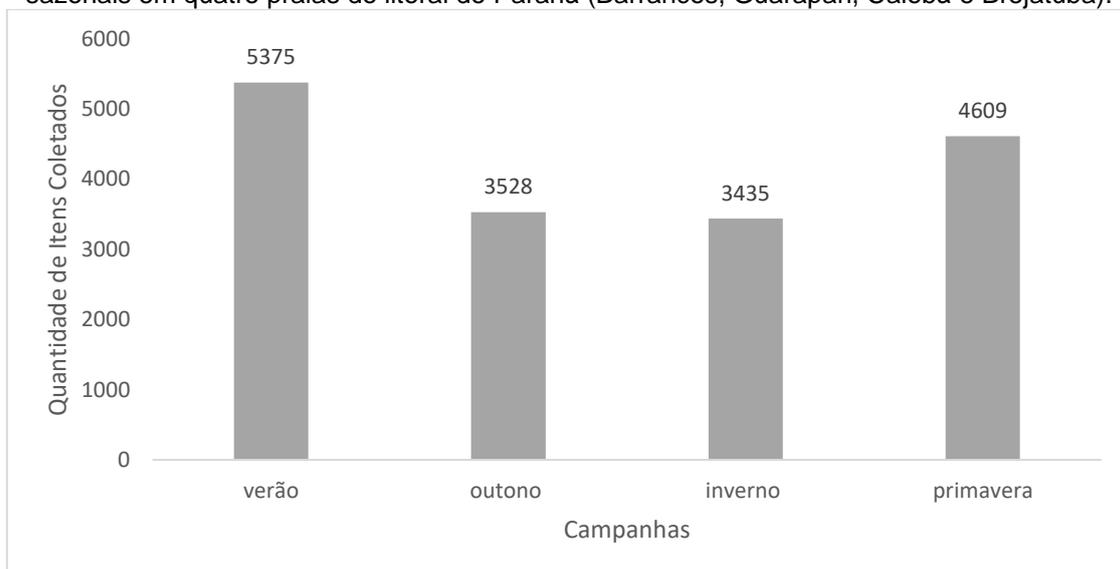
Na análise da distribuição dos resíduos por campanha observa-se que as praias de Guarapari e Barrancos lideram em números absolutos, com 5.506 e 5.545 itens, respectivamente. (Tabela 3).

Figura 2 - Concentração média de lixo em praias do Litoral do Paraná. LEGENDA: No eixo x são apresentadas as praias amostradas. No eixo y a densidade média de lixo em praias amostradas no período de fevereiro de 2022 a novembro de 2023. As colunas representam a densidade média de itens/m², a linha secundária a densidade por metro linear e as barras representam o desvio-padrão das médias de itens/m² em cada praia.



FONTE: A autora, (2024).

Figura 3 - Variação Sazonal na quantidade de itens coletados ao longo de oito campanhas sazonais em quatro praias do litoral do Paraná (Barrancos, Guarapari, Caiobá e Brejatuba).



FONTE: A autora, (2024).

TABELA 2 - Variação sazonal. LEGENDA: BAR (BARRANCOS), GUA (Guarapari), CAI (Caiobá) e BRE (Brejatuba).

CAMPANHAS	PRAIAS			
	BAR	GUA	CAI	BRE
Verão	1970 (35,53%)	1106 (20,09%)	1417 (43,34%)	882 (33,59%)
Outono	1368 (24,67%)	1272 (23,10%)	489 (14,95%)	306 (11,65%)
Inverno	562 (10,14%)	1887 (34,27%)	606 (18,53%)	473 (18,01%)
Primavera	1645 (29,66%)	1241 (22,54%)	758 (23,18%)	965 (36,75%)
TOTAL	5.545	5.506	3.270	2.626

Fonte: A autora, (2024).

Os plásticos representaram a maior parte da composição de resíduos, com 78,10% (N=13.235) do total, seguido pelo isopor/espuma (9,95%, N=1.687) e pelos tecidos (1,14%, N=194). Outras categorias como vidro/cerâmica (0,36%, N=61), metais (1,48%, N=250), papel/papelão (2,07%, N=350), borrachas (1,59%, N=270) e madeira (1,48%, N=250) também foram observadas, enquanto "outros" itens corresponderam a 3,84% (N=650). A maior concentração de plásticos foi encontrada nas praias de Barrancos e Guarapari (67,85%, N=8.980), com os fragmentos de plástico representando 31,77% de toda a categoria. A presença dos fragmentos é mais acentuada em Barrancos e Guarapari (73,22%) e diminui em Caiobá e Brejatuba (26,78%), sugerindo uma diminuição dessa categoria ao longo da região, com diferenças na quantidade e qualidade do plástico. A categoria de vidro/cerâmica teve a menor incidência (0,36%, N=61), com a maior parte encontrada em Barrancos (55,74%, N=34) e a menor em Brejatuba (8,20%, N=5), reforçando um possível padrão decrescente de resíduos de vidro/cerâmica ao longo do gradiente Barrancos / Brejatuba.

3.3.2. Fontes mais prováveis

Do universo amostral de 16.947 itens de lixo no mar coletados em praias subtropicais, 35,02% (N=5.934) foram identificados como indicadores de fontes mais prováveis, sendo distribuídos da seguinte forma: 73,05% associados aos Usuários (N=4.335), 13,65% relacionados à Pesca (N=810) e 13,30% provenientes de resíduos Domésticos (N=789). Quando analisadas

individualmente, as praias mostraram diferentes concentrações desses resíduos (Tabela 5 e Figura 6).

TABELA 3 - Fontes x Praias

PRAIAS	PESCA	USUÁRIOS	DOMÉSTICOS
Barrancos	367	1023	360
Guarapari	298	1179	246
Caiobá	72	1476	82
Brejatuba	73	657	101
TOTAL	810	4335	789

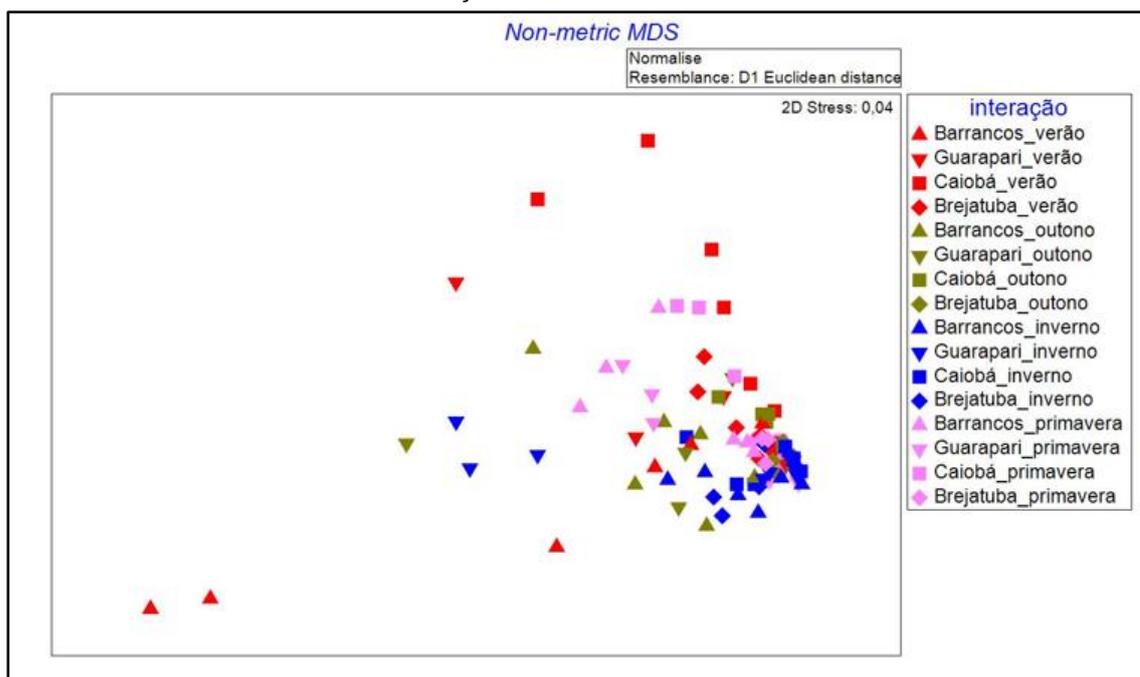
Fonte: A autora, (2024).

Esses resultados demonstram que os maiores volumes de lixo com a fonte mais provável pesca são as praias de Barrancos e Guarapari (45,31% e 36,79% respectivamente). Enquanto a praia de Caiobá os itens com a fonte mais provável usuários são em maiores volumes (34,05%). E os menores números de lixo da fonte mais provável pesca são encontrados nas praias de Caiobá e Brejatuba (8,89% e 9,01% respectivamente) e o lixo de fonte mais provável usuários os menores volumes são encontrados nas praias de Barrancos e Brejatuba (23,60% e 27,20% respectivamente). Para a fonte domésticos a praia de Barrancos permanece com os maiores volumes (45,63%) e os menores volumes dessa provável fonte foram nas praias de Caiobá e Brejatuba (10,39% e 12,80%) respectivamente.

Alguns itens apresentaram destaque em cada grupo. Em pesca o item com maior ocorrência foram cordas representando 64,94%. Em usuários o item bitucas e filtros representa 50,68% e nas fontes mais prováveis doméstico, o item sanitário representa 57,54%.

A análise revelou que há um padrão de concentração, mas também apresentam variações nas relações e tendências entre as variáveis. Foi observada uma segregação gráfica entre as amostras, principalmente entre as estações do ano e as praias, relativamente à composição no Non-metric MDS ($Stress=0,04$), indicando uma dissimilaridade entre essa interação (Figura 4). Todos os fatores, estações ($p = 0,0034$), praias ($p = 0,0001$) e interação entre ambos ($p = 0,012$) influenciaram a distribuição do lixo nas praias (Tabela 4).

Figura 4 - Análise de Similaridade Não Métrica (MDS) para Comparação dos Padrões de Distribuição de Lixo nas Praias.



Fonte: A autora (2024).

Tabela 4 – PERMANOVA calculada com base nas estações do ano, praias e interação estação x praia entre o período de 2022 e 2023. As diferenças significativas ($p < 0,05$) estão assinaladas em negrito.

	DF	SS	MS	Pseudo-f	p-valor	Unique perms
Estação	3	24,37	8,12	3,6823	0,0034	9935
Praia	3	43,18	14,39	6,5240	0,0001	9941
Estação x Praia	9	40,95	4,55	2,0623	0,0124	9918

Fonte: A autora, (2024).

As diferenças observadas indicam que as praias Barrancos, Guarapari, Caiobá e Brejatuba tiveram variações significativas na quantidade de lixo em diferentes estações (Tabela 5).

Tabela 5 - *PAIR-WISE TESTS* calculado com base em dados da interação estação x praia entre o período de 2022 e 2023. As diferenças significativas ($p < 0,05$) estão assinaladas em negrito. BAR (Barrancos), GUA (Guarapari), CAI (Caiobá), BRE (Brejatuba).

Interação 'Estação x Praia' para pares de níveis do fator 'praia'			
NÍVEL "VERÃO"			
	t	P(perm)	Unique perms
BAR, GUA	1,6037	0,1493	462
BAR, CAI	2,4045	0,0048	462
BAR, BRE	2,1356	0,0263	462
GUA, CAI	1,6687	0,0954	458
GUA, BRE	0,7188	0,6331	461
CAI, BRE	2,5576	0,0202	420

Interação 'Estação x Praia' para pares de níveis do fator 'praia'			
NÍVEL "OUTONO"			
	t	P(perm)	Unique perms
BAR, GUA	0,2392	0,9704	462
BAR, CAI	2,3231	0,0044	461
BAR, BRE	2,7886	0,0029	458
GUA, CAI	1,4640	0,1135	461
GUA, BRE	1,7218	0,0392	460
CAI, BRE	2,2302	0,0354	419

Interação 'Estação x Praia' para pares de níveis do fator 'praia'			
NÍVEL "PRIMAVERA"			
	t	P(perm)	Unique perms
BAR, GUA	0,7535	0,5661	461
BAR, CAI	1,0790	0,2801	462
BAR, BRE	2,1381	0,0082	462
GUA, CAI	0,9752	0,3812	451
GUA, BRE	1,3979	0,1819	441
CAI, BRE	1,5041	0,1829	439

Fonte: A autora, (2024).

No verão, houve mais itens de fonte provável doméstica em Barrancos em comparação a Caiobá e Brejatuba, e mais itens de fonte provável de usuários em Caiobá em relação a Barrancos e Brejatuba. No outono, observou-se um aumento de itens de fonte provável pesca em Barrancos comparado a Caiobá e Brejatuba, mais itens de fonte pesca em Guarapari em relação a Brejatuba, e mais itens de fonte de usuários em Caiobá em comparação a Barrancos, Guarapari e Brejatuba. No inverno, não houve diferenças significativas. Na primavera, registrou-se um maior número de itens de fonte provável de usuários em Barrancos em relação a Brejatuba (Tabelas 5-6 e Figura 5).

Tabela 6 - Análise SIMPER das interações estação x praia entre 2022 e 2023.

BARRANCOS_VERÃO & CAIOBÁ_VERÃO				
Distância Média ao Quadrado = 25,73				
Fontes mais prováveis	AV. DISS	DISS/SD	CONTRIB%	CUM%
Doméstico	11,60	0,77	45,13	45,13
Pesca	7,76	0,86	30,17	75,30
Usuários	6,36	0,99	24,70	100,00

BARRANCOS_VERÃO & BREJATUBA_VERÃO				
Distância Média ao Quadrado = 18,59				
Fontes mais prováveis	AV. DISS	DISS/SD	CONTRIB%	CUM%
Doméstico	10,30	0,76	55,31	55,31
Pesca	7,91	0,88	42,53	97,83

CAIOBÁ_VERÃO & BREJATUBA_VERÃO				
Distância Média ao Quadrado = 6,95				
Fontes mais prováveis	AV. DISS	DISS/SD	CONTRIB%	CUM%
Usuários	6,24	0,96	89,72	89,72
Pesca	0,45	0,48	6,55	96,27

BARRANCOS_OUTONO & CAIOBÁ_OUTONO				
Distância Média ao Quadrado = 3,58				
Fontes mais prováveis	AV. DISS	DISS/SD	CONTRIB%	CUM%
Pesca	1,61	1,35	45,10	45,10
Usuários	1,07	0,64	29,85	74,95
Doméstico	0,89	0,80	25,05	100,00

BARRANCOS_OUTONO & BREJATUBA_OUTONO				
Distância Média ao Quadrado = 3,94				
Fontes mais prováveis	AV. DISS	DISS/SD	CONTRIB%	CUM%
Pesca	1,60	1,38	40,44	40,44
Usuários	1,39	0,60	35,31	75,75
Doméstico	0,95	0,82	24,25	100,00

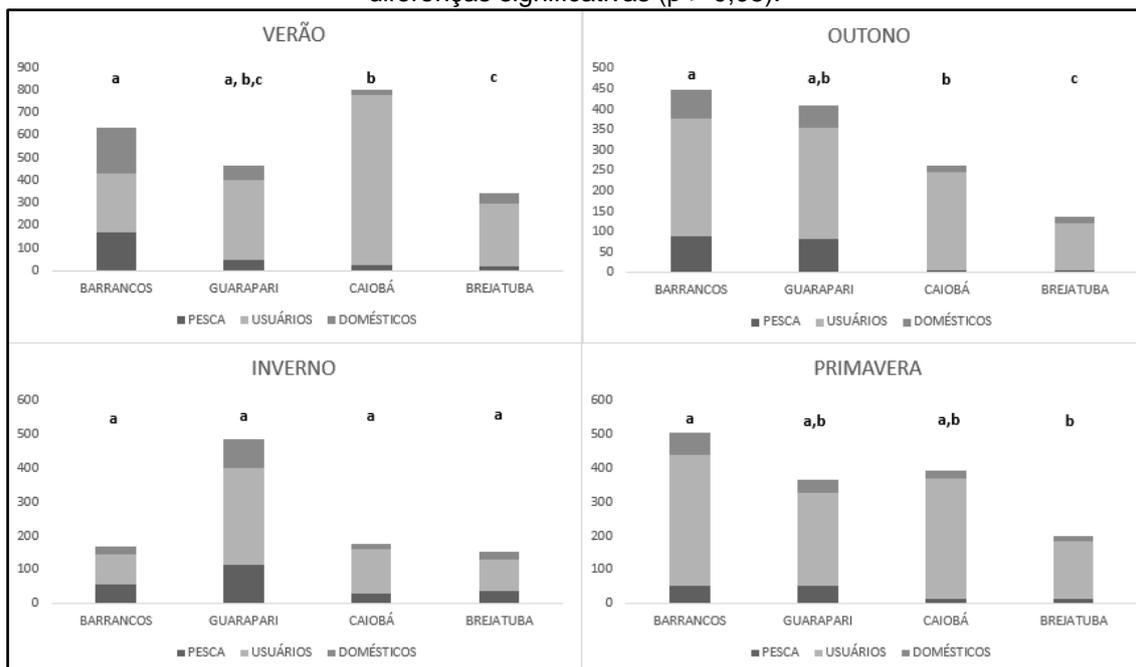
GUARAPARI_OUTONO & BREJATUBA_OUTONO				
Distância Média ao Quadrado = 5,04				
Fontes mais prováveis	AV. DISS	DISS/SD	CONTRIB%	CUM%
Pesca	3,20	0,55	63,46	63,46
Usuários	0,98	0,68	19,52	82,98
Doméstico	0,85	0,55	17,02	100,00

CAIOBÁ_OUTONO & BREJATUBA_OUTONO				
Distância Média ao Quadrado = 0,52				
Fontes mais prováveis	AV. DISS	DISS/SD	CONTRIB%	CUM%
Usuários	0,43	0,94	83,25	83,25
Doméstico	0,05	0,77	10,54	93,79

BARRANCOS_PRIMAVERA & BREJATUBA_PRIMAVERA				
Distância Média ao Quadrado = 3,09				
Fontes mais prováveis	AV. DISS	DISS/SD	CONTRIB%	CUM%
Usuários	1,49	0,78	48,33	48,33
Domésticos	0,89	0,58	28,92	77,25
Pesca	0,70	0,50	22,75	100,00

Fonte: A Autora, (2024).

Figura 5 - Distribuição sazonal dos itens de lixo nas praias. As letras (a, b, c) indicam diferenças significativas entre os grupos analisados. Letras iguais indicam ausência de diferenças significativas ($p > 0,05$).



Fonte: A Autora (2024)

3.4 DISCUSSÃO

O plástico é o componente mais comum encontrado em resíduos nas praias (PNUMA, 2005; Poeta et al., 2014; Bergmann et al., 2015; Becherucci et al., 2017; Marin et al., 2019; Abalansa et al., 2020; Iglesias et al., 2023; Krelling et al., 2023; Rangel-Buitrago et al., 2023), o que também se confirma no litoral paranaense, onde representa cerca de 88,05% do lixo total (N=14.922). Dentro desta categoria, os fragmentos de plástico foram os mais recorrentes, representando 36,08% (N=5.384) do total. Esse padrão global do plástico como principal resíduo é também refletido nas características locais, como a formação de um gradiente entre as praias de Barrancos e Brejatuba.

A proximidade com centros urbanos (Abalansa et al., 2020; Rangel-Buitrago et al., 2023) e a intensidade das atividades pesqueiras parecem influenciar a predominância de fontes de lixo específicas, o que destaca a importância de se considerar esses fatores para a gestão de resíduos no litoral. Adicionalmente, a densidade média de resíduos nas praias do Paraná foi de 0,10 itens/m², um valor abaixo da média brasileira de 0,42 itens/m² (Andrades et al., 2020). Embora essas praias pareçam mais limpas, isso não indica

necessariamente uma menor poluição. Para confirmar esse padrão e avaliar de forma mais precisa as variações sazonais e espaciais, um monitoramento de longo prazo é essencial.

Durante o verão, há um aumento nos aportes de resíduos, como indicado pela literatura (Ivar do Sul et al., 2011; Rosa & Widmer, 2021; Min-ho Park et al., 2023). Os resultados sugerem que isso é válido também para a área de estudo e a sazonalidade desempenha um papel significativo na variação dos resíduos encontrados no litoral do Paraná. Esse aumento está relacionado ao fluxo turístico mais intenso na temporada de verão (dezembro a março). Embora as operações de limpeza de praias sejam intensificadas nesse período, prolongando-se para lidar com o maior volume de resíduos, nem sempre conseguem evitar o acúmulo de lixo. Isso pode influenciar os inventários de lixo no mar, conforme indicado por Sibaja-Cordero & Gómez-Ramírez (2022). No entanto, esse padrão de aumento de resíduos durante o verão não foi uniforme em todas as praias do litoral do Paraná. Diferenças na eficiência da limpeza e nas condições ambientais, como correntes e ventos, podem explicar essas variações espaciais.

Todas as composições listadas na UNEP (2009) foram identificadas, exibindo quantidades diversas e formando um gradiente decrescente da praia de Barrancos até Brejatuba, no sentido de afastamento do maior centro urbano da região. Conforme observado, embora não estivesse no objetivo deste trabalho e os dados não sejam conclusivos, a diferença entre os pontos mais ao norte e ao sul sugere um gradiente decrescente que merece investigação futura. Esta observação, está conforme observado por Leite et al. (2014) ao estudar a Baía de todos os Santos, há uma tendência clara de redução na quantidade de lixo no mar à medida que as praias se distanciam dos centros urbanos. Esta observação ressalta a importância de considerar não apenas o uso das praias, mas também a proximidade com áreas urbanas na análise da poluição marinha.

Além das diferenças na densidade de resíduos e a variação sazonal, a composição do lixo encontrada nas praias desse estudo também merece destaque. A identificação da predominância de fragmentos plásticos reforça as observações de Andrades et al. (2020), que constatou que essas partículas são mais comuns em praias onde a remoção pelos métodos tradicionais de limpeza

é difícil. A elevada quantidade de fragmentos plásticos também pode estar relacionada à localização geográfica das praias (Iglesias et al., 2023), que destaca o transporte de resíduos marinhos de outras regiões, tanto quanto distantes. Isso indica que a poluição marinha não se limita apenas aos detritos gerados localmente, mas também é influenciada por fatores externos. Em nossa pesquisa no litoral do Paraná, também observamos que os itens de fonte indeterminada (N=1.731) foram significativos. Rosevelt et al. (2013) e Mishra et al., (2023) identificaram que itens de origem indeterminada são uma fonte comum de lixo, refletindo a complexidade na identificação da origem desses fragmentos, sendo necessário estratégias adicionais para entender e mitigar essa categoria de resíduos.

As informações disponíveis sobre a origem do lixo no mar se baseiam principalmente nas descobertas feitas em praias (Bergmann, Gutow, Klages, 2015). As fontes mais prováveis desses resíduos são itens de pesca, de usuários, domésticos e indeterminados (Belarmino et al., 2014; Costa & Widmer, 2022). A análise dos resíduos ao longo das praias indicou variações distintas nas fontes prováveis de poluição. Foi observado que o grupo de fontes mais prováveis relacionadas à pesca teve maior quantidade na praia de Barrancos, enquanto a menor quantidade foi registrada na praia de Caiobá. Essas duas praias possuem usos distintos, com Barrancos sendo mais focado em atividades pesqueiras devido à presença de uma comunidade pesqueira significativa (Caldeira & Pierri, 2014), enquanto Caiobá, localizada no município de Matinhos, é economicamente voltada para o turismo de praia (Chemin, 2017).

As cordas foram as mais representativas entre os itens de fontes mais prováveis atribuídas à pesca, constituindo 64,94% (N=526) dos resíduos encontrados. Esse resultado também reforça padrões encontrados em trabalhos anteriores, indicando que o número relativamente maior de itens de pesca encontrados na praia de Barrancos pode ser influenciado pelo comportamento e atividades da comunidade pesqueira atuante nas adjacências, sendo trazido pelo mar, e não necessariamente gerado *in situ* pela comunidade local (Krelling et al., 2023).

Os resultados deste estudo também corroboram achados anteriores sobre a distribuição diferenciada de lixo no mar em praias com diferentes perfis de uso

humano. Similar ao observado em estudos anteriores, praias com atividades pesqueiras e proximidade a centros urbanos apresentaram uma significativa presença de itens de origem doméstica e pesqueira (Ivar do Sul et al., 2011; Krelling et al., 2017; Prevenios et al., 2018; Becherucci; Rosenthal; Pon, 2017). Em um estudo realizado no município de Paranaguá, próximo à área deste estudo, Vikou et al. (2022) identificaram 215 pontos de ocorrência de lixo de origem domiciliar em regiões de manguezal, reforçando a predominância desse tipo de resíduo em áreas costeiras vulneráveis.

A fonte mais provável de usuários apareceu de forma mais evidente na praia de Caiobá, sendo menos expressiva em Barrancos. Estudos têm mostrado que praias próximas a áreas urbanas ou com intensa atividade turística apresentam maiores quantidades de resíduos domésticos e de consumo pessoal (usuários) (Thompson, et al, 2009; Williams, et al., 2016; Andrades et al., 2020). Outros estudos observaram que praias próximas a centros urbanos tendem a acumular mais plásticos e lixo doméstico devido ao descarte inadequado por residentes e turistas (Pham et al., 2020; Galgani, et al, 2021; Smith & Turrell, 2021; Iglesias et al., 2023). Especificamente sobre turistas, em suas diversas formas (como visitantes temporários ou recreativos), estes são os principais contribuintes individuais para os resíduos marinhos (Wilson e Verlis, 2017; Schernewski et al., 2017; Garcés-Ordóñez et al., 2020; Sibaja-Cordero & Gómez-Ramírez, 2022; Souza Filho et al., 2023). Essa observação é corroborada nesse estudo, destacando-se a praia de Caiobá, que possui um perfil turístico e apresentou uma predominância significativa de itens de lixo provenientes dos usuários.

Na nossa pesquisa, entre os itens de fontes mais prováveis atribuídas aos usuários, as bitucas de cigarro foram as mais representativas, constituindo 50,68% (N=2.197) dos resíduos. O estudo de Nasab et al. (2022) revelou que, em certas regiões marinhas, a contaminação por bitucas de cigarro é maior do que em áreas urbanas. O descarte inadequado de bitucas de cigarro é amplamente reconhecido como um problema global (Torkashvand et al., 2021; *Ocean Conservancy*, 2022; Silva et al., 2023). As bitucas localizadas neste estudo, na sua grande maioria, encontram-se em condições de uso recente, indicando a necessidade de lixeiras ou bituqueiras, especialmente nas praias

com maior incidência de resíduos. Nesse contexto, o trabalho de Widmer e Reis (2010) demonstrou a eficácia da distribuição de bituqueiras na redução de bitucas no litoral do Paraná, sugerindo que a implementação de tais medidas pode ser uma solução eficaz para mitigar esse tipo de poluição.

Esse tipo de poluição, resultante de atividades humanas, como o uso recreativo das praias, é um exemplo da relação direta entre a presença de pessoas e o aumento do lixo no mar. Estudos internacionais revelam que o turismo é a principal fonte de lixo plástico na Índia (Kordella et al., 2013; Gaibor et al., 2020; López-Arquillo et al., 2023), enquanto na Coreia do Sul, as atividades de pesca predominam como a maior fonte de lixo nas praias, refletindo a importância desta atividade no país (Hong et al., 2014). De forma semelhante, nas praias do litoral do Paraná, o uso das praias e das áreas adjacentes também devem ser consideradas no monitoramento de lixo no mar, e nossos achados confirmam essa tendência, destacando a necessidade de estratégias de gestão específicas para diferentes tipos de atividades humanas.

De forma complementar, a compreensão dos padrões do encalhe do lixo em praias, considerando também aspectos geológicos, meteorológicos, o tipo de sedimento, entre outros poderá apoiar estratégias adequadas de gestão de praias. Sugere-se isso, visto que estes fatores podem ser também responsáveis pelas variações na quantidade de resíduos encontrados. Assim, estudos futuros poderiam investigar essas influências mais profundamente, considerando também o impacto de intervenções como a engorda de praias, avaliando possíveis mudanças antes e depois dessas medidas. Essas descobertas podem auxiliar na explicação de outros fatores que podem ser significativos para a região, mas também auxiliam na alocação eficiente de recursos na limpeza de praias, e enfatizam a importância de uma gestão adequada de resíduos sólidos nas cidades (Araújo e Costa, 2006, Botero, et al., 2023, Souza Filho et al., 2023).

3.5 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que a composição, distribuição e fontes de macrolixo no litoral do Paraná variam de acordo com os usos das praias e os fatores sazonais. As praias de uso turístico apresentaram maior

concentração de resíduos associados a atividades recreativas, enquanto as praias de uso pesqueiro foram predominadas por itens de origem doméstica.

No verão, Barrancos destacou-se com maior quantidade de resíduos domésticos em relação a Caiobá e Brejatuba, enquanto Caiobá apresentou uma maior proporção de resíduos relacionados ao uso recreativo. Durante o outono, Barrancos registrou mais itens de origem pesqueira em comparação a outras praias, e Caiobá sobressaiu-se com maior presença de resíduos recreativos. No inverno, não foram identificadas diferenças significativas entre as praias, mas na primavera, Barrancos voltou a apresentar maior quantidade de resíduos domésticos em relação a Brejatuba.

Essas variações destacam a importância de desenvolver estratégias de gestão adaptadas às características específicas de cada praia e estação do ano. A integração de fatores socioeconômicos, ambientais e sazonais é essencial para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à mitigação do lixo no mar, subsidiando ações mais eficazes de gestão costeira, promovendo a conservação ambiental e o uso sustentável das praias do Paraná.

3.6 REFERÊNCIAS

As referências bibliográficas citadas neste capítulo estão incluídas no final da tese, em uma seção única dedicada a todas as referências utilizadas.

CAPÍTULO III

4 PARECIDOS, MAS DIFERENTES: UMA ANÁLISE CRÍTICA SOBRE INSTRUMENTOS PARA QUALI-QUANTIFICAÇÃO DE LIXO EM PRAIAS

RESUMO: Este estudo tem como objetivo identificar os instrumentos disponíveis para a quali-quantificação do lixo em praias e outros ambientes marinhos, provenientes de diferentes regiões do mundo, com foco em sua capacidade de gerar dados robustos e cientificamente embasados que possam subsidiar a tomada de decisão na gestão ambiental. A metodologia adotada foi baseada no 5W2H, complementada por um checklist analítico, permitindo uma análise detalhada das características e limitações dos instrumentos. Foram analisados 14 instrumentos de coleta de dados sobre lixo no mar. Os resultados indicam que 64,29% (N=9) dos instrumentos são provenientes de Organizações da Sociedade Civil-OSCs, 28,57% (N=4) são de órgãos governamentais e 7,14% (N=1) é proveniente de centro de pesquisa apresentando variabilidades nos objetivos, fundamentação científica, abrangência, praticidade e utilidade inclusive nas unidades de medida utilizadas, o que dificulta a comparabilidade dos dados e a avaliação das variações espaço-temporais. Apesar dessas limitações, os instrumentos analisados têm potencial para gerar dados, desde que a consistência nas unidades amostrais e de medida sejam aprimoradas. Recomenda-se a adoção de uma abordagem metodológica mais uniforme, com foco em itens indicadores (tipo e origem) dos resíduos e na análise dos compartimentos das praias.

Palavras-chave: Lixo no mar; Gestão de praias; Métodos de monitoramento de lixo no mar; Formulários de limpeza de praias.

ABSTRACT: *This study aims to identify and analyze the instruments used for the quali-quantification of litter on beaches and marine environments, assessing their capacity to generate robust and scientifically based data to support environmental management. The methodology adopted was based on 5W2H, complemented by an analytical checklist, allowing a detailed analysis of the characteristics and limitations of the instruments. Fourteen data collection instruments on marine litter were analyzed. The results indicate that 64.29% (n=9) of the instruments come from Civil Society Organizations (CSOs), 28.57% (n=4) come from government agencies and 7.14% (n=1) come from research centers, presenting variability in objectives, scientific basis, scope, practicality and usefulness, including in the units of measurement used, which makes it difficult to compare the data and assess spatio-temporal variations. Despite these limitations, the instruments analyzed have the potential to generate data, as long as the consistency in the sampling and measurement units is improved. It is recommended to adopt a more uniform methodological approach, focusing on indicator items (type and origin) of waste and the analysis of beach compartments.*

Keywords: *Marine litter; Beach management; Marine litter monitoring methods; Beach clean-up forms.*

4.1 INTRODUÇÃO

A gestão de praias é importante para a conservação dos ecossistemas marinhos, considerando que o lixo no mar é um dos principais indicadores de poluição global. Na União Europeia, a presença de resíduos sólidos em praias é utilizada como parâmetro no Marine Strategy Framework Directive (MSFD) (Directive 2008/56/EC) para avaliar a qualidade ambiental costeira. Instrumentos como o BeachLog (Ramos & Costa, 2023), um sistema de classificação de praias, utilizam o lixo como um elemento central devido à sua ocorrência generalizada. Compreender os impactos dos resíduos sólidos é essencial para fundamentar estratégias de gestão costeira que minimizem os efeitos negativos sobre a biodiversidade e as comunidades humanas. Estudos apontam o turismo, a urbanização e as atividades portuárias como as principais fontes de resíduos, comprometendo a integridade dos ecossistemas marinhos (Ramos & Costa, 2023; Fernandes, 2024; Araújo et al., 2023; Corrêa et al., 2023; Rosa & Widmer, 2021).

Manuais como os da OSPAR, UNEP e NOAA fornecem diretrizes fundamentais para qualificação e quantificação do lixo no mar, sendo amplamente utilizados em diferentes contextos e regiões (Marques, 2021; Raha, Kumar e Sarkar, 2021). No entanto, há questionamentos sobre a robustez científica dos instrumentos utilizados para coleta de dados, especialmente em formulários propostos por Organizações do Terceiro Setor – Organizações da Sociedade Civil - OSCs e iniciativas locais – que muitas vezes podem gerar questionamentos sobre a sua validade, especialmente em relação a seus critérios científicos. Com isso, análises críticas sobre a efetividade e confiabilidade dessas ferramentas tem a capacidade de identificar se estas ferramentas podem subsidiar políticas e práticas de gestão ambiental.

Os tipos e a intensidade dos resíduos variam de acordo com fatores como densidade populacional, atividades industriais e práticas de manejo de resíduos. Enquanto áreas de alta densidade populacional enfrentam desafios relacionados ao descarte inadequado de plásticos e esgoto, regiões com atividades portuárias intensas podem ser mais impactadas por derramamentos de óleo e substâncias químicas. Essa heterogeneidade não apenas exige estratégias de gestão adaptadas às particularidades locais (Seia, 2023; Marques, 2021), mas também

ressalta a importância de dados precisos para subsidiar decisões eficazes. Nesse contexto, a qualificação e a quantificação do lixo em praias e outros ambientes marinhos tornam-se etapas fundamentais para compreender a magnitude e a dinâmica da poluição nesses ecossistemas.

Este estudo tem como objetivo identificar os instrumentos disponíveis para a quali-quantificação do lixo em praias e outros ambientes marinhos, provenientes de diferentes regiões do mundo, com foco em sua capacidade de gerar dados robustos e cientificamente embasados que possam subsidiar a tomada de decisão na gestão ambiental.

4.2 METODOLOGIA

Para analisar criticamente os instrumentos disponíveis para quali-quantificação de lixo em praias e ambientes marinhos, utilizou-se uma abordagem baseada no 5W2H (Tabela 1). O método 5W2H é uma ferramenta gerencial de análise e planejamento, derivada dos conceitos de administração de processos (Silva, 2019). O método permite identificar lacunas críticas em sistemas existentes, avaliar eficácia de políticas e promover integração interdisciplinar. Para a análise dos formulários de registro de lixo em praias e ambientes marinhos, as seguintes questões foram criadas para contemplar todos os tópicos previstos no 5W2H (Tabela 2).

Tabela 1 – Matriz 5W2H

MÉTODO 5W2H			
5W	<i>What</i>	O que?	Que ação será feita?
	<i>Who</i>	Quem?	Quem será responsável pela ação?
	<i>Where</i>	Onde?	Onde será executada a ação?
	<i>When</i>	Quando?	Quando a ação será realizada?
	<i>Why</i>	Por quê?	Por que a ação será realizada?
2H	<i>How</i>	Como?	Como a ação será executada?
	<i>How Much</i>	Quanto Custa?	Quanto custara para executar a ação?

Fonte: A autora (2024).

Tabela 2 – 5W2H e questões adaptadas.

5W2H	QUESTÕES
What (O quê?):	Quais dados os formulários buscam coletar?
Why (Por quê?):	Qual é o objetivo declarado ou implícito do formulário?
Who (Quem?):	Quem são os responsáveis por desenvolver e aplicar os formulários?
When (Quando?):	Em que contexto ou período esses instrumentos são utilizados?
Where (Onde?):	Em quais ambientes ou regiões os formulários foram aplicados?
How (Como?):	Quais métodos são utilizados para coleta e registro dos dados?
How much (Quanto?):	Quais são os custos (financeiros, de tempo e recursos humanos) associados ao uso desses instrumentos?

Fonte: A autora (2024).

Apesar de o método 5W2H ser amplamente usado para sistematizar informações e facilitar a tomada de decisões, este, deve ser combinado com métodos quantitativos ou qualitativos robustos, como estatística inferencial ou análise de conteúdo. Neste trabalho, o método 5W2H foi complementada por um checklist analítico (Tabela 3). O Checklist analítico foi construído com base nas perguntas do 5W2H (Tabela 2), de forma a identificar a ausência, presença ou presença parcial dos itens avaliados.

Tabela 3 -Checklist analítico.

DESCRITORES	QUESTÕES	PRESENTE	AUSENTE	PARCIALMENTE ATENDIDO
Clareza dos objetivos:	O formulário apresenta um objetivo claro e bem definido?	-----	-----	-----
Fundamentação científica:	Existe evidência de embasamento teórico ou metodológico no instrumento?	-----	-----	-----
Abrangência:	O formulário cobre aspectos essenciais da poluição marinha, como tipo e origem dos resíduos?	-----	-----	-----
Praticidade:	O instrumento é aplicável em campo, considerando limitações logísticas e operacionais?	-----	-----	-----
Utilidade:	Os dados gerados atendem demandas científicas, de gestão ou são irrelevantes?	-----	-----	-----

Fonte: A autora (2024).

4.2.1 Seleção e coleta dos dados

Após a aplicação da estratégia de análise, foram selecionados formulários amplamente utilizados por órgãos governamentais, instituições científicas, e OSCs, com base em critérios de representatividade, abrangência geográfica e diversidade de propósitos. A representatividade considerou a frequência de uso dos instrumentos na literatura e sua aplicabilidade em diferentes contextos ambientais. A abrangência geográfica buscou incluir instrumentos de diversas regiões costeiras, tanto tropicais quanto subtropicais. A diversidade de propósitos contemplou instrumentos para monitoramento científico, gestão pública e conscientização, excluindo os de uso muito específico ou sem suporte técnico robusto. Os documentos foram coletados por meio de buscas no *Google*, utilizando o termo 'lixo no mar' em sites de instituições reconhecidas, com foco em organizações internacionais e regionais atuantes em monitoramento ambiental, identificando instrumentos com potencial para subsidiar ações de gestão ambiental.

4.2.2 Critérios de interpretação

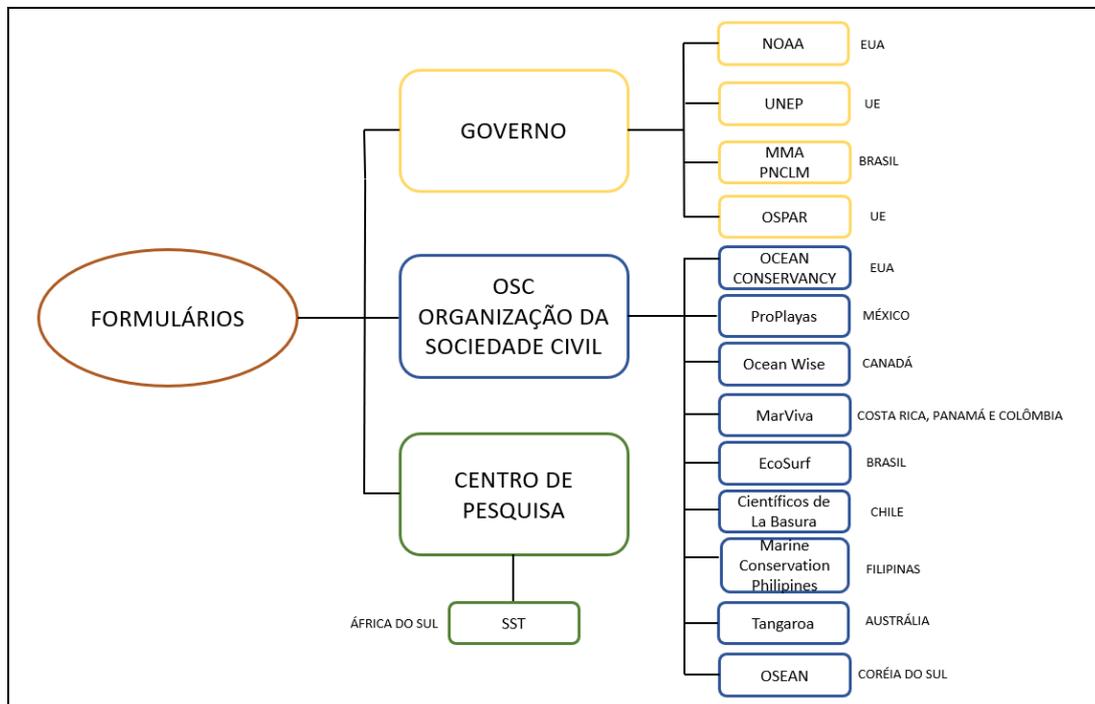
As questões do 5W2H forneceram uma estrutura lógica para organizar, analisar informações e identificar lacunas, com o apoio de um checklist analítico. Cada critério foi classificado como 'presente' quando o formulário fornecia informações claras sobre objetivos, fundamentação científica, abrangência (cobertura dos aspectos como tipo e origem), praticidade (aplicabilidade em campo) e utilidade (dados gerados atendem demandas científicas); 'ausente' quando as informações estavam vagas ou ausentes; e 'parcialmente atendido' quando parte dessas informações estava explicitada. A análise qualitativa identificou padrões e lacunas, fornecendo uma avaliação crítica da base científica e da efetividade dos formulários.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao total, foram analisados 14 instrumentos de limpeza de praias e outros ambientes. Os formulários identificados para a coleta de dados do lixo no mar

foram classificados conforme sua origem: governamentais, organização da sociedade civil (OSC) e centro de pesquisa (Figura 1).

Figura 1 – Entidades que tratam sobre limpeza de praias e outros ambientes.



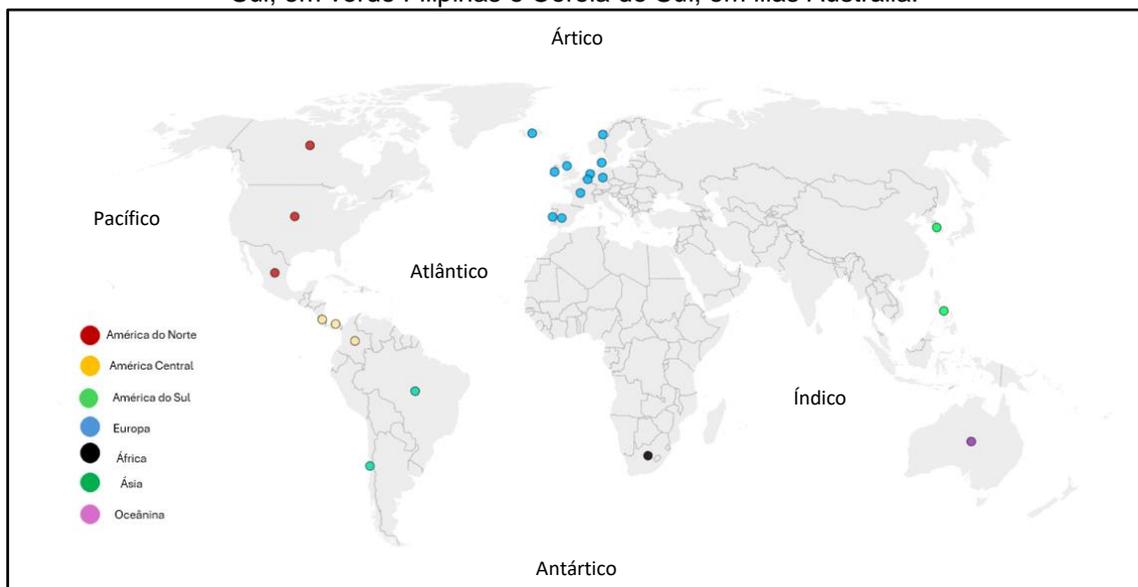
Fonte: A autora (2024).

Os resultados indicam que, dos 14 formulários selecionados, são de OSCs (N=9; 64,29%), 4 deles são de órgãos governamentais (28,57%) e apenas 1 (7,14%) é proveniente de centro de pesquisa. Esse protagonismo reflete o papel estratégico das organizações da sociedade civil, além de instituições públicas que, como apontado por Scoton, Corrêa e Pérez (2021), têm promovido iniciativas para auxiliar na eliminação do lixo nos oceanos, contribuindo tanto para suas causas quanto para a visibilidade de sua atuação.

A distribuição geográfica dos formulários, encontrada nas diferentes regiões que se esperava incluir, é um indicativo da natureza global do problema da poluição marinha. A diversidade de instrumentos utilizados e a abrangência das entidades responsáveis por essas iniciativas (Figura 2) refletem o reconhecimento universal da necessidade de monitorar o lixo no mar. Essa multiplicidade reflete a extensão do problema do lixo no mar, que atinge todas as regiões oceânicas, desde áreas densamente povoadas até locais remotos,

distantes de fontes óbvias de poluição. O descarte contínuo de resíduos contribuiu para um aumento significativo e preocupante da poluição nos mares e costas de todo o mundo (UNEP, 2009).

Figura 2 – Mapa com a localização da origem dos instrumentos avaliados. Legenda: em vermelho Canadá, EUA e México; em amarelo Costa Rica, Panamá e Colômbia; em verde claro Brasil e Chile; em azul países de Atlântico Nordeste (União Europeia); em preto África do Sul; em verde Filipinas e Coreia do Sul; em lilás Austrália.



Fonte: A autora (2024).

Entre as entidades internacionais, destacam-se a NOAA (Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos EUA), UNEP (Programa Ambiental das Nações Unidas), governamentais MMA (Ministério do Meio Ambiente do Brasil) e OSPAR (Convenção de Oslo e Paris para a Proteção do Meio Ambiente Marinho da Europa). Essas entidades, com forte vínculo com os governos, desenvolvem políticas e programas voltados para o controle e gestão ambiental. Já as OSCs incluem organizações como Ocean Conservancy, ProPlayas, Ocean Wise, MarViva, EcoSurf, Científicos de la Basura, Marine Conservation Philippines, Tangaroa, com exceção da OSEAN que pode ser classificada como OSC e instituto de pesquisa, para esse estudo considerou-se ela como uma OSC, que operam de maneira mais independente, muitas vezes focando em ações de base e conscientização. Por fim, a SST (Southwest Fisheries Science Center) da África do Sul é um centro de pesquisa, contribuindo com pesquisas científicas e monitoramento dos ecossistemas marinhos.

A Tabela 4 complementa esses dados ao apresentar o Método 5W2H com questões personalizadas e suas respectivas respostas, oferecendo uma visão detalhada dos elementos analisados.

Tabela 4 - Método 5W2H: Questões Personalizadas e Correspondências

Entidades	Quais dados os formulários buscam coletar?	Qual é o objetivo declarado ou implícito do formulário?	Quem são os responsáveis por desenvolver e aplicar os formulários?	Em que contexto ou período esses instrumentos são utilizados?	Em quais ambientes ou regiões os formulários foram aplicados?	Quais métodos são utilizados para coleta e registro dos dados?	Quais são os custos (financeiros, de tempo e recursos humanos) associados ao uso desses instrumentos?
NOAA	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Monitoramento, Científico e Políticas Públicas	Voluntários	A qualquer momento	Praias, Rios e áreas urbanizadas	Transectos de 100m	Materiais para coleta, GPS e Equipamento fotográfico
Ocean Conservancy	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Limpeza	Voluntários	A qualquer momento	Praias, Rios e áreas urbanizadas	Livre	Materiais para coleta
ProPlayas	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Monitoramento e Científico	Estudantes ou profissionais de Ciências Ambientais ou do Mar	A qualquer momento	Praias	Transectos de 100m	Dispositivo móvel
Ocean Wise	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Monitoramento por meio de Ciência Cidadã	Cientistas Cidadãos	A qualquer momento	Praias	Livre	Materiais para coleta
MarViva	Não disponível	Não disponível	Voluntários	A qualquer momento	Praias, Rios e áreas urbanizadas	Livre	Não disponível
MMA	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Monitoramento	Voluntários	A qualquer momento	Praias, Rios e áreas urbanizadas	Livre	Materiais para coleta
EcoSurf	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Limpeza	Voluntários	A qualquer momento	Praias, Rios e áreas urbanizadas	Livre	Materiais para coleta e Alimentação
Científicos de La Basura	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Monitoramento por meio de Ciência Cidadã	Cientistas Cidadãos	A qualquer momento	Praias e Rios	6 transectos de 3x3m	Materiais para coleta e Equipamento fotográfico
UNEP	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Monitoramento e Científico	Voluntários	A qualquer momento	Praias	Transectos de 100m	Materiais para coleta
OSPAR	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Monitoramento	Voluntários	A qualquer momento	Praias	Transectos de 100m	Materiais para coleta
SST	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Monitoramento de hotspots de lixo no mar	Voluntários	A qualquer momento	Praias, Rios e áreas urbanizadas	Livre	Materiais para coleta e Equipamento fotográfico
OSEAN	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Monitoramento e Científico	Voluntários	A qualquer momento	Praias e Rios	Transectos de 100m	Materiais para coleta, registro fotográfico, primeiros socorros, alimentação, EPIs
Marine Conservation Philippines	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Limpeza	Voluntários	A qualquer momento	Praias, Rios, subaquáticos e áreas urbanizadas	Livre	Materiais para coleta, registro fotográfico, primeiros socorros, alimentação, EPIs e materiais educativos para atividades como jogos e gincanas.
Tangaroa	Aspectos geográficos, ambientais, responsáveis, tipos de resíduos e peso	Limpeza	Voluntários	A qualquer momento	Praias, Rios, subaquáticos, linhas de drenagem construídas e áreas urbanizadas	Livre	Materiais para coleta, registro fotográfico, primeiros socorros, alimentação, EPIs.

Fonte: A autora (2024)

Os dados coletados incluem informações contextuais, como local, data, condições ambientais e atividades realizadas, além de informações quantitativas, como a contagem e categorização dos resíduos. Esses dados, classificados como aspectos geográficos, ambientais ou de monitoramento, oferecem uma visão detalhada das condições que influenciam a poluição marinha. Sua análise é essencial para identificar padrões de poluição, orientar ações de mitigação e embasar políticas públicas.

As organizações apresentam objetivos variados, refletindo abordagens específicas para monitoramento e limpeza. Enquanto a NOAA, UNEP e OSPAR priorizam o monitoramento científico para apoiar políticas de gestão ambiental, entidades como Ocean Conservancy, EcoSurf, MMA, Marine Conservation Philippines e Tangaroa focam na mobilização de voluntários para limpeza e conscientização. Já a Ocean Wise, ProPlayas e Científicos de La Basura combinam ciência cidadã com monitoramento sistemático, promovendo estudos ampliados. Outras organizações, como MarViva, não têm instrumentos diretamente disponíveis para coleta de dados, concentrando-se em conscientização, enquanto a OSEAN disponibiliza guias técnicos baseados nas experiências da Califórnia-EUA, e a SST identifica áreas críticas, 'hotspots', para ações direcionadas. Essa diversidade de estratégias evidencia a adaptação das iniciativas às necessidades e contextos locais.

Os métodos de classificação de resíduos, baseados na identificação dos itens (como filtros de cigarro ou sacos plásticos), permitem uma caracterização detalhada dos resíduos encontrados, como proposto por Rivieren (2017). Ferramentas como a lista de monitoramento de lixo de praia da OSPAR têm sido amplamente utilizadas para padronizar essas classificações (Bruge et al., 2018; van Emmerik, Schwarz, 2020), assim com as da Ocean Conservancy, garantindo maior detalhamento e uniformidade nos dados coletados.

Os formulários para monitoramento e mitigação do lixo no mar, aplicados por diversas entidades e envolvendo diferentes atores, foram analisados com base no critério '*Who*' (quem) da matriz 5W2H. Essa análise identificou as organizações responsáveis por cada ação, permitindo avaliar a diversidade de atores envolvidos, como organizações governamentais, OSCs e iniciativas comunitárias.

A partir dessa avaliação, foi possível cruzar os dados com o checklist, verificando a abrangência geográfica e a adequação das estratégias aplicadas por cada entidade, o que contribui para a compreensão das diferentes abordagens adotadas no combate ao lixo no mar. A maioria combina o trabalho institucional com voluntários, como NOAA, Ocean Conservancy, MarViva, MMA, EcoSurf, UNEP, OSPAR, SST, OSEAN, Marine Conservation Philippines e Tangaroa. Outras, como Ocean Wise e Científicos de La Basura, integram cientistas cidadãos, promovendo a colaboração comunitária na coleta de dados (Lippiatt et al., 2013; Schone Rivieren, 2017). Já a ProPlayas mobiliza estudantes e profissionais especializados, agregando uma abordagem técnica e educacional.

Especialistas garantem a consistência ao longo do tempo por meio de monitoramento contínuo (Battulga et al., 2019), também por cientistas cidadãos que permitem maior cobertura geográfica com custos reduzidos, além de aumentar a conscientização pública (Kiessling et al., 2019; van Emmerik et al., 2020; Rambonnet et al., 2019). Essas abordagens refletem o impacto positivo do engajamento colaborativo entre instituições e diferentes setores da sociedade, o que também é observado nas iniciativas analisadas neste estudo, evidenciando a importância da colaboração no fortalecimento das ações de monitoramento e mitigação do lixo no mar.

Embora os instrumentos desenvolvidos pelas entidades para monitoramento e mitigação do lixo no mar estejam disponíveis, em seus sites, não há menção explícita sobre a periodicidade de seu uso ou se são projetados para aplicação contínua e independente de períodos ou contextos específicos. Entretanto, pode-se supor que a sua disponibilidade ao longo dos anos indica essa possibilidade.

Observa-se que os instrumentos desenvolvidos por organizações da sociedade civil (OSCs) tendem a ser menos sistematizados, enquanto os instrumentos elaborados por institutos de pesquisa apresentam um maior nível de organização e sistematização. Na prática, as OSCs não selecionam os pontos especificamente para monitoramento, ao contrário dos que monitoram para fins científicos. Embora isso não represente um erro, a situação se altera quando uma OSC declara que seus dados estão disponíveis para fins científicos. A

escolha dos locais de amostragem pode ser estruturada, com pontos fixos para analisar tendências temporais (van Emmerik et al., 2020), ou não estruturada, com pontos aleatórios para melhor representar a distribuição espacial e reduzir a influência de características locais (van Emmerik & Schwarz, 2020). Assim, a adoção de práticas mais estruturadas na escolha de locais de amostragem, como as utilizadas por institutos de pesquisa, pode complementar os esforços das OSCs voltados à conscientização e sensibilização, contribuindo para resultados mais representativos e embasados.

Essa flexibilidade permite que as ferramentas sejam aplicadas em situações emergenciais, monitoramentos regulares ou ações de limpeza e conscientização. Por exemplo, o programa *Científicos de la Basura* realiza monitoramentos regulares em praias chilenas, como o *Informe 4° Muestreo Nacional de la Basura en las Playas de Chile (2020)*, que analisou tendências temporais e espaciais da poluição marinha com base em dados coletados desde 2008 (Thiel et al., 2015). Já a Ocean Conservancy promove o '*International Coastal Cleanup®*', uma iniciativa de limpeza global que mobilizou mais de 18 milhões de voluntários para remover mais de 172 mil toneladas métricas de lixo, destacando a relevância dessas ações para a redução de resíduos em praias (Ocean Conservancy, 2021). Em situações emergenciais, como derramamentos de petróleo ou desastres naturais, protocolos de monitoramento podem ser adaptados para avaliar rapidamente o impacto ambiental e auxiliar na implementação de medidas de mitigação (UNEP, 2016). Esse caráter adaptável reflete o compromisso das entidades em enfrentar a poluição marinha de forma proativa, considerando sazonalidades e eventos pontuais.

Os formulários aplicados pelas diferentes entidades abrangem diversos tipos de ambientes e regiões, evidenciando a ampla gama de contextos em que são utilizados. Essa análise baseia-se nas opções de locais indicadas nos próprios formulários de coleta, que incluem ambientes como praias, rios, áreas urbanas e zonas subaquáticas. Entidades como NOAA, Ocean Conservancy, MarViva, MMA, EcoSurf, SST, Marine Conservation Philippines e Tangaroa destacam-se por contemplar ecossistemas naturais e espaços urbanos construídos, como linhas de drenagem, em seus instrumentos.

Já organizações como ProPlayas, Ocean Wise, UNEP, OSPAR e Científicos de La Basura concentram suas ações em praias, com algumas expandindo para rios. Por exemplo, a Comissão OSPAR implementa diretrizes padronizadas para o monitoramento de detritos marinhos em praias na área marítima sob sua jurisdição, permitindo comparações regionais (OSPAR, 2010). A UNEP destaca que 80% dos resíduos plásticos chegam ao mar através de rios, evidenciando a relevância de monitoramentos em sistemas fluviais para mitigar a poluição marinha (UNEP, 2016). Já a iniciativa Científicos de La Basura, por meio de projetos como '*Ocean Travelers*', mobiliza comunidades para coletar dados e mitigar o lixo no mar em diferentes regiões (Thiel et al., 2013). Por outro lado, a OSEAN em seu site apenas disponibiliza informações específicas para o monitoramento em rios. Essa variedade de aplicações reflete as diferentes abordagens em contextos específicos, desde ecossistemas costeiros até áreas fortemente urbanizadas, permitindo que as intervenções sejam ajustadas às características e necessidades locais.

Os métodos de coleta e registro de dados, incluindo a definição de unidades amostrais, como transectos, variam entre as entidades analisadas, adaptando-se a diferentes objetivos e condições operacionais. Transectos de 100 metros são utilizados por entidades como NOAA, ProPlayas, UNEP, OSPAR e OSEAN, favorecendo comparações regionais. Por outro lado, Científicos de La Basura aplica transectos menores, de 3x3 metros, para análises específicas. Já Ocean Conservancy, Ocean Wise, MarViva, MMA, EcoSurf, Marine Conservation Philippines e Tangaroa adotam métodos mais flexíveis, sem delimitação prévia de áreas.

A harmonização dos dados é essencial para possibilitar a comparação entre diferentes programas de monitoramento. Como muitos estudos utilizam esquemas próprios de categorização, integrar os resultados de diversas pesquisas geralmente exige a simplificação dos dados, o que reduz seu nível de detalhamento (Vriend, Caspar e Emmerik, 2020). Nesse contexto, a identificação de itens indicadores nos formulários de coleta pode facilitar a obtenção de resultados comparáveis. Além disso, considerar a definição de áreas mínimas de amostragem e harmonizar as unidades de saída, como itens por metro

quadrado ou por metro linear, são aspectos que poderiam ser incorporados para aumentar a representatividade e a padronização dos dados.

Os custos de monitoramento e limpeza de lixo no mar variam conforme as entidades, locais de aplicação e época, refletindo as necessidades de recursos humanos, materiais e tempo. Organizações como NOAA, Ocean Conservancy, MarViva, MMA, EcoSurf, UNEP e OSPAR utilizam materiais básicos e voluntários. Já outras, como Científicos de La Basura e SST, incluem equipamentos fotográficos. Entidades como OSEAN e Tangaroa requerem recursos mais amplos, como kits de primeiros socorros e dispositivos de GPS, além de atividades de engajamento, como jogos, que aumentam os custos.

Essas diferenças destacam a complexidade das operações. Segundo Galgani et al. (2013), otimizar protocolos pode reduzir custos sem perder a eficácia. A adoção de uma unidade amostral representativa, como discutido no capítulo I por exemplo, pode diminuir a necessidade de equipamentos pesados, mantendo a qualidade dos dados. No entanto, simplificar os processos pode reduzir o impacto das atividades de engajamento, essenciais para o vínculo dos voluntários com a causa.

A análise dos formulários utilizados pelas entidades abrange descritores como clareza dos objetivos, fundamentação científica, abrangência, praticidade e utilidade. A maioria dos formulários apresenta esses critérios bem definidos, enquanto alguns atendem parcialmente, apresentando inconsistências ou falta de detalhamento (Tabela 5).

Tabela 5 – Checklist Analítico e correspondências

Instituições	Descritores e questões				
	Clareza dos objetivos:	Fundamentação Científica:	Abrangência:	Praticidade:	Utilidade:
	O formulário apresenta um objetivo claro e bem definido?	Existe evidência de embasamento teórico ou metodológico no instrumento?	O formulário cobre aspectos essenciais da poluição marinha, como tipo e origem dos resíduos?	O instrumento é aplicável em campo, considerando limitações logísticas e operacionais?	Os dados gerados atendem demandas científicas, de gestão ou são irrelevantes?
NOAA	Presente	Presente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
Ocean Conservancy	Presente	Ausente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
ProPlayas	Presente	Presente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
Ocean Wise	Presente	Presente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
MarViva	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
MMA	Presente	Ausente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
EcoSurf	Presente	Ausente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
Científicos de La Basura	Presente	Presente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
UNEP	Presente	Presente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
OSPAR	Presente	Presente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
SST	Presente	Presente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
OSEAN	Presente	Ausente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
Marine Coservation Philipines	Presente	Presente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido
Tangaroa	Presente	Presente	Parcialmente atendido	Presente	Parcialmente atendido

Fonte: A autora (2024)

Essa variabilidade reflete as particularidades das iniciativas, mas também destaca a necessidade de uma maior harmonização para garantir dados mais comparáveis e consistentes, o que contribuiria para um monitoramento mais eficiente e alinhado às demandas de gestão ambiental. Estudos anteriores, como o de Galgani et al. (2013), demonstram que protocolos adequados podem permitir inquéritos e dados harmonizados, reforçando essa necessidade.

Os formulários de diferentes instituições revelam que, em 93% dos casos, os objetivos são claros e bem definidos. Essa constatação foi identificada a partir da análise dos sites e formulários das instituições, onde os objetivos estão explicitamente descritos, com destaque para organizações como NOAA, Ocean Conservancy e ProPlayas, que apresentam uma boa clareza quanto aos seus propósitos. No entanto, a MarViva é a única organização que apresenta um Plano de Ação entre países da América Central, onde a clareza de um instrumento não é evidente, o que pode indicar que seus propósitos não são suficientemente especificados ou estão mal comunicados, o que pode prejudicar a compreensão sobre o propósito do instrumento utilizado.

Algumas instituições, como a NOAA, UNEP e OSPAR, oferecem uma base teórica e metodológica robusta, garantindo um respaldo científico confiável para os seus instrumentos. No entanto, outras entidades, como o MMA, apresentam limitações no embasamento científico de seus formulários, o que pode comprometer a qualidade dos dados e impactar negativamente as decisões tomadas com base neles.

A falta de uma fundamentação científica sólida nos dados pode levar a diagnósticos imprecisos e, conseqüentemente, a soluções inadequadas para a conservação. Isso é particularmente relevante no caso de políticas voltadas para a conservação da biodiversidade marinha, onde o uso de dados imprecisos pode afetar negativamente as iniciativas de gestão costeira e marinha, como já discutido no estudo do ICMBio (2024) sobre o monitoramento da biodiversidade marinha e costeira. Portanto, é essencial que os dados utilizados para a tomada de decisões sejam cientificamente embasados e relevantes para as questões locais, para que as soluções propostas realmente atendam às necessidades ambientais e de conservação.

No entanto, esses formulários fornecem dados, como a quantidade e os tipos de resíduos coletados, fundamentais para entender a dinâmica da poluição marinha em diferentes áreas. Essas informações oferecem um panorama imediato da distribuição do lixo, permitindo ações de limpeza e monitoramento em tempo real. Mesmo que de forma parcial, esses dados ajudam a identificar tendências e fontes de poluição, podendo contribuir para a conscientização pública e o planejamento de políticas de conservação, especialmente em regiões onde levantamentos mais detalhados não são viáveis. Rizzo et al. (2021), por exemplo, agruparam e categorizaram os itens de lixo em seu estudo para identificar possíveis fontes ou atividades geradoras, seguindo o esquema de classificação do Ocean Conservancy (2010), destacando seu uso na ciência.

A abrangência dos instrumentos varia significativamente, com a maioria das instituições incluindo dados sobre o tipo dos resíduos, como plásticos, metais e papéis, permitindo análises preliminares para identificar materiais prioritários em estratégias de redução e reciclagem. No entanto, muitas apresentam lacunas quanto à origem dos resíduos, não distinguindo entre aqueles locais e os transportados por correntes, o que é essencial para orientar políticas públicas específicas. Além disso, carecem de informações detalhadas sobre itens indicadores, como plásticos descartáveis, redes de pesca e pontas de cigarro (Costa & Widmer, 2022), fundamentais para análises mais representativas da poluição marinha e para o desenvolvimento de estratégias de gestão eficazes e cientificamente embasadas.

Embora nem todos os aspectos desses instrumentos sejam ideais, muitas instituições, como a NOAA, UNEP e OSPAR, demonstram que seus métodos ainda são aplicáveis em campo. Apesar de algumas limitações nas metodologias ou recursos utilizados, essas organizações têm sido capazes de implementar suas estratégias, permitindo o monitoramento da poluição marinha e a realização de ações de conservação.

Por fim, a utilidade dos dados gerados pelos instrumentos de monitoramento varia entre as instituições, dependendo dos tipos de dados coletados e de como esses dados são utilizados. Organizações como a NOAA e ProPlayas se destacam por gerar dados que atendem tanto às necessidades científicas quanto às demandas de gestão ambiental. A NOAA, por exemplo, coleta informações detalhadas sobre a composição do lixo no mar, suas fontes e sua distribuição ao longo das costas, o que é importante

para estudos científicos sobre a poluição marinha (Sullivan et al., 2020). Além disso, seus dados alimentam políticas públicas e estratégias de gestão ambiental, como o desenvolvimento de programas de limpeza e redução de resíduos marinhos (NOAA, 2023).

Da mesma forma, a ProPlayas utiliza uma abordagem integrada, coletando dados sobre a quantidade, composição e origem do lixo nas praias, além de informações sobre os impactos ambientais (ProPlayas, 2022). Esses dados são valiosos tanto para a pesquisa, permitindo a análise de tendências de poluição ao longo do tempo, quanto para a gestão, ajudando a identificar áreas críticas para intervenções imediatas.

Por outro lado, outras organizações geram dados que, embora valiosos para monitoramento local, podem não ser tão relevantes para a tomada de decisões em nível científico ou de gestão. Por exemplo, algumas iniciativas focadas em monitoramento de poluição em nível local podem coletar informações limitadas sobre tipos específicos de resíduos, como plásticos, mas carecem de dados mais abrangentes sobre a dinâmica da poluição e suas fontes, como a análise de fluxos de resíduos ou a influência de atividades humanas específicas (Galgani et al., 2013; Fakiris et al., 2022). Esse tipo de informação é essencial para criar modelos preditivos e para a formulação de políticas públicas eficazes, o que nem sempre é possível com dados mais restritos.

4.4 CONCLUSÃO

A análise dos instrumentos para a quali-quantificação do lixo no mar revela limitações significativas. A variabilidade nas unidades de medida, como itens por metro linear, metro quadrado ou percentual de tipos de lixo, dificulta a comparabilidade dos dados e a avaliação das variações espaço-temporais. Além disso, a falta de informações sobre a origem dos resíduos compromete a identificação precisa das fontes de poluição.

Apesar dessas limitações, os instrumentos possuem potencial para gerar dados relevantes, desde que organizados e interpretados adequadamente. No entanto, a utilidade desses dados na tomada de decisões depende da consistência das unidades

amostrais e de medida empregadas, sendo que a variabilidade desses elementos pode dificultar comparações e análises em diferentes contextos.

Recomenda-se uma abordagem metodológica mais uniforme, com foco no tipo e origem dos resíduos (indicadores) e nos compartimentos das praias (vegetação, linha de deixa e zona entre mares), fundamentais para a precisão dos dados e a eficácia das estratégias de gestão. Estudos futuros podem explorar metodologias como o "Raio X do Lixo", realizado pelo Instituto Sea Shepherd Brasil, e iniciativas como o Programa Interinstitucional de Ciência Cidadã na Escola - PICCE, que colaboram com cientistas para fortalecer os protocolos de monitoramento. A integração de um embasamento teórico e metodológico robusto e a harmonização das unidades de medida e amostrais podem aprimorar a confiabilidade dos dados, contribuindo para uma abordagem mais eficaz na mitigação da poluição marinha.

4.5 REFERÊNCIAS

As referências bibliográficas citadas neste capítulo estão incluídas no final da tese, em uma seção única dedicada a todas as referências utilizadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese abordou a complexa problemática da poluição por macrolixo em praias subtropicais, buscando identificar metodologias mais eficazes e harmonizadas para o monitoramento e gestão dos resíduos marinhos. No Capítulo 1, foi investigada a largura mínima ideal de transectos, demonstrando que, nas praias do sul do Brasil, 20 metros são suficientes para capturar pelo menos 80% das categorias mais frequentes de lixo. Esse resultado oferece subsídios valiosos para a otimização do tempo e dos recursos em estudos de monitoramento, propondo uma metodologia prática e eficiente que pode ser amplamente aplicada em diferentes contextos. Tal abordagem também contribui para a harmonização das unidades amostrais, um aspecto importante para possibilitar a comparabilidade entre estudos de diferentes localidades e períodos temporais.

No Capítulo 2, foi possível explorar a relação entre os diferentes usos das praias e a composição dos resíduos, identificando padrões claros a partir de itens indicadores. Por exemplo, plásticos foram os materiais mais recorrentes, com maior acúmulo observado durante o verão, período de maior atividade turística. As praias de uso turístico, como Caiobá, concentraram resíduos de origem recreativa, enquanto as de uso pesqueiro, como Barrancos, apresentaram maior quantidade de itens de origem doméstica. Esses achados revelam a influência das características socioeconômicas e ambientais das áreas costeiras na distribuição espacial e composição dos resíduos, oferecendo dados essenciais para embasar estratégias de gestão específicas para cada contexto.

No Capítulo 3, foi realizada uma análise crítica dos instrumentos de monitoramento de lixo no mar, revelando que, embora apresentem grande potencial para gerar dados relevantes, muitos deles carecem de consistência metodológica, o que dificulta a identificação de padrões e a comparabilidade entre diferentes estudos. Uma questão que emerge dessa análise é se os instrumentos existentes seriam capazes de detectar os padrões observados no Capítulo 2, especialmente aqueles relacionados a fontes e sazonalidade dos resíduos. Tal reflexão ressalta a importância de aprimorar as metodologias existentes e reforça a necessidade de maior harmonização nas abordagens de monitoramento.

Os resultados desta tese evidenciam, portanto, que a gestão da poluição por macrolixo em praias subtropicais depende de três pilares fundamentais: (1) a definição

de unidades amostrais eficientes, como a largura ideal dos transectos; (2) a compreensão das interações entre os diferentes usos das praias e as características dos resíduos; e (3) a adoção de instrumentos de monitoramento robustos e cientificamente embasados. A partir dessas contribuições, espera-se que esta pesquisa possa subsidiar ações mais eficazes de conservação ambiental e auxiliar gestores costeiros na tomada de decisões informadas.

Ainda que avanços significativos tenham sido alcançados, a pesquisa deixa em aberto a necessidade de investigações futuras para avaliar a aplicabilidade dos instrumentos analisados na detecção dos padrões identificados, bem como para expandir os estudos a outros contextos geográficos e socioeconômicos. Assim, esta tese não apenas apresenta soluções para problemas existentes, mas também abre caminhos para o desenvolvimento de estratégias mais abrangentes e sustentáveis no enfrentamento da poluição marinha.

Destaques:

- A largura ideal dos transectos para monitoramento de resíduos marinhos em praias arenosas e subtropicais é de 20 metros, capturando 80% das categorias de lixo.
- O uso das praias influencia a composição do lixo, com maior acúmulo de resíduos recreativos em áreas turísticas e itens domésticos em áreas pesqueiras.
- A análise crítica de instrumentos de monitoramento revelou a necessidade de harmonização metodológica para melhorar a comparabilidade dos dados.

REFERÊNCIAS

- ABALANSA, S., MAHRAD, B.E., VONDOLIA, G.K., ICELY, J., NEWTON, A., 2020. The marine plastic litter issue: A social-economic analysis. **Sustain.** Switz. 12, 1–27. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12208677>. Acesso em: 29 dez. 2024.
- ANDRADES, R., PEGADO, T., GODOY, B. S., REIS-FILHO, J. A., NUNES, J. L. S., GRILLO, A. C.; MACHADO, R. C., SANTOS, R. G., DALCIN, R. H., FREITAS, M. O.; KUHNEN, V. V., BARBOSA, N. D., ADELIR-ALVES, J.; ALBUQUERQUE, T., BENTES, B., GIARRIZZO, T. (2020). Anthropogenic litter on brazilian beaches: baseline, trends and recommendations for future approaches. **Marine Pollution Bulletin.** 151, 1 - 8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110842>. Acesso em: 03 ago. 2023.
- ARAÚJO, J. L., MORAIS, C., PAIVA, J. C. A ciência cidadã na promoção da consciencialização químico ambiental dos alunos, no contexto da poluição marinha por (micro)plásticos. **Revista Eletrônica Educare**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 1–21, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.15359/ree.27-1.15845>. Acesso em: 26 jan. 2024.
- ARAÚJO, M. C. B., SANTOS, P. J. P., COSTA, M. F., (2006). Ideal width of transects for monitoring source-related categories of plastics on beaches. **Marine Pollution Bulletin.** 52, 957-961. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.04.008>. Acesso em: 19 mar. 2023.
- ARAÚJO, M.C.B., SILVA-CAVALCANTI, J.S., COSTA, M.F., 2018. Anthropogenic litter on beaches with different levels of development and use: a snapshot of a coast in Pernambuco (Brazil). **Front. Mar. Sci.** 5, 233. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00233>. Acesso em: 23 abr. 2023
- ARAÚJO, M. C. B; SARAH, M. S; RUFENER, M. C; SANTIAGO, A. S. Lixo em praias de Natal (RN): identificação e análise das principais fontes. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 14, 2011, Santa Catarina. Anais[...] Santa Catarina: **Associação Brasileira de Oceanografia**, 2011, p. 1059 - 1061. Disponível em: <http://www.globalgarbage.org/praias/downloads/XIV-COLACMAR-2011/0333.pdf>. Acesso em: 13 de jun. 2023.
- ARCANGELI, A., CAMPANA, I., ANGELETTI, D., ATZORI, F., AZZOLIN, M., CAROSSO, L., DI MICCOLI, V., GIACOLETTI, A., GREGORIETTI, M., LUPERINI, C., PARABOSCHI, M., PELLEGRINO, G., RAMAZIO, M., SARÁ, G., CROSTI, R., 2018. Amount, composition, and spatial distribution of floating macro litter along fixed trans-border transects in the Mediterranean basin. **Mar. Pollut. Bull.** 129, 545–554. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.028>. Acesso em: 18 nov. 2024.
- ARRHENIUS, O. (1921) **Species and area.** Journal of Ecology, 9, 95–99.
- BABIC, L., RAZUM, I., LUZAR-OBERITER, B., ZUPANIC, J., 2019. Sand beaches on highly indented karstic coasts: where the sands come from and what should be protected (SE Adriatic, Croatia). **Estuar. Coast. Shelf Sci.** 226, 106294. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106294>. Acesso em: 05 set. 2024.

- BALTHAZAR-SILVA, D., TURRA, A., MOREIRA, F.T., CAMARGO, R.M., OLIVEIRA, A.L., BARBOSA, L., GORMAN, D., 2020. Rainfall and tidal cycle regulate seasonal inputs of microplastic pellets to Sandy beaches. **Front. Environ. Sci.** 8, e123. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00123>. Acesso em: 23 jan. 2024.
- BATTISTI, C.; POETA, G.; ROMITI, F.; PICCIOLO, L., 2020. Small Environmental Actions Need of Problem-Solving Approach: Applying Project Management Tools to Beach Litter Clean-Ups Environments, 7, 87. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/environments7100087>. Acesso em: 17 mai. 2024.
- BECHERUCCI, M. E.; ROSENTHAL, A. F.; SECO PON, J. P. (2017) Marine debris in beaches of the Southwestern Atlantic: An assessment of their abundance and mass at different spatial scales in northern coastal Argentina. **Marine Pollution Bulletin**, v. 119, n. 1, p. 299- 306. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.04.030>. Acesso em: 02 ago. 2023.
- BEENAERTS, N.; BERGHE, E. V. Comparative study of three transect methods to assess coral cover, richness and diversity. **Western Indian Ocean Journal of Marine Science**. Lisboa, v. 4, n. 1, p. 29–37, 2005. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/wiojms/article/view/28471>. Acesso em: 26 mar. 2023.
- BELARMINO, P. H. P.; SILVIA, S. M.; RUFENER, M. R.; ARAUJO, M. C. B. (2014). Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos. **Gestão Costeira Integrada**, v. 14, n. 3, p. 447–457. Disponível em: <https://doi.org/10.5894/rgci451>. Acesso em: 13 jan. 2024.
- BERGMANN, M; GUTOW, L.; KLAGES, M. (2015). Marine Anthropogenic Litter. Germany. **Springer open**, p. 456. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>. Acesso em: 31 mai. 2023.
- BETTIM, M.; KRELLING, A. P.; DOMENICO, M di; CORNWELL, T. O.; TURRA, A. (2021). Daily environmental variation influences temporal patterns of marine debris deposition along an estuarine outlet in southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**. 172, 1-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112859>. Acesso em: 29 set. 2024.
- BORRELLE, S. B. Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. **Science**, v. 369, n. 6510, p. 1515-1518, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.aba3656>. Acesso em: 28 ago. 2024.
- BOTERO, C. M., PALACIOS, M. A., SOUZA FILHO, J. R., MILANES, C. B. (2023). Beach litter in three South American countries: A baseline for restarting monitoring and cleaning after COVID-19 closure. **Marine Pollution Bulletin**. v. 191, 114915, ISSN 0025-326X. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114915>. Acesso em: 01 out. 2024.
- BRABO, L., ANDRADES, R., FRANCESCHINI, S., SOARES, M. O., RUSSO, T., GIARRIZZO, T. Disentangling beach litter pollution patterns to provide better guidelines for decision-making in coastal management. **Marine Pollution Bulletin**,

Volume 174, 2022, 113310, ISSN 0025-326X, Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113310>. Acesso em: 21 ago. 2024.

BRUGE, A., BARREAU, C., CARLOT, J., COLLIN, H., MORENO, C., MAISON, P. (2018). Monitoring litter inputs from the adour river (Southwest France) to the marine environment. *J. Sci. Eng.* 6:24. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jmse6010024>. Acesso em: 23 jan. 2024.

CAIN, S. A. **The species-area curve**. *American Midland Naturalist*, v. 19, n. 3, p. 573-581, 1938.

CALDEIRA, G.A.; PIERRI, N., Economic relations and the shared management of common resources: the case of marine fishing in Pontal do Paraná, southern Brazil. **Development and the environment**, 32 (2014), pags. 119 – 137. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/dma.v32i0.35927>. Acesso em: 15 nov. 2024.

CAMPANALE, C., SUARIA, G., BAGNUOLO, G., BAINI, M., GALLI, M., DE RYSKY, BALLINI, M., ALIANI, S., FOSSI, M. C., E., URICCHIO, V.F., 2019. Visual observations of floating macro litter around Italy (Mediterranean Sea). *Mediterranean Marine Science* 20 (2), 271–281. Disponível em: <https://doi.org/10.12681/mms.19054>. Acesso em: 17 nov. 2023.

CAPITAL INICIAL. Não olhe para trás. Viva a Revolução. São Paulo: Sony Music, 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ABCDEFG>. Acesso em: 29 dez. 2024.

CARVALHO, J. P. S., SILVA, T. S., COSTA, M. F. (2021). Distribution, characteristics and short-term variability of microplastics in beach sediment of Fernando de Noronha Archipelago. Brazil. **Marine Pollution Bulletin**. v. 166, p. 1-10. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112212>. Acesso em:

CHIU, C.C., LIAO, C.P., KUO, T.C., HUANG, H.W., 2020. Using citizen science to investigate the spatial-temporal distribution of floating marine litter in the waters around Taiwan. **Marine Pollution Bulletin**. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111301>. Acesso em: 24 nov. 2023.

CHEMIN, M. Del paisaje a la estética del espacio turístico: Un estudio en centros históricos y costaneras del litoral del Estado de Paraná (Brasil). **Estud. perspect. tur.** [online]. 2017, vol.26, n.2, pp.306-325. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17322017000200005&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 31 mai. 2023.

CHEN, H., CHEN, C., ZHANG, Z., LU, C., WANG, L., HE, X., CHU, Y., CHEN, J., 2021. Changes of the spatial and temporal characteristics of land-use landscape patterns using multi-temporal Landsat satellite data: a case study of Zhoushan Island, China. **Ocean Coastal Manage.** 213, 105842. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105842>. Acesso em: 23 nov. 2024.

CHESHIRE, A., ADLER, E., BARBIÉRE, J., COHEN, Y., 2009. **UNEP/IOC Guidelines on survey and monitoring of marine litter**. In: UNEP Regional Seas

Reports and Studies, No. 186. IOC Technical Series. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/report/unepioc-guidelines-survey-and-monitoring-marine-litter>. Acesso em: 15 jun. 2023

CHIU, C.C., LIAO, C.P., KUO, T.C., HUANG, H.W., 2020. Using citizen science to investigate the spatial-temporal distribution of floating marine litter in the waters around Taiwan. *Marine Pollution Bulletin*. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111301>. Acesso em: 24 nov. 2023.

CIENTÍFICOS DE LA BASURA. Científicos de La Basura. [S.l.], 2006. Disponível em: <https://www.cientificosdelabasura.org>. Acesso em: 30 nov. 2024.

CIENTÍFICOS DE LA BASURA. Informe 4° Muestreo Nacional de la Basura en las Playas de Chile. Coquimbo: Universidad Católica del Norte, 2020. Disponível em: <https://cientificosdelabasura.ucn.cl/wp-content/uploads/2023/09/2020-Informe-4to-Muestreo-Nacional-de-la-Basura-en-las-Playas.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2024.

CINDIN, R. C. P. J., & SILVA, R. S. (2004). Pegada Ecológica: instrumentos de avaliação dos impactos antrópicos no meio natural, **Estudos Geográficos**, Rio Claro, 2(1), 113-13. Disponível em: www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm. Acesso em: 13 jun. 2023.

CORRÊA, C. F.; SOUZA, A. F. de; PEREZ, C. B. (Orgs.). **Colóquio: prevenção e controle do lixo no mar: avanços e perspectivas na Baixada Santista**. 1. ed. Santos, SP: Editalivros Produções Editoriais, 2023. Disponível em: <https://www.unisantos.br/wp-content/uploads/2023/08/COLOQUIO-EBOOK-1.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024

COSTA, B.; WIDMER, W. M. (2022). Variabilidade sazonal e origem mais provável do macrolixo praias em governador Celso Ramos/SC, Brasil. **Geosul**, v. 37, n. 84, p. 391-413. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2022.e79177>. Acesso em: 01 dez. 2023.

CUNHA, E. J. N. S.; KRELLING, A. P.; COSTA, M. F. Desafios e perspectivas na gestão dos Resíduos Sólidos costeiros: um estudo nos municípios do Litoral do Paraná e o Lixo no mar. **Revista Geama**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 46–56, 2024. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/7009>. Acesso em: 4 jan. 2025.

DAVIDSON-ARNOTT, R., BAUER, B., HOUSER, C., 2019. **Introduction to Coastal Processes and Geomorphology**. Cambridge University Press.

DIXON, T.R., DIXON, T.J., 1981. Marine litter surveillance. *Mar. Pollut. Bull.* 12:289–295. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0025-326X\(81\)90078-3](http://dx.doi.org/10.1016/0025-326X(81)90078-3). Acesso em: 23 out. 2024.

DUARTE, W. de J. B. Lixo Plástico: uma ameaça à vida marinha. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v.8.n.08. ago. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v8i8.6488>. Acesso em: 02 ago. 2023.

ECOSURF. EcoSurf. [S.l.], 1995. Disponível em: <https://www.ecosurf.org>. Acesso em: 30 nov. 2024.

EMMERIK, T. VAN, MELLINK, Y., HAUKE, R., WALDSCHLÄGER, K., SCHREYERS, L., 2022. Rivers as Plastic Reservoirs. *Front. Water* 3. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.786936>. Acessível em: 12 jan. 2025.

ERIKSEN, M., LEBRETON, L.C.M., CARSON, H.S., THIEL, M., MOORE, C.J., BORERRO, J.C., GALGANI, F., RYAN, P.G., REISSER, J., 2014. Plastic pollution in the World's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. **PLoS One** 9, e111913. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>. Acesso em: 13 jun. 2023.

ESTADES, N. P. O Litoral do Paraná: entre a riqueza natural e a pobreza social. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 8, p. 25-41, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/dma.v8i0.22047>. Acesso em: 02 jun. 2023.

FERNANDES, L. S. G. V. **Desafios e perspectivas no enfrentamento da poluição marinha por plástico sob a ótica das negociações do Acordo Global Juridicamente Vinculante**. 2024. 175 f.: Dissertação (Mestrado em Direito) - Faculdade de Direito, Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Direito, Fortaleza, 2024. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/78413>. Acesso em: 07 dez. 2024.

FERRARI, A. G. **Variações espaciais e temporais de resíduos sólidos em praias arenosas subtropicais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/52589/R%20-%20D%20-%20MARINA%20BETTIM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 dez. 2024.

FREDIANI, F. **Poluição da Natureza**: depoimento de uma cidade litorânea. São Paulo, 2020. Palestra proferida no evento on-line Encontro Lixo Zero: lixo, sintoma de quê?. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LGdwY8BoSgk>. Acesso em: 17 mai. 2023.

FRÈRE, L., PAUL-PONT, I., RINNERT, E., PETTON, S., JAFFRÉ, J., BIHANNIC, I., SOUDANT, P., LAMBERT, C., HUVET, A., 2017. Influence of environmental and anthropogenic factors on the composition, concentration and spatial distribution of microplastics: a case study of the bay of Brest (Brittany, France). **Environ. Pollut.** 225, 211–222. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.023>. Acesso em: 22 jul. 2023.

GAIBOR, N., CONDO-ESPINEL, V., CORNEJO-RODRÍGUEZ, M.H., DARQUEA, J.J., PERNIA, B., DOMÍNGUEZ, G.A., BRIZ, M.E., MARQUEZ, LAZ, E., ALEM´ANDYER, C., AVENDANO, U., GUERRERO, J., PRECIADO, M., HONORATO-ZIMMER, D., THIEL, M., 2020. Composition, abundance and sources of anthropogenic marine debris on the beaches from Ecuador – a volunteer-supported study. **Mar. Pollut. Bull.** 154, 111068. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111068>. Acesso em: 20 ago. 2023.

GALGANI, F., BRIEN, A. S.-o, WEIS, J., IOAKEIMIDIS, C., SCHUYLER, Q., MAKARENKO, I. (2021). Are litter, plastic and microplastic quantities increasing in the ocean? **Micropl. Nanopl.** 1:2. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s43591-020-00002-8>. Acesso em: 07 mar. 2023.

GALGANI, F., HANKE, G., WERNER, S., OOSTERBAAN, L., NILSSON, P., FLEET, D., KINSEY, S., THOMPSON, R.C., PALATINUS, A., VAN FRANEKER, J.A., VLACHOGIANNI, T., SCOULLOS, M., VEIGA, J.M., MATIDDI, M., ALCARO, L., MAES, T., KORPINEN, S., BUDZIAK, A., LESLIE, H.A., GAGO, J., LIEBEZEIT, G., 2013. Guidance on monitoring of marine litter in European seas. MSFD GES technical subgroup on marine litter (TSG-ML). In: **European Commission, J.R.C., Institute for Environment and Sustainability**, p. 124. Luxembourg. Disponível em: https://mcc.jrc.ec.europa.eu/main/dev.py?N=41&O=434&titre_chap=TG%2520Marine%2520Litter. Acesso em: 15 mar. 2023.

GARCÉS-ORDÓÑEZ, O., ESPINOSA, L.F., CARDOSO, R.P., CARDOZO, B.B.I., DOS ANJOS, R.M. (2020). Plastic litter pollution along sandy beaches in the Caribbean and Pacific coast of Colombia. **Environ. Pollut.** 267, 115495. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115495>. Acesso em: 18 set. 2024.

GESAMP, 2019. Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter in the ocean. In: Rep. Stud. Disponível em: <http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>. Acesso em: 13 nov. 2024.

GLEASON, H.A. (1922) **On the relation between species and area.** Ecology, 3, 158–162.

GORMAN, D., GUTIÉRREZ, A.R., TURRA, A., MANZANO, A.B., BALTHAZAR-SILVA, D., OLIVEIRA, N.R., HARARI, J., 2020. Predicting the dispersal and accumulation of microplastic pellets within the estuarine and coastal waters of south-eastern Brazil using integrated rainfall data and Lagrangian particle tracking models. **Front. Environ. Sci.** 8, e559405 Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.559405>. Acesso em: 10 dez. 2024.

HASELER, M., BALCIUNAS, A., HAUKE, R., Sabaliauskaite, V., Chubarenko, I., Ershova, A., Schernewski, G., 2020. Marine Litter Pollution in Baltic Sea Beaches – Application of the Sand Rake Method. **Front. Environ. Sci.** 8. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.599978>. Acesso em: 12 jan. 2025.

HONG, S.; LEE, J.; KANG, D.; CHOI, H. W.; KO, S. H. (2014) Quantities, composition, and sources of beach debris in Korea from the results of nationwide monitoring. **Marine Pollution Bulletin**, v. 84, n. 1–2, p. 27–34. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.05.051>. Acesso em: 01 set. 2024.

IGLESIAS, I.; LUPIAC, M.; VIEIRA, L. R.; ANTUNES, S.C.; MIRA-VEIGA, J.; SOUSA-PINTO, I.; LOBO, A. (2023). Socio-economic factors affecting the distribution of marine litter: The Portuguese case study. **Marine Pollution Bulletin**. v. 193, p. 1–14. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115168>. Acesso em: 14 out. 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). Monitoramento da biodiversidade para conservação dos ambientes marinhos e costeiros. Brasília, DF: ICMBio, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/conteudo/Materiais-de-Apoio/monitoramentodabiodiversidadeparaconservacaodosambientesmarinhosecosteiros.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2024

INTERNATIONAL MARINE DEBRIS CONFERENCE –IMDC, Fifth International Marine Debris Conference. A estratégia de Honolulu. 2011. Disponível em: <https://5imdc.wordpress.com/about/honolulustrategy/>. Acesso em: 29 nov. 2024.

JAMBECK, J. R. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1260352>. Acesso em: 10 set. 2023.

JONES, W. C., CLARK, N. J., THOMPSON, R. C., Plastic pollution: the science we need for the planet we want. **Emerg Top Life Sci** 1 December 2022; 6 (4): 333–337. Disponível em: <https://doi.org/10.1042/ETLS20220019>. Acesso em: 12 set. 2024.

KIESSLING, T., KNICKMEIER, K., KRUSE, K., BRENNECKE, D., NAUENDORF, A., THIEL, M. (2019). Plastic Pirates sample litter at rivers in Germany—riverside litter and litter sources estimated by schoolchildren. **Environ. Pollut.** 245, 545–557. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.11.025>. Acesso em: 21 out. 2023.

KORDELLA, S., GERAGA, M. PAPANATHODOROU, G. FAKIRIS, E., MITROPOULOU, I.M., Litter composition and source contribution to 80 beaches in Greece, Eastern Mediterranean: a national voluntary clean-up campaign. **Aquat. Ecosystem. Cura. Gestão**, 16 (2013) , pp. 111 – 118. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14634988.2012.759503>. Acesso em: 13 mai. 2023.

KRELLING, A.P., ANTUNES, C. V.; BROADHURST, M. K. (2023). Investigating variability among fisheries litter accumulation on beaches in Paraná, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**. 187, p. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114607>. Acesso em: 23 set. 2024.

KRELLING, A.P., SOUZA, M.M., WILLIAMS, A.T., TURRA, A., 2017. Transboundary movement of marine litter in an estuarine gradient: evaluating sources and sinks using hydrodynamic modelling and ground truthing estimates. **Mar. Pollut. Bull.** 119, 48–63. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.03.034>. Acesso em: 18 jul. 2023.

LEBRETON, L.C.M., VAN DER ZWET, J., DAMSTEEG, J.-W., SLAT, B., ANDRADY, A., REISSER, J. (2017). River plastic emissions to the world's oceans. **Nat. Commun.** 8, 15611. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>. Acesso em: 10 mar. 2023.

LEBRETON, L. C. M. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 4666, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>. Acesso em: 01 mar. 2023.

LEITE, A.S., SANTOS, L.L., COSTA, Y., HATJE, V., 2014. Influence of proximity to an urban center in the pattern of contamination by marine debris. **Mar. Pollut. Bull.** 81, 242–247. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.032>. Acesso em: 12 mar. 2023.

LIPPIATT, S.; OPFER, S. ARTHUR, C. (2013). Marine Debris Monitoring and Assessment: Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment. **Silver Spring, MD, NOAA Marine Debris Division**, 82pp. (NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-46). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-727>. Acesso em: 13 jul. 2024.

LÓPEZ-ARQUILLO, J.D., OLIVEIRA, C., SERRANO GONZÁLEZ, J., DURÁN SÁNCHEZ, A., 2023. Interdependence in Coastal Tourist Territories between Marine Litter and Immediate Tourist Zoning Density: Methodological Approach for Urban Sustainable Development. *Land* 13, 50. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/land13010050>. Acesso em: 10 nov. 2024.

MARIN, C. B.; NIERO H.; ZINNKE, I.; PELLIZZETTI, M. A.; SANTOS, P. H.; RUDOLF., A. C.; BELTRÃO, M.; WALTRICK, D. S.; POLETTE, M. (2019) Marine debris and pollution indexes on the beaches of Santa Catarina State, Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 31, n. 100771, p.1-10, set. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100771>. Acesso em: 20 jun. 2023.

MARQUES, Maria de Medeiros. **Manual de boas práticas de atividades ligadas ao meio marinho**. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 2021. Disponível em: <https://uac.pt>. Acesso em: 01 dez. 2024.

MARTINS, I., ALMEIDA, C.R.M., RAMOS, S. (2020). Plastic pollution in aquatic ecosystems: from research to public awareness. In: Leal Filho, W., Azul, A.M., Brandli, L., Lange Salvia, A., Wall, T. (Eds.), *Life Below Water. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. **Springer**, Cham. Disponível em: Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-71064-8_141-1. Acesso em: 08 set. 2024.

MARVIVA. MarViva. [S.l.], 1997. Disponível em: <https://www.marviva.net>. Acesso em: 30 nov. 2024.

MCINTOSH, R.P. (1985) **The background of ecology**. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

MEIJER, L.J.J., VAN EMMERIK, T., VAN DER Ent, R., SCHMIDT, C., LEBRETON, L., 2021. More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Sci. Adv.* 7, eaaz5803. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5803>. Acessível em: 12 jan. 2025.

MIN-HO, P., SILJUNG, Y., SEUNG-KWON, Y., DONGUK, S., JEONG-HWAN, K., JAE-HYUK, C., WON-JU, L., Analysis and forecasting of national marine litter based on coastal data in South Korea from 2009 to 2021, **Marine Pollution Bulletin**, Volume 189, 2023, 114803, ISSN 0025-326X. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114803>. Acesso em: 12 dez. 2024.

MISHRA, P.; KAVIARASAN, T.; SAMBANDAM, M.; DHINEKA, K.; RAMANA MURTHY, M. V.; IYENGAR, G.; SINGH, J.; RAVICHANDRAN, M. (2023). Assessment of national beach litter composition, sources, and management along the Indian coast - a citizen science approach. **Marine Pollution Bulletin**, v.186, p. 1-10. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114405>. Acesso em: 15 set. 2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente do Brasil. Brasília, 1992. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br> . Acesso em: 30 nov. 2024.

NASAB, A.Y., OSKOEI, V., REZANASAB, M., ALINEJAD, N., HOSSEINZADEH, A., KASHI, G., 2022. Cigarette butt littering consequences: a study of pollution rate on beaches and urban environments. **Environ. Sci. Pollut. Res.** 29, 45396–45403. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19155-5>. Acesso em:

NOAA, 2013. Marine Debris Monitoring and Assessment. NOAA Technical Memorandum NOS-OR & R-46. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-727>. Acesso em: 05 ago. 2023.

NOERNBERG, M. A.; ALBERTI, A. L. Oceanographic variability in the inner shelf of Paraná, Brazil: spring condition. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 32, n. 2, p. 197-206, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22564/rbqf.v32i2.451>. Acesso em: 28 out. 2024.

NOVAK, L. P., & LAMOUR, M. R. (2021). Avaliação do risco à erosão costeira em praias urbanizadas do Paraná. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, 22(1). Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v22i1.1661>. Acesso em: 20 ago. 2023.

NUNES, T. Y.; BROADHURST, M. K.; DOMIT, C., 2021. Selectivity of marine-debris ingestion by juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) at a South American World Heritage Listed area. *Marine Pollution Bulletin*, 169, p. 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112574>. Acesso em: 13 mar. 2023.

OCEAN CONSERVANCY. International Coastal Cleanup, 2019 Disponível em: <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/international-coastal-cleanup/annual-datarelease/>. Access: 10 nov. 2023.

OCEAN CONSERVANCY. International Coastal Cleanup 2021: Together we can turn the tide on trash. Washington, DC: Ocean Conservancy, 2021. Disponível em: <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/international-coastal-cleanup/>. Acesso em: 24 dez. 2024.

OCEAN WISE CONSERVATION ASSOCIATION. Great Canadian Shoreline Cleanup no Canadá. Disponível em: <https://ocean.org/pollution-plastics/shoreline-cleanup/>. Acesso em: 09 set. 2024.

OSPAR, 2010. Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area. OSPAR Commission, p. 84. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-968>. Acesso em: 10 set. 2024.

- PARANÁ. SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DO TURISMO. Guia do litoral 2020. Curitiba: Paraná Turismo, 2020. Disponível em: https://www.paranaturismo.pr.gov.br/sites/turismo/arquivos_restritos/files/documento/2020-09/guiadolitoral2020.pdf. Acesso em: 10 set. 2024.
- PARLAMENTO EUROPEU; CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2008/56/EC, de 17 de junho de 2008. Estabelece um quadro para a ação comunitária no campo da política ambiental marinha (Marine Strategy Framework Directive). Jornal Oficial da União Europeia, L 164, p. 19-40, 25 jun. 2008. Disponível em: <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/56/oj>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- PHAM, C. K.; PEREIRA, J. M.; FRIAS, J. P. G. L.; RÍOS, N.; CARRIÇO, R.; JULIANO, M.; RODRÍGUEZ, Y. (2020). Beaches of the Azores archipelago as transitory repositories for small plastic fragments floating in the North-East Atlantic. **Environmental Pollution**. v. 263, p. 1-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114494>. Acesso em: 21 out. 2024.
- PHAM, C.K., RAMIREZ-LLODRA, E., ALT, C.H., AMARO, T., Bergmann, M., Canals, M., Davies, J., Duineveld, G., Galgani, F., Howell, K.L., 2014. Marine litter distribution and density in European seas, from the shelves to deep basins. **PLoS One** 9 (4), e95839. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095839>. Acesso em: 14 jun. 2023.
- PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2009. Disponível em: <https://www.unep.org/>. Acesso em: 15 de jun. 2023.
- POETA, G., CONTI, L., MALAVASI, M., BATTISTI, C., Acosta, A.T.R., 2016. Beach litter occurrence in sandy littorals: the potential role of urban areas, rivers and beach users in central Italy. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 181, 231–237. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.08.041>. Acesso em: 23 ago. 2023.
- POETA, G.; BATTISTI, C.; ACOSTA, A.T.R. Marine litter on sandy Mediterranean shores: spatial distribution patterns along the coastal dunes of Central Italy. **Marine Pollution Bull.**, 89 (2014), pp. 168 – 173. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.10.011>. Acesso em: 31 out. 2023.
- PORTMAN, M.E., PASTERNAK, G., YOTAM, Y., NUSBAUM, R., BEHAR, D., 2019. Beachgoer participation in prevention of marine litter: using design for behavior change. *Marine Pollution Bulletin*. 144, 1–10. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.071>. Acesso em: 28 nov. 2024.
- PRESTON, F. W. **The canonical distribution of commonness and rarity: Part I.** *Ecology*, v. 43, n. 2, p. 185-215, 1962.
- PREVENIOS, M., ZERI, C., TSANGARIS, C., LIUBARTSEVA, S., FAKIRIS, E., PAPANICOLAOU, G., 2018. Beach litter dynamics on Mediterranean coasts: distinguishing sources and pathways. **Mar. Pollut. Bull.** 129, 448–457. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.013>. Acesso em: 10 dez. 2024.

PROPLAYAS. ProPlayas. [S.l.], 2000. Disponível em: <https://www.proplayas.org>. Acesso em: 30 nov. 2024.

RAHA, U. K., B. KUMAR, R., SARKAR, S. K., Policy Framework for Mitigating Land-based Marine Plastic Pollution in the Gangetic Delta Region of Bay of Bengal- A review, **Journal of Cleaner Production**, Volume 278, 2021, 123409, ISSN 0959-6526. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123409>. Acesso em: 21 jun. 2023.

RAIO-X DOS RESÍDUOS NA COSTA BRASILEIRA: Descobertas da 1ª Expedição Ondas Limpas na Estrada. 1. ed. João Vitor Gonçalves, Juan Pablo Torres-Florez, Laura Fagundes, Lucas Barbosa, Maiara Franco-Assis, Mariana Almeida Borsari Ramos, Monique Fogaça Fernandes, Nathalie Gil, Alexander Turra. São Paulo: Sea Shepherd Brasil, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2024. Disponível em: https://seashepherd.org.br/files/relatorio_olne.pdf. Acesso em: 10 dez. 2024.

RAMBONNET, L., VINK, S. C., LAND-ZANDSTRA, A. M., BOSKER, T. (2019). Making citizen science count: best practices and challenges of citizen science projects on plastics in aquatic environments. **Mar. Pollut. Bull.** 145, 271–277. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul>. Acesso em: 01 jun. 2024.

RAMOS, B. de, COSTA, M. F. da. BeachLog: A multiple uses and interactive beach picture, **Marine Pollution Bulletin**, Volume 193, 2023, 115156, ISSN 0025-326X. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115156>. Acesso em: 03 jan. 2025.

RANGEL-BUITRAGO, N., NEAL, W.J., GALGANI, F., 2023. Plastics in the Anthropocene: A multifaceted approach to marine pollution management. **Mar. Pollut. Bull.** 194, 115359. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115359>. Acesso em: 29 dez. 2024.

RECH, S., MACAYA-CAQUILPÀN, V., PANTOJA, J.F., RIVADENEIRA, M.M., MADARIAGA, J. D., THIEL, M., 2014. Rivers as a source of marine litter - a study from the SE Pacific. **Mar. Pollut. Bull.** 82, 66–75. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.03.019>. Acesso em: 30 jun. 2024.

RIVIEREN, S. (2017). Handleiding VoorMonitoring. Available. Disponível em: https://schonerivieren.org/images/Onderzoek/DEF_Handleiding_monitoring_-_Schone_Rivieren_2018-2019.pdf. Acesso em: 21 abr. 2024.

RIZZO, A., RANGEL-BUITRAGO, N., IMPEDOVO, A., MASTRONUZZI G., SCARDINO, G., SCICCHITANO, G., A rapid assessment of litter magnitudes and impacts along the Torre Guaceto marine protected area (Brindisi, Italy), **Marine Pollution Bulletin**, Volume 173, Part A, 2021, 112987, ISSN 0025-326X. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112987>. Acesso em: 16 set. 2024.

ROSA, C.; WIDMER, W. M. (2021). Diagnóstico do lixo marinho na Praia de Navegantes/SC em períodos de baixa e alta vazão do Rio Itajaí-Açu.

Desenvolvimento e Meio Ambiente. vol. 58, p. 126-146, jul./dez. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/dma.v58i0.75125>. Acesso em: 13 nov. 2024.

ROSEVELT, C., LOS HUERTOS, M., GARZA, C., NEVINS, H.M., 2013. Marine debris in Central California: quantifying type and abundance of beach litter in Monterey BayCA. **Mar. Pollut. Bull.** 71, 299–306. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.01.015>. Acesso em: 10 out. 2024.

RYAN, P.G. (2015). A Brief History of Marine Litter Research. In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (eds) *Marine Anthropogenic Litter*. **Springer**, Cham. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_1. Acesso em: 16 out. 2024

RYAN, P. G.; MOORE, C. J.; VAN FRANEKER, J. A.; MOLONEY, C. L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 364, n. 1526, p. 1999-2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0207>. Acesso em: 16 jul. 2024.

SADRI, S.S., THOMPSON, R.C., 2014. On the quantity and composition of floating plastic debris entering and leaving the Tamar estuary, Southwest England. **Mar. Pollut. Bull.** 81, 55–60. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.02.020>. Acesso em: 13 ago. 2024.

SANTOS, E. C. P. R., 2021. Distribuição e diversidade de herbáceas de sub-bosque em uma floresta de terra firme da Amazônia meridional. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2105.09998>. Acesso em: 12 de jan. 2025.

SCHEINER, S. M., 2003. Blackwell Publishing Ltd. Six types of species-area curves. **Global Ecology & Biogeography** 12, 441–447. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00061.x>. Acesso em: 12 jan. 2025.

SCHERNEWSKI, G.; RADTKE, H.; HAUKE, R. (2020). Transport and behavior of microplastics missions from urban sources in the Baltic Sea. **Frontiers in Environmental Science**. v. 8, p. 1-18. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.579361>. Acesso em: 10 dez. 2024.

SCOTON, S., CORRÊA, G. de C., PÉREZ, D. V. (2021). A Poluição oceânica por plástico e as políticas públicas brasileiras relacionadas ao objetivo de desenvolvimento sustentável 14. **Revista da Escola de Guerra Naval**. 27. 537-574. Disponível em: <https://doi.org/10.21544/2359-3075.v27n3.p.537-574>. Acesso em: 02 dez. 2024.

SEIA, C. A. **A Responsabilidade Ambiental na União Europeia: da responsabilidade civil à responsabilidade administrativa em Portugal**. 1. ed. Coimbra-Portugal: Almedina, 2022.

SHIM, W. J., KIM, S. k., LEE, J., EO, S., KIM, J. S., SUN, C., 2022. Toward a long-term monitoring program for seawater plastic pollution in the north Pacific Ocean: Review and global comparison. **Environmental Pollution**. 311. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119911>. Acesso em: 10 abr. 2023.

SIBAJA-CORDERO, J. A.; GÓMEZ-RAMÍREZ, E. H. (2022). Marine litter on sandy beaches with different human uses and waste management along the Gulf of Nicoya, Costa Rica. **Marine Pollution Bulletin**. v. 175, p.1-16. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113392>. Acesso em: 12 set. 2023.

SILVA, N. F. da.; ARAÚJO, M. C. B.; SILVA-CAVALCANTE, J. S. (2023). Spatio-temporal distribution of cigarette butt contamination in urban beaches with varying levels of use. *Waste Management*. v. 168, p. 179-188. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.05.035>. Acesso em: 08 mar. 2024.

SILVA, M. C. N.; FARIA, T. C.; SILVA, J. P. S.; NASCIMENTO, C. E. **Gestão de Estoques**: Implementação da ferramenta 5W2H para o Controle de Estoque das Matérias-Primas. Uberlândia, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1205/1/TCC%20%20Maria%20Carla%20Nascimento%20Silva.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2024.

SMITH, L.; TURRELL, W. R. (2021). Monitoring Plastic Beach Litter by Number or by Weight: The Implications of Fragmentation. **Frontiers in Marine Science**. v. 8, p. 1-14. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.702570>. Acesso em: 21 set. 2023.

SNOEIJIS-LEIJONMALM, P., SCHUBERT, H, RADZIEJEWSKA, T., Biological Oceanography of the Baltic Sea. 2017. Springer Dordrecht. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-0668-2>. Acesso em: 12 ago. 2023.

SOUZA FILHO, J.R.; CHAGAS, A.A.S.; SILVA, I.R.; GUIMARÃES, J.K.; SAKANAKA, T.E.; FERNANDINO, G. (2023). Litter Reduction during Beach Closure in the Context of the COVID-19 Pandemic: Quantifying the Impact of Users on Beach Litter Generation. **Sustainability** 15, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su15032009>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SST. Southwest Fisheries Science Center. La Jolla, EUA, 1977. Disponível em: <https://www.swfsc.noaa.gov>. Acesso em: 30 nov. 2024.

TANGAROA. Tangaroa. [S.l.], 1999. Disponível em: <https://www.tangaroa.org>. Acesso em: 30 nov. 2024.

THIEL, M. The Contribution of Citizen Scientists to the Monitoring of Marine Litter. 2015. In: Marine litter: The European dimension, sources, effects and initiatives. **Springer**, 2015. p. 233-247. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-16510-3_16. Acesso em: 24 dez. 2024.

THIEL, M. et al. The potential for young citizen scientist projects: a case study of Chilean schoolchildren collecting data on marine litter. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273193179_The_potential_for_young_citizen_scientist_projects_a_case_study_of_Chilean_schoolchildren_collecting_data_on_marine_litter. Acesso em: 24 dez. 2024.

THOMPSON, R. C.; SWAN, S. H.; MOORE, C. J.; VOM SAAL, F. S. (2009) Our plastic age. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 1973–1976. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0054>. Acesso em: 13 dez. 2024

TORKASHVAND, J., GODINI, K., JAFARI, A.J., ESRAFILI, A., FARZADKIA, M., 2021. Assessment of littered cigarette butt in urban environment, using of new cigarette butt pollution index (CBPI). **Sci. Total Environ.** 769. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144864>. Acessível em: 12 jan. 2025.

TURRA, A.; NOGUEIRA, M. R.; GIDETTI, S. G.; MONTEIRO, S. A.; ABREU, P. C. Marine litter along the Brazilian coast: A review of studies and monitoring actions. **Marine Pollution Bulletin**, v. 97, n. 1-2, p. 1-12, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.053>. Acesso em: 11 jun. 2024.

UNEP/IOC, 2009. Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter Regional Seas Reports and Studies No. **186 IOC Technical Series** No. 83. Disponível em: https://tamug-ir.tdl.org/bitstream/handle/1969.3/29139/Marine_Litter_Survey_and_Monitoring_Guidelines.pdf?sequence=1. Acesso em: 22 jul. 2023.

VAN EMMERIK, T., SCHWARZ, A. (2020). Plastic debris in rivers. **Wiley Interdiscip. Rev. Water** 7:e1398. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wat2>. Acesso em: 24 ago. 2024.

VELANDER, H., MOCOJNI, M., 1999. Beach Litter Sampling Strategies: is there a 'Best' Method? **Marine Pollution Bulletin**. V. 38, No. 12, 1134-1140. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(99\)00143-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(99)00143-5). Acesso em: 14 mai. 2023.

VELIS C., LERPINIÈRE, D., TSAKONA, M. Previna o lixo marinho plástico – agora! Uma parceria facilitada pela ISWA para evitar o lixo marinho, com um chamado global para a ação para investir em gestão sustentável de resíduos e recursos em todo o mundo. Relatório elaborado em nome da International Solid Waste Association (ISWA). Um produto da Força-Tarefa de Lixo Marinho. ISWA, set. 2017. Viena, pp.75. Disponível em: <http://marinelitter.iswa.org/marine-task-forcere-port-2017/>. Acesso em: 23 mai. 2023.

VRIEND P.; ROEBROEK C. T.J.; VAN EMMERIK, T. (2020) Same but Different: A Framework to Design and Compare Riverbank Plastic Monitoring Strategies. **Front. Water** 2:563791. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/frwa>. Acesso em: 13 jun. 2023.

WANG, T., LI, B., SHI, H., DING, Y., CHEN, H., YUAN, F., LIU, R., ZOU, X., 2024. The processes and transport fluxes of land-based macroplastics and microplastics entering the ocean via rivers. **J. Hazard. Mater.** 466, 133623. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.133623>. Acessível em: 12 jan. 2025

WENNEKER, B.; OOSTERBAAN, L. Intersessional Correspondence Group on Marine Litter (ICGML) (2010) Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area. Edition 1.0. London, UK, **OSPAR Commission**, 15pp.

& Annexes. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-968>. Acesso em: 14 ago. 2023.

WIDMER, W. M.; REIS, R. A. (2010). An experimental evaluation of the effectiveness of beach ashtrays in preventing marine contamination. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 53, n. 5, p. 1205-1216. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132010000500026>. Acesso em: 13 mai. 2023.

WILLIAMS, A. T.; RANGEL-BUITRAGO, N. G.; ANFUSO, G.; CERVANTES, O.; BOTERO, C. M. (2016). Litter impacts on scenery and tourism on the Colombian north Caribbean coast. **Tourism Management**. v. 55, p. 209–224. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2016.02.008>. Acesso em: 18 nov. 2024.

WILSON, S. P.; VERLIS, K. M. (2017). The ugly face of tourism: Marine debris pollution linked to visitation in the southern Great Barrier Reef, Australia. **Marine Pollution Bulletin**, v. 117, n. 1–2, p. 239–246. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.036>. Acesso em: 14 mai. 2023.

YAPP, W. B. The Theory of Line Transects, **Bird Study**, London, v. 3, n. 2, p. 93-104, 1956. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00063655609475840>. Acesso em: 10 nov. 2024.

ZIELINSKI S., BOTERO, C. M., YANES A., To clean or not to clean? A critical review of beach cleaning methods and impacts, **Marine Pollution Bulletin**, Volume 139, 2019, Pages 390-401, ISSN 0025-326X. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.027>. Acesso em: 15 nov. 2024.