

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GABRIEL CASTRO MESQUITA

PRESENÇA E CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRAS DE MACROPLÁSTICOS EM
AREIA DE PRAIA DE UM BALNEÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ - PR

PONTAL DO PARANÁ

2024

GABRIEL CASTRO MESQUITA

PRESENÇA E CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRAS DE MACROPLÁSTICOS EM
AREIA DE PRAIA DE UM BALNEÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ - PR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Licenciatura em Ciências Exatas,
habilitação em Química, da Universidade Federal
do Paraná como requisito para a obtenção do título
de Licenciado em Ciências Exatas - Química.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Sippel Machado.

PONTAL DO PARANÁ

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DO CENTRO DE ESTUDOS DO MAR

M582p Mesquita, Gabriel Castro
Presença e caracterização de amostras de macroplásticos em areia de praia de um
balneário de Pontal do Paraná – PR. / Gabriel Castro Mesquita. – Pontal do Paraná,
2024.
1 arquivo [34 f.] : PDF.

Orientador: Professor Doutor Guilherme Sippel Machado.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Paraná, Campus Pontal do
Paraná, Centro de Estudos do Mar, Curso de Licenciatura em Ciências Exatas,
habilitação em Química.

1. Lixo Plástico. 2. Poluição. 3. Resíduos. 4. Educação Ambiental. I. Machado,
Guilherme Sippel. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD – 363.72



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

INFORMAÇÃO Nº 79/2024/UFPR/R/PP

TERMO DE APROVAÇÃO

GABRIEL CASTRO MESQUITA

PRESENÇA E CARACTERIZAÇÃO DE AMOSTRAS DE MACROPLÁSTICOS EM AREIA DE PRAIA DE UM BALNEÁRIO DE PONTAL DO PARANÁ - PR.

Trabalho de Conclusão de Curso **aprovado** como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Ciências Exatas - Química, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Dr. Guilherme Sippel Machado
Orientador e Presidente

Dr. Pedro Toledo Netto
Membro Examinador

Dr^a. Eliane do Rocio Alberti
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 30 de novembro de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **GUILHERME SIPPEL MACHADO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/12/2024, às 17:13, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **PEDRO TOLEDO NETTO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/12/2024, às 17:25, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **ELIANE DO ROCIO ALBERTI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/12/2024, às 11:10, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador 7321386 e o código CRC 90B9E9F2.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Osiel e Keterin que me educaram e incentivaram a escolher o caminho dos estudos.

Ao meu avô Ciniro, que mesmo já falecido, o tempo que esteve comigo sempre me deu amor e carinho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Guilherme Sippel Machado pela paciência, disposição para me auxiliar neste trabalho e pelo incentivo a seguir na área.

Ao técnico de laboratório Marcelo do Centro de Estudos do Mar, pelo auxílio durante a parte experimental e descarte dos resíduos.

Ao Prof. Dr. Pedro Toledo Netto e à Prof^a. Dr^a. Eliane Alberti por gentilmente aceitarem participar da banca de defesa deste trabalho, além de participarem do meu processo universitário.

Ao meu namorado Matheus André por toda a força e incentivo que me impulsionou ainda mais para a conclusão dessa etapa da minha vida.

Aos meus amigos Iorram e Nicolý por estarem sempre me apoiando.

A todos os amigos que fiz durante minha passagem pelo curso de Licenciatura em Ciências Exatas.

Agradeço também a todos que de alguma forma me ajudaram a concluir este trabalho.

RESUMO

A resistência e alta durabilidade de materiais plásticos são importantes características para seu uso comercial, todavia, estas características tornaram-se um grande problema após o uso e descarte inadequados destes materiais, sendo a poluição por resíduos plásticos um dos grandes problemas atuais. Em relação aos oceanos, estimam-se que cerca de 8 milhões de toneladas de resíduos plásticos estejam presentes atualmente nestes ambientes, causando prejuízos e danos a todo o ecossistema marinho. Estudos que visem compreender os tipos, fontes e distribuição da poluição plástica são importantes para fomentar ações de enfrentamento da problemática. Neste sentido, o presente Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Ciências Exatas, buscou investigar a presença de resíduos plásticos na faixa de areia em uma praia de Pontal do Paraná – PR, especificamente no balneário de Pontal do Sul. Também buscou-se diferenciar os tipos de plásticos por um tratamento utilizando soluções aquosas de diferentes densidades, utilizando etanol, cloreto de cálcio e cloreto de zinco. Os principais tipos de plásticos encontrados foram os de menor densidade, como Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), Polipropileno (PP) e Polietileno de Alta Densidade (PEAD). As quantidades significativas de lixo plástico encontradas destacam a importância e necessidade de ações educativas e políticas públicas direcionadas ao gerenciamento de resíduos plásticos, além de fortalecer a necessidade de conscientização da população sobre os impactos ambientais a respeito do descarte inadequado, buscando-se com que cada vez menos resíduos plásticos sejam dispostos de forma incorreta e contaminem o meio-ambiente.

Palavras-chave: Lixo Plástico; Poluição; Resíduos; Educação Ambiental.

ABSTRACT

The resistance and high durability of plastic materials are important characteristics for their commercial use; however, these characteristics have become a major problem after the inadequate use and disposal of these materials, with pollution from plastic waste being one of the biggest current problems. In relation to the oceans, it is estimated that around 8 million tons of plastic waste are currently present in these environments, causing harm and damage to the entire marine ecosystem. Studies that aim to understand the types, sources and distribution of plastic pollution are important to encourage actions to combat the problem. In this sense, this work sought to investigate the presence of plastic waste in the sand on a beach in Pontal do Paraná - PR, specifically in Pontal do Sul. An attempt was also made to differentiate the types of plastic by treating them using aqueous solutions of different densities, using ethanol, calcium chloride and zinc chloride. The main types of plastics found were low-density plastics, such as LDPE (low-density polyethylene), PP (polypropylene) and HDPE (high-density polyethylene). The significant amounts of plastic waste found highlight the importance and need for educational actions and public policies aimed at managing plastic waste, in addition to strengthening the need to raise public awareness about the environmental impacts of inadequate disposal, seeking to ensure that less and less Plastic waste is disposed of incorrectly and ends up contaminating the environment.

Keywords: Plastic Waste; Pollution; Waste; Environmental Education.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. Microplásticos	11
2.2. Microplásticos	11
2.3. Nanoplásticos	12
2.4. Poluição Marinha por plásticos	12
2.5. Possibilidades para gerenciamento de resíduos plásticos	13
3. OBJETIVOS	15
3.1. Objetivo Geral	15
3.2. Objetivos Específicos	15
4. MATERIAL E MÉTODO	15
4.1. Material	15
4.2. Métodos	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
7. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

O termo "plástico" refere-se a materiais poliméricos sintéticos ou semissintéticos, muitas vezes derivados do petróleo, que possuem alta massa molecular e plasticidade (COSTA; DUARTE; SANTOS, 2019). São em geral, macromoléculas poliméricas formadas por monômeros que se repetem inúmeras vezes na estrutura do material, (denominadas "meros") que determinam o grau de polimerização, podendo ser moldados por calor e/ou pressão (MANO, 1985).

A história do plástico pode ser indicada como tendo início no século XIX, sendo que a falta de matéria prima para a utilização industrial foi a principal motivação para a criação do plástico. Em 1862 o químico e inventor britânico Alexander Parkes desenvolveu o primeiro plástico sintético, derivado da celulose tratada com ácido nítrico, que era uma resina moldável e termoendurecível, denominada de Parkesina (RODRIGUES, 2019, p. 14), porém ela teve problemas para ser bem-sucedida comercialmente por ser inflamável, frágil e ter alto custo de produção.

Em 1869, o inventor e industrial norte-americano John Wesley Hyatt buscava um material que substituísse o marfim que estava ficando escasso (FREINKEL, 2011). Hyatt trabalhou no aprimoramento da Parkesina, utilizando cânfora na versão comercial do nitrato de celulose, dando origem a celuloide, obtendo mais sucesso comercialmente em razão de ser mais barato e disponível (GARCIA, 2009).

Entretanto o verdadeiro marco na criação do plástico veio por meio do químico e inventor belga Leo Hendrik Baekeland, que criou a primeira resina totalmente sintética em 1907, a partir do fenol e formaldeído, denominada de baquelite, que devido a seu custo-benefício, resistência ao calor, não condutor e podendo ser moldado em diversas formas, foi considerado um avanço e substituindo materiais como: ebonite, marfim e madeira (GORN, 2003; TRASHIN, 2022).

Por meio da evolução das pesquisas, após a Segunda Guerra Mundial, a química polimérica expandiu sua atuação, para além do laboratório e estando presente no cotidiano da sociedade (FREINKEL, 2011). Neste sentido foram desenvolvidos novos plásticos, cada um com sua característica e aplicação, podendo ser citados alguns tipos como: O PET (polietileno tereftalato), que é empregado em garrafas e embalagens, sendo leve e reciclável; o PEAD (polietileno de alta densidade) que é frequentemente encontrado em garrafas de limpeza e tubos, sendo reconhecido pela sua durabilidade e capacidade de reciclagem; o PVC (policloreto de vinilo) que é um material flexível utilizado em tubos, porém nem sempre é reciclável; o PEBD (polietileno de baixa densidade) que é um material leve e maleável, frequentemente encontrado em sacos plásticos; o PP (polipropileno) que é um material duro

e resistente ao calor, comumente utilizado em tampas e embalagens; o PS (poliestireno) que é empregado em copos descartáveis e tem a capacidade de ser expandido para isolamento; o PC (polycarbonato) que é um material transparente e durável, comumente utilizado em lentes e vidros de proteção; o nylon (poliamida) possuindo resistência térmica, elasticidade, baixa absorção de umidade, sendo utilizada em tecidos, fios, roupas, componentes industriais, embalagens; o PEUAPM (polietileno de ultra alto peso molecular), muito utilizado em indústrias devido sua durabilidade, baixo coeficiente de fricção e resistência. O PEBDL (polietileno de baixa densidade linear), material versátil com flexibilidade, resistência a impacto e várias possibilidades de aplicação; o PEUBD (Polietileno de ultra baixa densidade), possui flexibilidade, resistência ao impacto e resistência química, sendo utilizado em equipamento médico, roupas, construção civil, componentes industriais; o EVA (Poliacetato de Etileno Vinil) que é um polímero leve, flexível, resistente ao impacto, utilizado em embalagens, produtos esportivos, artigos de papelaria, calçados e materiais de isolamento (FRANCHETTI; MARCONATO, 2003).

Apesar da resistência e alta durabilidade dos plásticos serem motivos importantes para o seu sucesso comercial, estas características tornaram-se um grande problema após o uso e descarte destes materiais, sendo que o descarte inadequado de plásticos é um dos maiores desafios ambientais, e está onipresente na sociedade do século XXI (COLE *et al.*, 2011).

Atualmente, estima-se que existam cerca de 8 milhões de toneladas de resíduos plásticos nos oceanos (NOAA, 2024), sendo que existem previsões alarmantes de que até 2040 os volumes de poluição plástica que fluem para as áreas marinhas quase tripliquem (UNEP, 2021), prejudicando ecossistemas e pondo em risco a vida de organismos marinhos.

Estudos que visem compreender os tipos, fontes e distribuição da poluição plástica são importantes para fomentar ações de enfrentamento da problemática. Neste sentido, o presente Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Ciências Exatas, buscou investigar a presença de resíduos plásticos na faixa de areia em uma praia de Pontal do Paraná - PR, bem como buscar diferenciar os tipos de plástico por um tratamento utilizando soluções de diferentes densidades.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os principais componentes para fabricar plásticos convencionais vêm do petróleo, que é formado de compostos orgânicos, principalmente por hidrocarbonetos, sendo que por meio da sua destilação obtêm-se diversas frações. Além do petróleo, o plástico pode ser fabricado de elementos naturais abundantes em carbono (átomo fundamental para a produção do plástico), como o gás natural, o carvão e álcool (MARCZAK, 2004).

Os plásticos por sua vez, são feitos pela união de monômeros em longas cadeias, chamadas de polímeros, palavra originada do grego, “poli” que significa vários e “mero” que significa parte (PIATTI; RODRIGUES, 2005), que podem ser formados de diversas maneiras, com fortes forças de atração entre moléculas. Podem ser citados exemplos de monômeros como o cloreto de vinila, propileno, estireno e etileno (PARENTE, 2006).

Os polímeros podem ser classificados de diferentes maneiras, como, por exemplo, devido a sua origem, número de monômeros, seu método de preparação, estrutura química da cadeia, encadeamento da cadeia, configuração dos átomos da cadeia, taticidade da cadeia (propriedade que descreve a organização espacial dos grupos laterais em uma cadeia polimérica, situada como os monômeros se orientam ao longo da cadeia principal), fusibilidade e/ou solubilidade e comportamento mecânico (MANO, 1985). Além dessas já citadas, uma das classificações empregadas é pelo tamanho do polímero, sendo denominados como macro, micro e nano plásticos, considerados como uma questão de grande importância quando se refere a poluição ambiental (MONTAGNER *et al.*, 2021).

2.1. Macroplásticos

São resíduos poliméricos que possuem tamanho superior a 5 mm (KERSHAW *et al.*, 2019), onde podemos atribuir a eles dois tipos dos mais encontrados nos oceanos, os *pellets* e os fragmentos de plástico (VAN FRANEKER; LAW, 2015). Os fragmentos plásticos são pequenos pedaços de estruturas maiores, descartados de forma intencional ou não no mar (MERELL, 1980). *Pellets* são pequenos compactadores de plástico usados como base para a fabricação de diversos itens como brinquedos, móveis domésticos, embalagens e eletrônicos (KARLSSON *et al.*, 2018).

Com a decomposição desses plásticos no ambiente podem ser formadas partículas menores, com tamanho inferior a 5 mm, denominadas de microplásticos (MPs) (RAGUSA *et al.*, 2021). Essa definição para as MPs foi proposta em 2009 pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA).

2.2 Microplásticos

São geralmente considerados como fragmentos de plásticos com tamanho variando entre 0,1 e 5 milímetros (POMPÊO; RANI-BORGES; PAIVA, 2022) eles também podem ser categorizados conforme sua origem, quando essas partículas com menos de 5 mm são fabricadas propositalmente para uso específicos, através de processos industriais, são chamadas de microplásticos primárias.

2.3 Nanoplásticos

A manipulação dos microplásticos (MPs) - como durante as coletas, análises ou tratamentos laboratoriais - pode gerar partículas ainda menores, chamadas nanoplásticos (NPs), com tamanhos entre 1 nm e 1 µm. Porém a definição científica de NPs é incerta, sendo debatida se o tamanho limite seria inferior a 100 nm ou a 1.000 nm (DAWSON *et al.*, 2018; GIGAULT *et al.*, 2018, 2021).

2.4. Poluição marinha por plásticos

Cerca de 40% do plástico produzido é descartado em um ano, e estima-se que 60% a 80% dos resíduos marinhos sejam plásticos (DERRAIK, 2002).

A poluição plástica nas ilhas oceânicas brasileiras, por exemplo, possui um mesmo padrão – um grande acúmulo de quantidades de plástico, com predominância de resíduos como embalagens, fragmentos plásticos e materiais de pesca – se comparado com outras ilhas do mundo, devido ao uso intenso de materiais descartáveis com mais uma parte de resíduos sendo transportados pelas correntes marítimas de outras regiões. Em Fernando de Noronha o controle dos plásticos locais é mais difícil por causa do alto fluxo de visitantes, enquanto em ilhas mais isoladas, como Trindade, localizada no estado do Espírito Santo, e Abrolhos, na Bahia, a origem local dos resíduos é bem controlada prevalecendo os resíduos transportados, pois essas ilhas têm algumas características que facilitam o controle dos resíduos plásticos locais, como a baixa densidade de visitantes e moradores, o turismo é controlado e monitorado, com maior vigilância e manejo ambiental, o que facilita a eliminação de fontes locais de resíduos (HATJE; COSTA; CUNHA, 2013).

Um dos problemas causados pelo descarte indevido de plástico nos mares e oceanos é a interação prejudicial com espécies e organismos marinhos. Estima-se que cerca de 90% das espécies de aves marinhas possuam materiais poliméricos em seu corpo (JAMBECK *et al.*, 2015). O acúmulo de macroplásticos no trato digestivo pode reduzir o volume útil dos órgãos, provocar ulcerações, bloquear o sistema gastrointestinal e levar à morte (NASCIMENTO *et al.*, 2021).

No trabalho de Sobral, Frias e Martins (2011) foi observada a contaminação derivada por plásticos em 5 praias na costa portuguesa, onde obtiveram um total de 17.799 itens de plástico e com peso de 2.322 g. Dessa amostragem, 72% do material obtido foram microplásticos, porém em termos de peso os macroplásticos representaram 89,6% do peso total.

Um estudo feito na praia de Itaquitanduva-SP analisou 5 pontos de coleta totalizando uma área de 780 m², sendo encontrados um total de 1.811 itens. Desse montante, 82,16%

são da classificação dos plásticos, destacando de todo o material plástico a presença de 41,26% por tampinhas de garrafa de bebidas e 39,05% por hastes de pirulito e cotonetes (FERNANDINO, 2012).

Neto e Fonseca (2011) trabalharam na região da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro), nas áreas costeiras, nas faixas de areia que fazem parte da orla dessa região da baía, fazendo coletas entre 1999 e 2008, tendo sido coletados um total de 21.841 lixos ao longo de 10 anos, sendo contabilizados 70,6% de lixo plástico. Desse total de lixo plástico, categorizou-se 56,5% por sacolas plásticas e 14,1% de outros itens variados formados por material polimérico. Além desses resultados, verificou um maior descarte desse material no verão, chegando à marca de 14.505 itens nessa estação e 7.336 itens no inverno (NETO; FONSECA, 2011).

A presença constante de resíduos plásticos em todo o ecossistema marinho é uma problemática urgente a ser enfrentada, na tentativa de se reduzir os impactos à fauna e flora, bem como favorecer o encaminhamento dos resíduos para locais adequados para seu tratamento e/ou reaproveitamento. Algumas possibilidades para enfrentamento do descarte incorreto do lixo plástico serão apresentadas no próximo tópico.

2.5. Possibilidades para gerenciamento de resíduos plásticos

A reciclagem, de acordo com a ONU (Organização das Nações Unidas) é apontada como uma das alternativas mais importantes para combater problemas causados pelo descarte incorreto do plástico, que consiste na coleta, separação e tratamento de materiais descartados, que são reaproveitados como matéria-prima na produção de novos itens (UNEP, 2023). Dentro dessa perspectiva de reciclagem, podem ser atribuídas duas vertentes de pesquisa chamadas de economia circular e linear.

A economia linear é um modelo tradicional de produção baseado no ciclo "extrair, fabricar, descartar", onde os recursos naturais são usados para produzir bens, que são descartados após o consumo, gerando desperdício e esgotando os recursos (GONÇALVES; BARROSO, 2019).

Em contrapartida, uma economia circular adota o ciclo "reduzir, reutilizar, reciclar" (MOLETTA, 2017), buscando prolongar o uso dos recursos, diminuir os resíduos e promover a regeneração natural, sendo uma alternativa mais sustentável (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

Uma alternativa para auxiliar a reciclagem foi a adição de numerações de 1 a 7 dentro de um triângulo formado por três setas e sob uma abreviatura do tipo de plástico que é feito (Figura 1). Esse sistema de identificação foi introduzido no ano de 1988 pela *Society of*

Plastics Indutry, Inc (SPI). Posteriormente, tal sistema do SPI baseou a norma da ABNT NBR 13230, no ano de 1994 (COLTRO; GASPARINO; QUEIROZ, 2008).

Figura 1: Os triângulos de três setas e os números com os nomes dos polímeros.



(Fonte: Uniplástico, 2020).

Esse cenário reflete uma problemática mundial que demanda soluções urgentes, nas quais a educação ambiental (EA) pode ser empregada como uma importante ferramenta, pois por meio dela as pessoas podem compreender as complexas relações entre o desenvolvimento humano e o meio ambiente (UNESCO, 2017).

A EA crítica contribui para a formação de um indivíduo ecológico, por meio da mudança de valores e condutas (CARVALHO, 2004), onde os espaços caracterizados como educadores é fundamental ao objetivo e intenção pedagógica, proporcionando uma experiência mais sensível e concreta (MATAREZI, 2005, p. 170).

Com números de poluição cada vez maiores, a busca por um maior debate e abordagem sobre EA com alunos e professores vem ganhando mais atenção, onde no dia 17 de julho de 2024, foi sancionado Projeto de Lei nº 6.230/2023, que possui como propósito informar e garantir a inclusão de temas a respeito do meio ambiente no contexto atual brasileiro (MEC, 2024).

O levantamento de informações sobre a poluição plástica, objeto de estudo do presente Trabalho de Conclusão de Curso, visa também gerar conhecimento para embasar futuras ações de EA que possam ser implementadas no enfrentamento do descarte incorreto de resíduos plásticos.

A escolha do tema desta pesquisa está relacionada com a vivência pessoal do autor, morador da região de Pontal do Sul, litoral do Paraná, pois teve convivência com o ambiente praias e a pesca artesanal, que proporcionaram uma perspectiva crítica em relação as condições ambientais da região, a presença constante de resíduos sólidos nas praias, principalmente nos períodos de alta temporada, com fluxo maior de turistas.

Também contribuiu para o incentivo da pesquisa a participação do autor no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), que integrou a um grupo de pesquisa Química Verde que visava o estudo de práticas sustentáveis, química ambiental e preservação dos ecossistemas, tendo contato com a pesquisa de João Mondadori (2024) sobre microplásticos, que inspirou a seguir com a pesquisa deste trabalho. Além dessa influência, observações pessoais em relação ao abandono gradual da profissão de pescadores locais, despertou o interesse e questionamento se o crescimento desses resíduos plásticos nas praias teria interferido nessa atividade pesqueira.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Analisar a presença de macroplásticos na praia de Pontal do Sul, município do Paraná, no litoral do estado, bem como caracterizar quimicamente os seus principais tipos, de acordo com normas e protocolos científicos voltados a amostragem e caracterização de fragmentos. Além disso, os estudos prévios sobre a poluição por plásticos nos ambientes costeiros, fornecem embasamento teórico e comparativo para a análise.

3.2. Objetivos específicos

- Separar as amostras por meio de sua densidade.
- Identificar padrões de tipo (polímero) e quantidade dos macroplásticos na praia estudada.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1. Material

Para a realização da parte experimental, foram empregados os seguintes equipamentos e materiais:

- Luvas de látex com pó
- Béqueres de 250 mL

- Álcool etílico absoluto 99,5% marca Cinética
- Água destilada
- Cloreto de Cálcio (CaCl_2) - Êxodo Científica P.A. 99,9%
- Cloreto de zinco anidro Êxodo Química - P.A. - 96,0%
- Balança analítica
- Balão volumétrico de 100 mL
- Proveta de 100 mL
- Espátula
- Pinça
- Saco plástico

4.2. Métodos

Inicialmente, antes de começar a coleta dos fragmentos, baseado tanto em trabalho prévio no grupo de pesquisa sobre microplásticos (MONDADORI, 2024), quanto no trabalho de Novak e Lamour (2021, p. 178), foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente com o objetivo de reunir embasamento teórico necessário sobre a temática, em seguida, foi realizada a coleta sistemática de resíduos sólidos com base em protocolos científicos. Os resultados dessa análise foram confrontados com a literatura especializada, com destaque para a pesquisa de Gonçalves (2021), que serviu como referência para interpretação dos resultados.

O Balneário de Pontal do Sul, localizado no município de Pontal do Paraná, sendo uma península entre o Oceano Atlântico e a Baía de Paranaguá (PONTAL DO PARANÁ, 2023), a região possui importantes áreas proteção que conserva fragmentos e manguezais da vegetação da Mata Atlântica. Esta região se destaca por conter grandes atributos naturais preservados, infraestrutura turística e forte presença de saberes tradicionais.

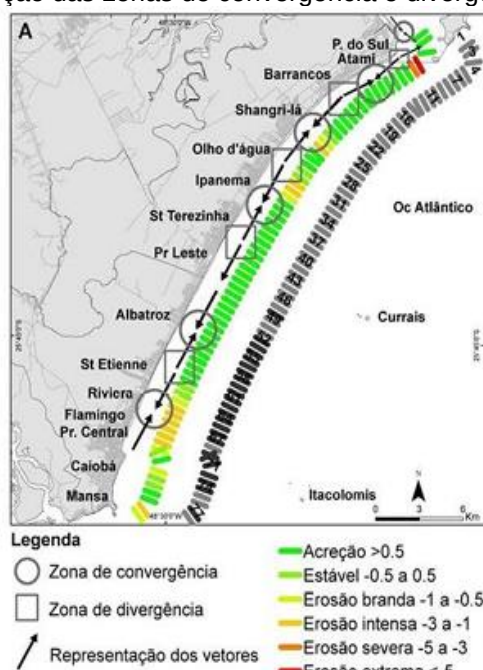
Dessa maneira, a praia do balneário de Pontal do Sul foi escolhida como área de estudo devido ser uma área de convergência de materiais (Figura 2), cujo espaço se refere onde possuem resíduos naturais e lixo humano acumulados por correntes marinhas e ventos. Adicionalmente, a praia de Pontal do Sul tende a ter uma densidade de uso menor de turistas do que outras praias de Pontal do Paraná, contribuindo para a redução de descartes de resíduos plásticos por algum indivíduo em trânsito, sendo uma maior presença de macroplásticos transportados pelas correntes oceânicas.

Devido a sua localização no ambiente praial, a pós-praia pode oferecer melhores condições para o aporte (deposição e acúmulo) destas partículas, uma vez que, esta zona

sofre pouca influência das ondas, e, conseqüentemente não está tão exposta as alterações diárias que essa força exerce nas demais regiões da praia. Com isso, esta região pode ser considerada uma zona de deposição de macroplásticos e/ou microplásticos, que podem ser soterrados nas camadas mais profundas do sedimento (FALCÃO; SOUZA, 2014; TURRA *et al.*, 2014; CULLIGAN *et al.*, 2022).

O ponto de coleta utilizado (Figura 3) possui latitude, longitude correspondente a -25.5724604, -48.3476168.

Figura 2: Mapa da distribuição das zonas de convergência e divergência do litoral paranaense.



(Fonte: NOVAK e LAMOUR, 2021, p. 178).

Figura 3: Mapa do ponto de coleta



(Fonte: Google, 2024).

O aplicativo gratuito Marés perto de mim¹, fornecido pela empresa 7th Gear, foi utilizado para anotação de informações sobre a maré nos dias de coleta. Para a coleta dos resíduos plásticos foi utilizada a linha da maré alta (Figura 4), pois permite identificar e retirar resíduos que foram efetivamente levados pelas ondas, aumentando a possibilidade de ter mais itens.

Figura 4: Imagem de referência a linha da maré alta.



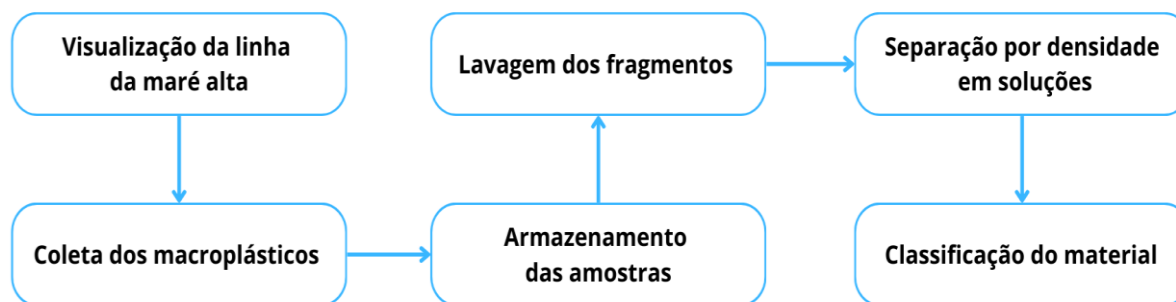
(Fonte: o autor, 2024).

As coletas dos resíduos de materiais plásticos na praia foram realizadas com o auxílio de luvas de látex e pinça, posteriormente os macroplásticos foram acomodados em sacos plásticos lacrados, para seu armazenamento e transporte ao laboratório.

Foram recolhidos resíduos poliméricos em 3 dias distintos, especificamente nos dias 18/09/2024, 03/10/2024 e 16/10/2024, sempre entre 10:00 h e 10:30 h, pois geralmente as ondas são mais intensas nesse período, aumentando a probabilidade de que os materiais que estão no mar sejam arrastados até a areia pelas ondas fortes, e os dias também foram escolhidos para verificar se há existência de um padrão nos materiais encontrados, mantendo um padrão de processos de estudo como apresentado na Figura 5.

¹ Aplicativo desenvolvido para oferecer informações detalhadas sobre a marés. Correntes oceânicas, fases da lua, previsão tempo e radar.

Figura 5: Fluxograma de coleta das amostras.



(Fonte: o autor, 2024).

No tratamento das amostras coletadas, o primeiro passo realizado foi a lavagem com água potável dos fragmentos para retirar resíduos de areia existentes, logo após colocados em cima de um papel toalha por alguns minutos para secar.

A preparação das soluções utilizadas para a determinação do tipo de polímero foi feita com antecedência, levando em consideração as diferentes densidades dos polímeros, sendo preparadas soluções de etanol, cloreto de cálcio e cloreto de zinco (FRANCHETTI; MARCONATO, 2003; MONDADORI, 2024). As densidades das soluções podem ser observadas na Tabela 1.

Para preparo das soluções de etanol, foram adicionados no primeiro béquer de 250 mL com o auxílio de uma proveta de 100 mL, 52 mL de etanol e 48 mL de água destilada, no segundo béquer 38 mL de etanol e 62 mL de água destilada, no terceiro béquer 24 mL de etanol e 76 mL de água destilada, a fim de identificar o PP, PEBD e PEAD respectivamente (Tabela 2).

Na primeira solução de cloreto de cálcio, foram transferidos com o auxílio de uma espátula 9,9 g de cloreto de cálcio em um béquer e com uma proveta adicionando 95,6 mL de água destilada. Para preparo da segunda solução foram adicionados 102,66 g de cloreto de cálcio e 77,8 mL de água destilada, com intuito de separar pela densidade o PS sólido e PVC flexível (Tabela 2).

A última solução de cloreto de zinco já estava pronta disponível para uso no laboratório, a sua densidade foi verificada com um densímetro para que se possa caracterizar pela diferença de densidade o PET e alguns tipos de PVC rígido (Tabela 2).

Tabela 1: Densidade das soluções utilizadas na separação dos macroplásticos.

Soluções	Densidade / (g/cm³)
Etanol 1	0,9124
Etanol 2	0,9404
Etanol 3	0,9610
Cloreto de cálcio 1	1,035
Cloreto de cálcio 2	1,3184
Cloreto de zinco	1,3938

(Fonte: FRANCHETTI; MARCONATO, 2003; MONDADORI, 2024).

Tabela 2: Densidade estimada para diferentes tipos de plásticos

Tipos de plásticos	Densidade / (g/cm³)
Polipropileno – PP	0,900-0,910
Poli(etileno) de baixa densidade - PEBD	0,917-0,940
Poli(etileno) de alta densidade – PEAD	0,952-0,965
Poliestireno - PS (espuma)	Menor que 1,00
Poliestireno - PS (sólido)	1,04-1,05
Poli(cloreto de vinila) - PVC (flexível)	1,16-1,35
Poli(tereftalato de etileno) – PET	1,29-1,40
Poli(cloreto de vinila) - PVC (rígido)	1.30-1,58

(Fonte: FRANCHETTI; MARCONATO, 2003).

Para a classificação dos resíduos os macroplásticos coletados foram inseridos nas soluções de menor densidade até de maior densidade. Os resíduos que eram mais densos que as soluções testadas eram transferidas para a próxima e os que apresentavam menor densidade (que flutuam nas respectivas soluções) eram separados em sacos plásticos e marcados de acordo com seu tipo.

Ao terminar o procedimento de verificação de densidades, as soluções foram descartadas corretamente, seguindo orientação do técnico do laboratório, sendo elas o descarte das soluções em recipientes específicos para resíduos químicos ou na possibilidade de reutilização dessas soluções, colocadas em recipientes identificados e sem contaminação, e assim as amostras guardadas separadamente de acordo com o tipo de plástico.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coleta e a análise de dados são etapas essenciais para o desenvolvimento do trabalho, pois compreende os fenômenos ambientais complexos, dessa maneira pode-se garantir informações precisas e importantes sobre a presença dos macroplásticos na praia.

Foram coletados um total de 146 resíduos de macroplásticos, na primeira coleta no dia 18/09/2024 foram 38 resíduos; na segunda coleta no dia 03/10/2024 foram 51 resíduos; e na terceira coleta no dia 16/10/2024 foram 57 resíduos. Uma visão geral dos resíduos coletados está disponível na Figura 6.

Figura 6: Resíduos plásticos encontrados nos três dias de coleta.



(Fonte: o autor: 2024)

Círculo vermelho na 2ª coleta indica a uma peça de biomídia.

Na primeira coleta, a maré estava em 0,4 m, onde foi identificada, após o tratamento por meio da diferença das densidades, a presença de 7 polímeros do tipo PP, 13 PEBD, 7 PEAD, 10 PS sólido e 1 PVC rígido (foi depositado na solução mais densa e afundou, onde categorizamos ele como PVC rígido de acordo com a faixa de densidade da solução e a densidade máxima desse material) (Tabela 4).

Em porcentagem e quantidade, foi observado que o PEBD possui o maior número, sendo ele quase o dobro se comparado com o PP e o PEAD. Todos os itens foram identificados, sem a presença de nenhum diferente ou duvidoso.

Na segunda coleta a maré estava em 0,5 m, sendo quantificados 13 resíduos plásticos como PP, 16 PEBD, 14 PEAD e 8 PS sólido (tabela 4). Com exceção do PS sólido, os outros polímeros caracterizados possuem quantidade próxima.

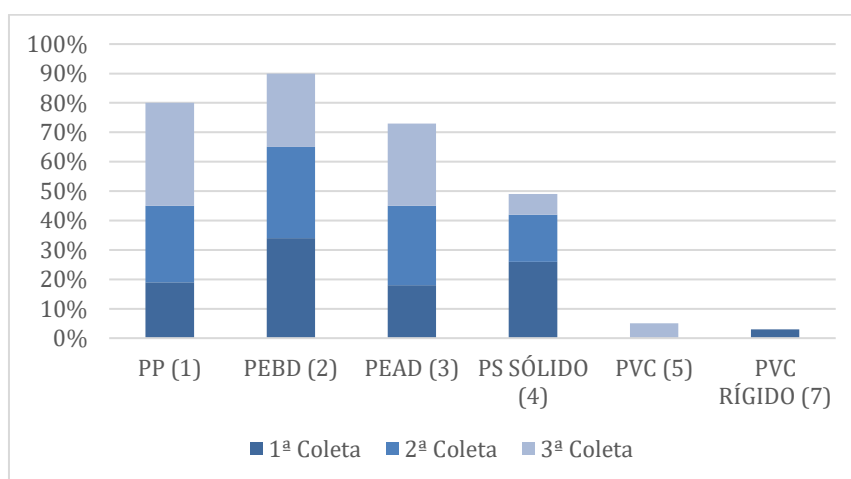
Dentre esses materiais foi encontrado um resíduo conhecido como biomídia (Figura 6 – círculo vermelho), pequena peça perfurada criada em 1980 na Noruega, fabricada de polietileno ou polietileno de alta densidade possuindo diâmetro de 16mm, utilizada como

suporte para biofilmes bacterianos no tratamento de águas residuais. Esse resíduo foi identificado anteriormente por Nagai *et al.*, 2024, onde os pesquisadores analisaram 14 praias de Pontal do Paraná, apontando o balneário de Pontal do Sul com a maior quantidade e concentração em 100 m lineares desse componente. No trabalho foi levantada a suspeita de que a origem das biomídias possa ter vindo de alguma estação de tratamento de águas residuais no interior do Complexo Estuarino de Paranaguá.

Na terceira coleta a maré estava em 0,5 m, tendo sido identificadas 20 unidades do polímero PP, 14 PEBD, 16 PEAD, 4 PS sólido e 3 PVC flexível.

A Figura 7 apresenta os totais em porcentagem, para as três coletas realizadas, dos tipos de macroplásticos encontrados e caracterizados.

Figura 7: Distribuição percentual dos tipos de polímeros encontrados nas três coletas.



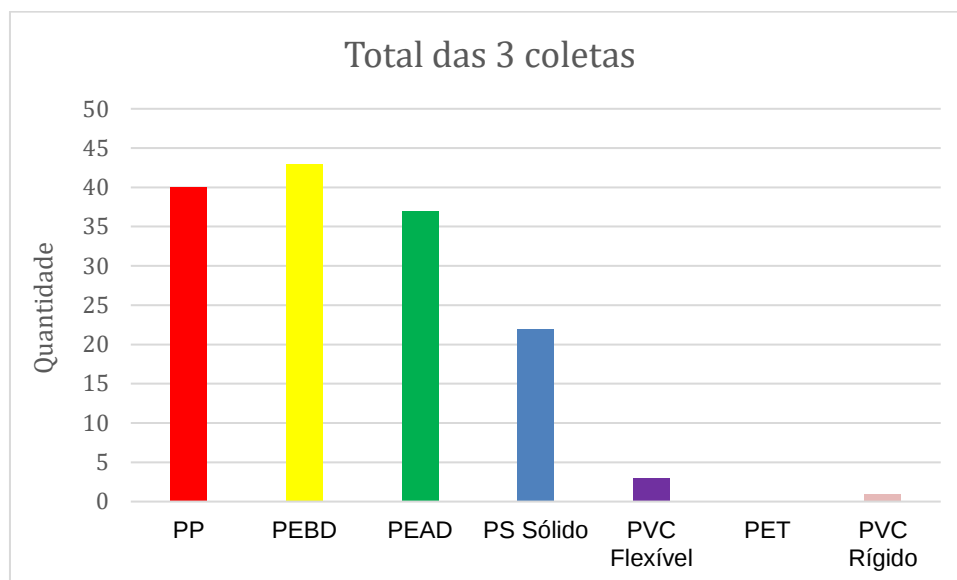
(Fonte: o autor, 2025)

Na Figura 8 pode-se observar que o polímero mais encontrado foi o PEBD, seguido do PP, PEAD, PS sólido, PVC flexível e em último PVC rígido.

Esses três polímeros estão presentes em embalagens, sacolas plásticas, tampas de garrafas, filmes para alimentos, recipientes de armazenamento, brinquedos, tubulações, entre outros itens de uso doméstico (FRANCHETTI; MARCONATO, 2003).

Conhecendo as aplicações desses polímeros, uma possibilidade para a maior presença destes nos resíduos encontrados nas coletas pode ser devido a sua grande utilização e alta presença em produtos do cotidiano. Sobretudo, tais polímeros por serem materiais de fácil manuseio e leves, bem como em sua maioria de uso único, como palitos de pirulito, embalagens de alimentos, canudos, copos, talheres e pratos descartáveis, podem acabar sendo descartados de forma incorreta e acabar chegando aos mares por meio de águas pluviais ou até mesmo pelo descarte no próprio ambiente, atingindo as areias da praia por meio do movimento das correntes oceânicas e das marés.

Figura 8: Quantidade de cada tipo dos polímeros encontrados nas 3 coletas.



(Fonte: o autor, 2024)

Verificou-se que a incidência de macroplásticos que possuem densidade de 0,900 a 1,05 g cm³ (PP, PEBD, PEAD, PS espuma e PS sólido) é maior que aos materiais de densidades maiores (PVC flexível, PVC rígido e PET), ou seja, considerando a densidade da água do mar, a 25 °C, como 1,02412 g/cm³ (CAMPOS, 2010, p. 21), pode-se observar que os materiais que chegam em maior quantidade até as areias pelas marés são os que conseguem flutuar e serem arrastados pelas correntes marítimas. Galgani *et al.* (2015) corroboram que polímeros com densidades menores do que a da água do mar flutuam e são direcionados até a costa.

Tal comportamento já foi observado em um estudo sobre poluição plástica em praias realizado por Monteiro *et al.* (2024), que ao fazer coleta em seis praias na zona costeira do litoral de Aracaju, estado do Sergipe, observou que os tipos de plásticos em maior quantidade coletados foram o PS e o PEAD, pontuando que isso se dá por serem compostos responsáveis na fabricação de itens que as pessoas consomem nas praias como canudos, copos e embalagens. Na pesquisa feita por Lins-Silva *et al.* (2021), destacou-se a grande incidência de PE e PP na praia de Tamandaré no estado de Pernambuco.

O presente trabalho e as pesquisas citadas anteriormente evidenciam que a predominância dos materiais encontrados na areia da praia são os que possuem densidade abaixo de 1,05 g/cm³, utilizados na produção de produtos usados por usuários na praia.

Os materiais que possuem densidade maior podem ter sido encontrados por diversos outros motivos, como o descarte incorreto na areia, no mar ou até mesmo pela água das chuvas.

O estudo de Gonçalves *et al.* (2021) a respeito da reciclagem no município de Pontal do Paraná, feito com 101 pessoas sendo classificados em várias categorias como faixa etária, profissão, formação e sexo dos atores sociais, nos mostra que a separação do lixo não é efetiva na cidade, onde desses entrevistados 46 são estudantes e 76% deles não segregam seus resíduos. Do artigo em relação a nível de escolaridade e a separação dos resíduos sólidos, 44,12% dos atores sociais que cursaram até ensino fundamental afirmaram que os separam; os que cursaram até ensino médio: 47,37% e dos que cursaram o Ensino Superior: 55,56%; e o que não tinha nenhuma formação escolar afirmou que não segrega seus resíduos.

Trazendo essa problemática em relação a falta de informação sobre resíduos na educação, destaca-se a educação ambiental (EA) como uma ferramenta de combate as práticas errôneas com o descarte do plástico, principalmente nos anos iniciais e finais da educação básica, visando a formação de um cidadão consciente para a sociedade (DIAS, 2004). As maneiras de abordagem da EA são inúmeras, porém, o objetivo do resultado deve ser para a formação de um indivíduo crítico e consciente (LOUREIRO, 2004).

Sendo assim, é preciso promover programas que tenham como objetivo a sustentabilidade e a preservação do ecossistema, através de uma abordagem educacional ampla e contextualizada (ROOS E BECKER, 2012), de maneira que abranja todas as disciplinas e em todo o contexto escolar, envolvendo a comunidade escolar, professores e alunos nas questões ambientais. Pois, a escola é um espaço de interação social e formação de valores por isso, ela tem um papel importante em educar para a sustentabilidade, contribuindo para os alunos terem uma perspectiva mais abrangente dos problemas ambientais e integrar mudanças no seu cotidiano.

Como principal maneira de incluir a EA é através do currículo, inserindo juntos com as outras disciplinas, a fim de englobar os conteúdos escolares com as questões ambientais. O uso de projetos de interdisciplinares também pode ser usado como ferramenta para trabalhar os problemas ambientais locais com a participação dos alunos (DIGIOVANI, 2022). Outro aspecto fundamental é a formação dos professores, com a implementação de cursos e/ou oficinas de formação continuada, que apresentem metodologias inovadoras e contextualizadas. O uso de tecnologias e podem auxiliar na elaboração de propostas sobre EA, facilitando a compreensão e a reflexão sobre sustentabilidade.

Dentro dessa vertente da EA, temas como a economia circular e os 5 R's² (repensar, recusar, reduzir, reutilizar e reciclar), são recursos importantes para abordar com os discentes, onde os 5 R's propiciam inúmeras formas didáticas para trabalhar, desde uma aula

² Os 5 R's fazem parte de um processo educativo que objetiva uma mudança de hábitos no cotidiano dos cidadãos; a questão-chave é levar o cidadão a repensar seus valores e práticas, reduzindo o consumo exagerado e o desperdício.

de campo até uma atividade com os polímeros em sala. Dentro da perspectiva dos 5R's, é possível relacionar a economia circular, onde ambas promovem a conscientização e uma visão mais clara do combate à poluição dos plásticos.

Entretanto a EA não necessita ocorrer somente no âmbito escolar, ela precisa acontecer no município, por meio de debates, visitas aos moradores, diálogos, programas efetivos de separação de lixo, maior quantidade de lixeiras nas praias em todas as estações, limpeza das praias, fiscalizações em casas – verificando se o lixo é separado corretamente, descarte de óleo de cozinha, a limpeza e de quintais evitando a proliferação de mosquitos, como a dengue – praias, terrenos abandonados e baldios. Todas essas alternativas somente se dão com políticas públicas que realmente olhem essas pautas ambientais com atenção e importância, a fim de promover a preservação da biodiversidade.

Como a cidade de Pontal do Paraná é turística, o número de pessoas aumenta significativamente nos períodos de férias, feriados e verão, mas as limpezas das praias devem ser feitas periodicamente, tanto para a reserva quanto para receber os turistas e deixar os moradores em um ambiente mais agradável e, sendo assim, nos períodos citados ocorra um crescimento na limpeza das praias, ação importante contra o descarte dos macroplásticos, mas também no anúncio sobre o descarte correto.

O enfrentamento das problemáticas associadas à produção, descarte, reuso, reciclagem e/ou destinação final de plásticos é uma questão de interesse global, sendo que recentemente no final de novembro e início de dezembro de 2024, o Comitê de Negociação Intergovernamental da ONU (Organização das Nações Unidas), tentou intermediar um tratado internacional sobre controle da poluição de plásticos global (CNN, 2024), com representantes de 175 países reunidos na cidade de Busan, Coreia do Sul. Todavia, as negociações não chegaram em um acordo final por divergências entre os países, como por exemplo, sobre a quantidade de lixo e a produção dos produtos plásticos (CNN, 2024). Tal notícia indica a urgência em se efetivamente enfrentar os problemas da poluição plástica, seja no âmbito global, mas também com as ações do poder público, das empresas implementando políticas de economia circular, da conjunção de ações de coletores e empresas de reciclagem/reaproveitamento de resíduos, e também das ações individuais e coletivas associadas à já discutida educação ambiental.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo possibilitou a identificação e caracterização de macro, micro e nanoplásticos na praia de Pontal do Sul, oferecendo informações para a compreensão da poluição marinha na região. A metodologia utilizada para classificação, baseada em soluções

de diferentes densidades, mostrou-se eficaz, permitindo a identificação dos materiais plásticos e suas respectivas classificações. Os principais tipos de plásticos encontrados foram plásticos de baixa densidade, como PEBD (polietileno de baixa densidade), PP (polipropileno) e PEAD (polietileno de alta densidade), que podem a princípio, devido à densidade da água do mar, serem carregados mais facilmente por correntes oceânicas e também pela mudança das marés.

Os resultados destacam a relevância de ações educativas e políticas públicas direcionadas ao gerenciamento de resíduos plásticos, além de fortalecer a necessidade de conscientização da população sobre os impactos ambientais do descarte inadequado. A educação ambiental surge como área do conhecimento essencial para transformar a relação da sociedade com os plásticos. Por meio dela, é possível criar mudanças de atitude, fomentar práticas mais sustentáveis e sensibilizar sobre a importância de reduzir, reutilizar e reciclar materiais plásticos. A inclusão de temas ambientais em currículos escolares e em campanhas públicas pode contribuir significativamente para a redução dos impactos da poluição e para o fortalecimento de uma cultura de conservação ambiental.

Pesquisas futuras poderão ampliar as áreas de coleta, bem como investigar os impactos ecológicos diretos da poluição e buscar propor estratégias específicas para minimizar a entrada de plásticos no ambiente marinho.

Por fim, este trabalho ampliou o conhecimento sobre a poluição por macroplásticos no litoral do Paraná, oferecido como base para iniciativas que visam reduzir seus efeitos, proteger os ecossistemas costeiros e promover uma maior conscientização ambiental por meio da educação.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, M. L. A. M. **Introdução à Biogeoquímica de Ambientes Aquáticos**. Campinas: Editora Átomo. 2010.

CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental crítica**: nomes e endereçamentos da educação ambiental. In: LAYRARGUES, P. P. (Org.). *Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: MMA, 2004. p. 13-24.

CNN. Negociações da ONU sobre tratado de plástico fracassam sem acordo sobre metas. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/negociacoes-da-onu-sobre-tratado-de-plastico-fracassam-sem-acordo-sobre-metas/>, acesso em 02 de dezembro de 2024.

COLE, M., LINDEQUE, P., HALSBAND, C., GALLOWAY, T. S. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 12, p. 2588-2597, 2011. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.09.025.

COLTRO, L.; GASPARINO, B. F.; QUEIROZ, G. DE C. Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta. **Polímeros**, v. 18, n. 2, p. 119-125, 2008.

COSTA, J. P., DUARTE, A. C., SANTOS, T. R. Plásticos no ambiente, **Recursos Hídricos**, n. 1, março, p. 11-18, 2019. Disponível em: <<https://aprh.pt/rh/pdf/v40n1.pdf#page=11>>. Acesso em: 08 nov. 2024.

DAWSON, A. L., KAWAGUCHI, S., KING, C. K., TOWNSEND, K. A., KING, R., HUSTON, W. M., NASH, S. M. B. **Turning microplastics into nanoplastics through digestive fragmentation by Antarctic krill**. *Nature Communications*, v. 9, n. 1, p. 1001, 2018. DOI: 10.1038/s41467-018-03465-9.

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

DIAS, G. F. **Educação ambiental**: princípios e práticas. 14. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

DIGIOVANI, Juliane Knopik. *Formação continuada em educação ambiental: propostas didáticas desenvolvidas no contexto de um curso remoto em tempos de COVID-19*. 2022. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **UMA ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL**: Uma abordagem exploratória inicial. 2017. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf>. Acesso em: 15 out. 2024.

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

FRANCHETTI, S. M. M., MARCONATO, J. C. A importância das propriedades físicas dos polímeros na reciclagem. **Química Nova na Escola**. n. 18, novembro, p. 42-45, 2003.

FREINKEL, S. **Plastic**: a toxic love story. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2011.

GALGANI F., HANKE G, MAES T. Distribuição global, composição e abundância de lixo marinho. In: Bergmann M, Gutow L, Klages M, editores. **Lixo antropogênico marinho**. Cham (DE): Springer; 2015. p. 29-56. DOI: 10.1007/978-3-319-16510-3_2

GARCÍA, S. Referencias históricas y evolución de los plásticos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, v 10, n. 1, janeiro, p. 71-80, 2009.

GIGAULT, J., HADRI, H. E., NGUYEN, B., GRASSL, B., ROWENCZYK, L., TUFENKJI, N., FENG, S., WIESNER, M. Nanoplastics are neither microplastics nor engineered nanoparticles. **Nature Nanotechnology**, v. 16, n. 5, p. 501–507, 2021. DOI: 10.1038/s41565-021-00886-4.

GIGAULT, J., HALLE, A. T., BAUDRIMONT, M., PASCAL, P. Y., GAUFFRE, F., Phi, T.-L., HADRI, H. E., GRASSL, B., REYNAUD, S. Current opinion: What is a nanoplastic? **Environmental Pollution**, v. 235, p. 1030–1034, 2018. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.01.024

GONÇALVES, C. J. M., MARTINEZ, I. B., MAICHAK, P. G., SANTOS, P. R. A., TELES, S. P., SILVA, C. Resíduos sólidos urbanos: a percepção ambiental dos moradores de Pontal do Paraná - PR. **Divers@!**, Matinhos, v. 14, n. 1, p. 92-99, jan./jun. 2021. DOI: 10.5380/diver.v14i1.77268

GOOGLE, Google Maps [mapa interativo]. 2025. Disponível em https://maps.app.goo.gl/pb66uvfsHAHHEfXS8?q_st=aw.com.br. Acesso em 24 de out 2024.

GORNI, A, A. **A evolução dos materiais poliméricos ao longo do tempo**, 2003. Disponível em: https://www.gorni.eng.br/hist_pol.html. Acesso em: 18 set 2024.

HATJE, V.; COSTA, M. F.; CUNHA, L. C.. Oceanografia e Química: unindo conhecimentos em prol dos oceanos e da sociedade. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 10, p. 1497-1508, 2013.

JAMBECK J. R.; GEYER R.; Wilcox C.; Siegler, T. R.; Perryman, M.; Andrady, A.; Narayan, R.; Law, K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, p. 768–771, feb. 2015.

KARLSSON TM, ARNEBORG L, BROSTROM G, ALMROTH BC, GIPPERTH L, HASSELLOV M. The unaccountability case of plastic pellet pollution. **Marine Pollution Bulletin**, v. 129, n. 1, p. 52-60, 2018.

KERSHAW, P. J., TURRA, A., GALGANI, F. **Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean**. Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP). p.130, 2019.

LINS-SILVA, N, MARCOLIN CR, KESSLER F, SCHWAMBORN R. A fresh look at microplastics and other particles in the tropical coastal ecosystems of Tamandaré, Brazil. **Marine Environmental Research**, v. 169, p. 105327, 2021. DOI: 10.1016/j.marenvres.2021.105327.

LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental crítica**: bases epistemológicas e pressupostos político-pedagógicos. São Paulo: Cortez, 2004.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 233–250, maio/ago. 2005.

MANO, E. B., **Introdução a Polímeros**, Rio de Janeiro, ed. 2, nov. 1998.

MARCZAK, R. J. (2004). Polímeros como materiais de engenharia. Porto Alegre. UFRGS.

MATAREZI, J. **Estruturas e espaços educadores**: quando as estruturas e os espaços se tornam educadores. In: FERRARO JÚNIOR, L. A. (Org.). **Encontros e caminhos**: formação de educadoras/es ambientais e coletivos educadores. Brasília: MMA, 2005. p. 161-173.

MEC, **Política Nacional de Educação Ambiental é atualizada**. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2024/julho/politica-nacional-de-educacao-ambiental-e-atualizada>. Acesso em: 07 out. 2024.

MERRELL, T.R. Accumulation of plastic litter on beaches of Amchitka Island, Alaska. **Marine Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 171-184, 1980.

MOLETTA, G. **Reciclagem e resíduos urbanos em arquitetura e design**. Relatório de PIBIC da UFPR, 2017. Disponível em: https://grupothac.weebly.com/uploads/6/8/3/8/6838251/ufpr2017_relfinal_gabriela.pdf. Acesso em: 13 nov. 2024.

MONDADORI, J. M. **Incidência e caracterização de microplásticos em areia de praias no litoral no Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Ciências Exatas) - Universidade Federal do Paraná. Orientador: Guilherme Sippel Machado. 2024.

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

MONTEIRO, A. M. D.; DE CASTRO, F. J. S.; MARQUES, M. N. Estudo da poluição plástica em praias da cidade de Aracaju, SE, Brasil. **Scientia plena**, v. 20, n. 8, 2024.

NAGAI, R. H.; MESQUITA, Y. W.; ALVARENGA, A.; MASSIGNANI, C. C. V. N.; NASCIMENTO, A. B. T. First report of plastic biomedica contamination in Brazilian beaches – evidence from the Paraná coast. **Ocean and Coastal Research**, v. 72, supl. 1, e24025, 2024. DOI: 10.1590/2675-2824072.23134.

NASCIMENTO, G. D., PEREIRA, A., BRITO, G. R. R., KOLESNIKOVAS, C. K. M., SERAFINI, P. P. Prevalência e Tipos de Plásticos em Albatrozes e Petréis (Aves: Procellariiformes): Recorte Espacial da Costa Sudeste e Sul do Brasil, de 2015 a 2019. **Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, v. 12, n. 1, p. 15-24, 2022.

NETO, J. A. B.; FONSECA, E. M. Variação sazonal, espacial e composicional de lixo ao longo das praias da margem oriental da Baía de Guanabara (Rio de Janeiro) no período de 1999-2008. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 1, pág. 31-39, 2011.

NOAA, **Um guia para o plástico no oceano. É um problema, mas é um problema sobre o qual podemos fazer algo**. Disponível em: <https://oceanservice.noaa.gov/hazards/marinedebris/plastics-in-the-ocean.html>. Acesso em: 25 out. 2024.

PARENTE, R. A., **Elementos estruturais de plástico reciclado**. 17 mar. 2006. Disponível em: http://sistemas.set.eesc.usp.br/static/media/producao/2006ME_RicardoAlvesParente.ppt. Acesso em: 09 nov. 2024.

PIATTI, T. M., RODRIGUES, R. A. F., **Série: Conversando Sobre Ciências Em Alagoas, Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**, 2005. Disponível em: https://usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf. Acesso em: 08 nov. 2024.

POMPÊO, Marcelo; RANI-BORGES, Barbara; PAIVA, Teresa Cristina Brasil de (orgs.). *Microplásticos nos ecossistemas; impactos e soluções*. São Paulo; Instituto de Biociência, Universidade de São Paulo, 2022. 216 p. Disponível em https://ecologia.ib.usp.br/portal/microplastico/livro_todo.pdf. Acesso em 05 de maio de 2025.

PONTAL DO PARANÁ. **Parques e Reservas Naturais**. 2023. Disponível em: <http://www.pontaldoparana.com.br/parques>. Acesso em 05 de maio de 2025.

UNIPLASTICO, Simbologia dos polímeros. Disponível em <https://uniplastico.wordpress.com/2020/05/28/simbologia-dos-polimeros/>. Acesso em 15 de maio de 2025.

RAGUSA, A., SVELATO, A., SANTACROCE, C., CATALANO, P., NOTARSTEFANO, V., CARNEVALI, O., PAPA, F., RONGIOLETTI, M. C. A., BAIOTTO, F., DRAGHI, S., D'AMORE, E., RINALDO, D., MATTA, M., GIORGINI, E. **Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta**. *Environment International* v. 146, p. 106274, 2021. DOI: 10.1016/j.envint.2020.106274.

RODRIGUES, F. M. **Síntese e caracterização térmica de biopolímeros produzidos a partir de fontes naturais de amido**. FATEC – Campinas. 2019. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/9401>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SOBRAL, P., FRIAS, J., MARTINS, J. Microplásticos nos oceanos: um problema sem fim à vista, n 3, p 12-21, 2011.

TRASHIN. **Decomposição do plástico:** importância de reciclar o material. 2022. Disponível em: <https://trashin.com.br/decomposicao-do-plastico/#:~:text=A%20estimativa%20mais%20comum%20aponta>. Acesso em 05 ago. 2024.

UNEP, Disponível em: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/44777/UNEP_Annual_Report_2023.pdf?sequence=19. Acesso em: 25 out. 2024.

UNEP, Disponível em: <<https://www.unep.org/cep/news/blogpost/un-roadmap-outlines-solutions-cut-global-plastic-pollution>>. Acesso em: 10 nov. 2024.

UNESCO, Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252197>. Acesso em: 25 out. 2024.

VAN FRANEKER, J. A.; LAW, K. L. Seabirds, gyres and global trends in plastic pollution. **Environmental Pollution**, v. 203, p. 89-96, ago. 2015. DOI: 10.1016/j.envpol.2015.02.034