



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

*Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciatura em
Química Marinha*

**Contribuição de Resíduos Sólidos Urbanos na Qualidade Ambiental do Estuário
dos Bons Sinas, Província da Zambézia**

Autor:

Abílio Júlio Nahia



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

*Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciatura em
Química Marinha*

Contribuição de Resíduos Sólidos Urbanos na Qualidade Ambiental do Estuário dos Bons Sinas, Província da Zambézia

Autor:

Abílio Júlio Nahia

(Abílio Júlio Nahia)

Presidente de Juri:

Paula Milice

(Licenciada Paula Milice)

Supervisor:

Bonifácio C. Manuessa

(Mestre Bonifácio Carlitos Manuessa)

Avaliadora:

Vanádia Massingue

(Licenciada Vanádia Massingue)

Quelimane, Novembro de 2025

Declaração sob compromisso de honra

Eu, **Abílio Júlio Nahia**, Filho de Júlio Nahia e Jovelinda Botão declaro por minha Honra que o presente trabalho foi inteiramente produzido e realizado com base no material referido ao longo do mesmo e as ideias originais nelas contidas, são da inteira responsabilidade do autor.

Quelimane, Novembro de 2025

Autor:

(Abílio Júlio Nahia)

Dedicatória

Este trabalho é dedicado:

Ao meu avô, Botão Domingos (em memória), aos meus pais, Júlio Nahia e Jovelinda Botão, a minha parceira, Zena João Saíde e os meus irmãos.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a DEUS por ter concedido a saúde, proteção e ânimo para prosseguir com meus estudos.

Estendo minha gratidão aos meus pais, Júlio Nahia e Jovelinda Botão, cujos ensinamentos foram fundamentais para a formação do meu caráter.

Agradeço, com profundo respeito e gratidão, ao meu supervisor, Mestre Bonifácio Carlitos Manuessa, pela acolhida carinhosa, orientação, paciência, compreensão, amizade, encorajamento e apoio incondicional. Por tudo o que fez para a conclusão deste trabalho, apresento meu sinceríssimo agradecimento.

Meu reconhecimento também vai para o corpo docente e todos os funcionários da UEM - Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, pelo conhecimento compartilhado, pelo acompanhamento e pelo convívio ao longo desta jornada. Sem a colaboração de vocês, esta conquista não teria sido possível.

Aos meus amigos que foram essenciais durante este trabalho, expresso meu profundo agradecimento. Em especial, Sualehe Ceia Andarusse, Nelson João Victorino, Brujane Benjamim Evaristo e Palaciano Fabião, que me apoiaram na coleta de dados. Agradeço particularmente ao Sualehe Ceia Andarusse pela motivação, explicações e ajuda na revisão. A vocês, meus amigos, meu muito obrigado.

Sou grato à minha família, especialmente aos meus irmãos: Betânia Júlio Nahia, Domingas Júlio Nahia, Jaunísio Júlio Nahia, João Júlio Nahia, Delcia Júlio Nahia, Gilda Júlio Nahia, Cleide Júlio Nahia e Elisete Júlio Nahia, assim como aos meus sobrinhos: Taylor, Rizana, Maiquel (em memória) e Dilma.

Agradeço à minha parceira, Zena João Saída, pela atenção, motivação e dedicação durante toda a minha formação. Muito obrigado.

Deixo minha sincera gratidão aos colegas, amigos e famílias que, mesmo não mencionados aqui, contribuíram de alguma forma para a concretização deste trabalho. A todos vocês, meu muito obrigado!

Resumo

O presente estudo teve com objectivo principal de avaliar a contribuição dos resíduos sólidos urbanos, com potencial impacto na qualidade ambiental e ecológica do estuário dos Bons Sinais. A coleta dos dados foi feita em três pontos distintos ao longo da Marginal, que dá acesso ao estuário dos Bons sinais, durante os meses de Junho e Julho de 2024, em diferentes fases da maré. Para além da identificação, os resíduos sólidos foram agrupados de acordo com a sua natureza e tipicidade. Foi feito o levantamento das principais fontes de entrada e analisados os prováveis impactos ambientais de cada tipo de resíduos sólidos. Os principais grupos de resíduos sólidos identificados em percentagem no mês de junho foram: plásticos (60.73%), matéria orgânica (15.94%), poros (9.96%), borrachas (0.35%), vidros (3.40%), metais (4.57%), papel (3.63%) e vestígios (1.41%). E, no mês de julho foram plásticos (64.70%), matéria orgânica (14.29%), poros (9.83%), borrachas (0.41%), vidros (2.48%), metais (3.31%), papel (4.35%) e vestígios (0.62%). De acordo com a contribuição relativa de cada grupo de resíduos sólidos, os resultados indicaram que o plástico nas suas diferentes formas tem sido a categoria mais dominante entre os resíduos sólidos observados, representando assim, um grande risco ambiental, que ameaça a biodiversidade e a saúde do ecossistema estuarino. Enquanto não se adoptar um modelo de gestão de resíduos sólidos urbano eficaz e que retarda a chegada deliberada desses materiais nas margens do Estuário, torna-se inevitável o surgimento de impactos ambientais daqui a médio e longo prazo. Dessa forma, há necessidade que os diferentes atores, governo Provincial, Governo Autárquico, sector do turismo, ONGs e a sociedade civil em geral, passem por um processo de engajamento, que permita a criação e implementação de estratégias de gestão integrada de resíduos, com vista a minimizar riscos ecológicos irreversíveis no Estuário dos Bons Sinais.

Palavras-chave: *Resíduos Sólidos; Impactos Ecológicos, Estuário Dos Bons Sinais; Poluição Marinha; Qualidade Ecológica.*

Abstract

This study's main objective was to assess the contribution of urban solid waste, with potential impacts on the environmental and ecological quality of the Bons Sinais Estuary. Data collection was carried out at three distinct points along the Marginal, which provides access to the Bons Sinais Estuary, during the months of June and July 2024, at different tidal phases. In addition to identifying the waste, solid residues were grouped according to their nature and typology. An inventory of the main sources of entry was conducted, and the probable environmental impacts of each type of waste were analysed. The main groups of solid waste identified in percentage terms in June were: plastics (60.73%), organic matter (15.94%), porous materials (9.96%), rubbers (0.35%), glass (3.40%), metals (4.57%), paper (3.63%), and residues (1.41%). In July, the figures were: plastics (64.70%), organic matter (14.29%), porous materials (9.83%), rubbers (0.41%), glass (2.48%), metals (3.31%), paper (4.35%), and residues (0.62%). According to the relative contribution of each waste group, the results indicated that plastics, in its various forms, remains the most dominant category among the observed waste, posing a significant environmental risk that threatens the biodiversity and health of the estuarine ecosystem. Until an effective urban solid waste management model is adopted one that deliberately delays the arrival of such materials on the estuarine banks it will be inevitable that environmental impacts will emerge in the medium and long term. Therefore, there is a need for the different stakeholders Provincial Government, Local Government, the tourism sector, NGOs, and civil society in general to engage in a process that facilitates the creation and implementation of integrated waste management strategies. The aim is to minimise irreversible ecological risks to the Bons Sinais Estuary.

Keywords: *Solid Waste; Ecological Impacts; Bons Sinais Estuary; Marine Pollution; Ecological Quality.*

Lista de Siglas e Abreviaturas

DBO	Demanda Biológica de Oxigénio
EBS	Estuário de Bons Sinais
INE	Instituto Nacional de Estatística
MaIM [A]	Maior Interação da Maré no ponto [A]
MaIM [B]	Maior Interação da Maré no ponto [B]
MeIM	Menor Interação da Maré
MO	Matéria Orgânica
ONGs	Organizações não Governamentais
PAHs	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos
RS	Resíduos Sólidos

Lista de figuras

Figura 1: Localizações geográficas da área de estudo e pontos de amostragem. Fonte: adaptado pelo autor.....	11
Figura 2: imagem A mostra a limpeza realizada um mês antes da coleta de dados, enquanto a imagem B ilustra o momento da coleta de dados. Fonte: Autor (2024).....	13
Figura 3: a imagem A ilustra o momento do despejo dos RS para secagem, enquanto a imagem B mostra os RS durante o processo de secagem. Fonte: Autor (2024).....	14
Figura 4: as imagens A e B ilustram memento dos RS de acordo com suas características (classificação); a imagem C representa o momento de pesagem dos RS. Fonte: Autor (2024).	15
Figura 5: Quantidade de resíduos sólidos por categoria nos três (3) pontos de amostragem no estuário dos bons sinais do mês de Junho. Fonte: Autor (2024).	18
Figura 6: Quantidade de resíduos sólidos por categoria nos três (3) pontos de amostragem no estuário dos bons sinais do mês de Julho. Fonte: Autor (2024).	19
Figura 7: Quantidade de resíduos sólidos por peso (Kg) em cada categoria nos três (3) pontos de amostragem no estuário dos bons sinais do mês de Junho. Fonte: Autor (2024).....	20
Figura 8: Quantidade de resíduos sólidos por peso (Kg) em cada categoria nos três (3) pontos de amostragem no estuário dos bons sinais do mês de Julho. Fonte: Autor (2024).	21
Figura 9: Ilustração de quantidade de RS em percentagem nos pontos amostrais no mês de Junho: Ponto de amostragem com maior interação de maré MaIM [A]; Ponto de amostragem com menor interação de maré MeIM; Ponto de amostragem com maior interação de maré MaIM [B]. Fonte: Autor (2024).....	22
Figura 10: Ilustração de quantidade de RS em percentagem nos pontos amostrais no mês de Julho: Ponto de amostragem com maior interação de maré MaIM [A]; Ponto de amostragem com menor interação de maré MeIM; Ponto de amostragem com maior interação de maré MaIM [B]. Fonte: Autor (2024).....	24
Figura 11 : Índice de Poluição de RS no EBS nos meses de Junho e Julho em todos pontos de Amostragens MaIM [A], MeIM e MaIM [B].	25
Figura 12: Representação visual do local de coleta de dados antes da limpeza; imagem A refere-se ao ponto MaIM [B], imagem B corresponde ao ponto MaIM [A] e imagem C refere-se ao ponto MeIM. Fonte: Autor (2024).....	37

Figura 13: Locais de coleta após a limpeza realizada um mês antes da coleta de dados. As imagens A e B mostram os pontos de coleta já limpos, enquanto a imagem C registara o momento da limpeza no local, realizada um mês antes da retirada das amostras. **Fonte:** Autor (2024).....38

Figura 14: Registro do momento de coleta de dados e do processo de transporte. Imagens A e B mostram o momento da coleta de dados nos pontos de amostragem e imagens C e D retratam o processo de transporte dos RS coletados para análise. **Fonte:** Autor (2024)39

Figura 15: Etapas do processamento das amostras coletadas; imagens A e B representam o processo de secagem das amostras, imagem C mostra o processo de separação e contagem dos RS e imagens D, E e F ilustram o momento de pesagem das amostras para análise. **Fonte:** Autor (2024).
.....40

Lista de tabelas

Tabela 1: Material usado na coleta de dados.	11
Tabela 2: Níveis de poluição de ambiente, segundo a quantidade dos itens encontrado em cada local de coleta de amostra, esse critério foi proposto por (Araujo & Costa, 2007).	14
Tabela 3: Ilustra Distribuição de resíduos sólidos.	17

Índice

CAPÍTULO I: Introdução e Objetivos	1
1.1. Introdução	1
1.2. Problema	2
1.3. Justificativa	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Geral	4
1.4.2. Específicos	4
CAPÍTULO II: Revisão da Literatura	5
2.1 Poluição Marinha	5
2.2 Definição de Resíduos Sólidos	5
2.2.1. Resíduos sólidos no ambiente costeiro e estuarina	6
2.3. Ecossistema	8
2.4. Estuarino	8
2.5. Sistema de Recolha de Resíduos Sólidos em Moçambique	8
4.6. Gestão de Resíduos sólidos urbanos	9
4.7. Gestão de Resíduos Sólidos em Moçambique	9
CAPÍTULO III: Metodologia	11
3.1. Área de estudo	11
3.2. Material	11
3.3. Amostragem em campo	12
3.4. Coleta de Dados	13
3.5. Processamento e triagem das amostras	13
3.6. Análise de dados	14
CAPÍTULO IV: Resultados	17
4.1. Levantamento e distribuição dos resíduos sólidos	17
4.2. Quantidade de resíduos sólidos categorizados	17
4.3. Quantidades de resíduos sólidos por peso (kg) em cada categoria	19

4.4. Percentual de resíduos sólidos	21
4.5. Índice de poluição.....	24
CAPÍTULO V: Discussão	26
CAPÍTULO VI: Conclusão e Recomendações	30
6.1. Conclusão	30
6.2. Recomendações	31
Referências bibliográficas	32
Anexos.....	37

CAPÍTULO I: Introdução e Objetivos

1.1.Introdução

A poluição marinha compreende a entrada em um sistema marinho, de qualquer forma de energia ou substância, definido como xenobiótico, que possa ser capaz de acarretar danos severos e/ou crônicos aos recursos vivos, assim como enfermidades à saúde humana e dificuldades às atividades marítimas de pesca e lazer, ocasionando diminuição na qualidade de vida dos indivíduos afetados (Maurat, Moraes, & Marques, 2002).

Dentre os principais tipos de poluição marinha, as causadas por resíduos sólidos têm recebido bastante atenção. Esses resíduos encontram-se nos estados sólido e semi-sólido, resultando de várias atividades como as de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, dentre outras (ABNT, 1987). A preocupação com esses resíduos surge no instante em que se toma conhecimento de que essa poluição causa danos não apenas à beleza cênica dos ecossistemas, mas é responsável por gerar impactos mais profundas nos ecossistemas marinhos e estuarinos (WHO, 2007).

Os resíduos sólidos são definidos como “material, substância, objeto ou bem, descartado resultante de atividades humanas em sociedade”, de acordo com o Regulamento Sobre a Gestão de Resíduos Sólidos Urbano (*Decreto n.º 94/2014 de 31 de Dezembro, 2014*). O crescimento populacional gera em parte uma elevada produção de bens de consumo, que por sua vez propicia o aumento na produção de resíduos sólidos. Tais materiais podem ser deliberadamente descartados, acidentalmente perdidos, ou serem levados indiretamente para o mar através dos rios, esgotos, drenagem pluvial e vento (Coe & Rogers, 1997).

Para (Goldberg, 1995; Farrapeira, 2011) além do aumento descontrolado da população, o principal fator que leva a poluição das zonas costeiras, marinhas e estuarinas tem sido em grande parte, os fracos modelos de gestão de resíduos concebidos e a fraca educação ambiental da sociedade em geral, o que demanda mais recursos energéticos e de materiais, bem como a produção e consequente despejo de resíduos sólidos de forma inadequada no ambiente natural.

A ineficiência ou fraca capacidade de recolha dos resíduos sólidos nos centros urbanos, tem favorecido o transporte desses materiais para os oceanos, através dos aportes fluviais (transporte pelos rios), esgotos municipais e drenagens, no qual são refletidos e espelhados em concentrações de lixo de origem doméstica ou industrial encontrados em ambientes costeiros (Farrapeira, 2011).

A urbanização desorganizada e a ocupação irregular em torno de lagos, rios, estuários e oceanos tornam essas áreas cada vez mais vulneráveis, aumentando os riscos de contaminação e poluição de seus corpos hídricos. A presença da população urbana na sua maioria desinformada em

matéria de salubridade, contribui significativamente para a poluição ambiental, constituindo dessa forma uma grande ameaça a integridade dos ecossistemas aquáticos e marinho (Williamson et al., 2008).

Assim, à medida que as cidades se expandem, ocorrem riscos do aumento da produção de sedimentos devido às alterações ambientais e o acúmulo de resíduos sólidos, onde quando descartados inadequadamente nas margens e no leito dos corpos hídricos, agravam ainda mais a situação. Assim, RS se tornam um problema sanitário de grande importância, especialmente quando não recebem os devidos cuidados. Segundo Moraes e Dias (2018), é fundamental que os resíduos sejam corretamente destinados e dispostos em locais ambientalmente adequados.

Não obstante, a cidade de Quelimane, sendo a capital da Província encontra-se numa das margens ao longo do Estuário dos Bons Sinais, onde a sua população tem vindo a crescer na ordem 6,5% de 2007 para 2017. De acordo com o último censo, atualmente o tamanho da população é estimado em cerca de 347.907 habitantes (INE, 2017).

Uma vez que a gestão de resíduos sólidos ao nível do Município é precária, uma boa parte desses resíduos são arrastados naturalmente por ventos, água das chuvas e pela ação antropogénica por intermédio do comportamento humano inadequado, para as margens do estuário, de onde na maré enchente são transportados para o oceano.

Nesta perspetiva, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a contribuição dos resíduos sólidos urbanos produzidos na cidade de Quelimane na qualidade ambiental do Estuário dos Bons Sinais.

1.2.Problema

Em Moçambique a maioria das principais cidades capitais entre as 11 províncias, estão localizadas na costa, estabelecendo um contacto permanente com a orla marítima. A falta de meios e de modelos de gestão de resíduos sólidos eficientes é notável, fazendo com que as regiões costeiras e estuarinas estejam a sofrer alta degradação por contaminação pontual e não pontual.

Segundo o relatório de avaliação anual do desempenho do município da cidade de Quelimane de 2020, cerca de 96,2 toneladas de lixo é produzido diariamente dentro do município, e que a capacidade dos serviços de salubridade cobre apenas 40% deste total. Não havendo um plano operacional eficiente de gestão de resíduos sólidos, percebe-se que cerca de 60% dos resíduos sólidos não são recolhidos e encontram-se espalhados em maior percentagem por vários agentes naturais como ventos e descargas fluviais e humanos. Contudo, esses agentes transportam materiais

até a costa e no ambiente marinho, gerando uma preocupação enorme para a comunidade científica, o governo e a sociedade em geral.

O fraco acompanhamento ou monitoramento dos resíduos sólidos, constitui um grande risco não só ao ambiente marinho e costeiro, como também pode causar um problema de saúde pública, muitas vezes negligenciado.

Portanto, com base nos pressupostos acima surge a seguinte pergunta de pesquisa: *até que ponto, a má gestão dos resíduos sólidos urbanos, estão a comprometer a qualidade ambiental ou ecológica do estuário dos bons sinais?*

1.3. Justificativa

Uma das razões que levou a realização deste estudo, é a falta de trabalhos de pesquisa devidamente documentados, que visam chamar atenção, tanto as entidades responsáveis pela salubridade municipal, e a sociedade em geral, sobre tudo, no que diz respeito a necessidade de uma gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos.

Aspetos de contaminação do ambiente por resíduos sólidos, é resultado da combinação entre a má concepção dos modelos de gestão de resíduos sólidos urbanos, com a fraca capacidade dos serviços de salubridade em cobrir 100% das atividades de remoção e manuseamento do lixo doméstico. Assim, a contaminação por tais resíduos sólidos pode ocorrer de forma silenciosa e muitas vezes negligenciados pelas autoridades competentes, e a intervenção só acontece quando o problema atinge proporções ou estágios irreversíveis.

A relevância ambiental do tema "*Contribuição de Resíduos Sólidos Urbanos na Qualidade Ambiental do Estuário dos Bons Sinais*" reside na importância de compreender como o descarte inadequado de resíduos sólidos pode afetar ecossistemas frágeis e sensíveis, como os estuários. Segundo Silva *et al.* (2020), os resíduos sólidos urbanos representam uma fonte significativa de poluição difusa em áreas costeiras, levando ao acúmulo de materiais plásticos, metais pesados e matéria orgânica que podem alterar a composição química da água, prejudicando a biodiversidade e os processos ecológicos locais.

Além disso, o acúmulo de resíduos no estuário compromete os serviços ambientais oferecidos por esse ecossistema, incluindo a filtragem de água, a proteção contra inundações e a manutenção de habitats para espécies nativas. Por outro lado, a gestão inadequada desses resíduos também aumenta a carga de poluentes nos corpos d'água, contribuindo para a eutrofização, a proliferação de algas nocivas e a degradação da qualidade da água (Souza & Lima, 2019).

Essas modificações podem afetar diretamente a saúde das comunidades humanas que dependem do estuário para atividades de pesca, lazer e abastecimento de água. Assim, compreender a contribuição dos resíduos sólidos urbanos para os impactos ambientais no Estuário dos Bons Sinais é fundamental para desenvolver estratégias eficazes de manejo, redução de resíduos e educação ambiental, visando a preservação desse ecossistema e a sustentabilidade das atividades humanas que nele ocorrem (Pereira *et al.*, 2021).

Por esta razão, como academia, foi proposto o presente estudo preliminar, que faz um levantamento sobre os tipos de resíduos e a contribuição de cada tipo no total de resíduos sólidos que são produzidos ao nível do Município de Quelimane. Desta forma, os resultados desta pesquisa, vão ajudar a reforçar a formulação de políticas públicas capazes de influenciar uma gestão sustentável de resíduos sólidos no município de Quelimane.

1.4. Objetivos

1.4.1. Geral

Avaliar a contribuição dos resíduos sólidos urbanos produzidos na cidade de Quelimane na qualidade ambiental do Estuário dos Bons Sinais, Província da Zambézia.

1.4.2. Específicos

- Identificar os principais resíduos sólidos presentes ao longo do Estuários dos Bons Sinais;
- Caracterizar resíduos sólidos presentes ao longo do Estuários dos Bons Sinais;
- Determinar a abundância de cada tipo de resíduo sólido presente ao longo do Estuário dos Bons Sinais.

CAPÍTULO II: Revisão da Literatura

2.1 Poluição Marinha

Define-se a poluição marinha como sendo, a introdução de substâncias ou energia do meio marinho e estuarino de forma direta ou indiretamente pelo homem que possa vir provocar efeitos nocivos ou crônicos ao ecossistema, tais como danos aos recursos vivos e a vida marinha (CNUDM, 1985; Cunha, 2017). A poluição, além de acarretar riscos a saúde humana, compromete as atividades marinhas, incluindo a pesca e alteração da qualidade da água do mar, no que se refere à sua utilização e deterioração dos locais de recreio (Machado, 2017).

Portanto, segundo Machado (2017), poluição tem um conceito mais amplo do que contaminação do ambiente aquático, que é a alteração de sua qualidade, causada diretamente pela adição de uma determinada substância, provocando mudanças em sua composição normal, bem como na estrutura e no funcionamento das comunidades que nele vivem. Os impactos da poluição variam em tempo (agudo e crônico), intensidade e lugar (fontes pontuais, difusas e globais).

De acordo com o rol da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), a poluição marinha de origem terrestre, provocada por navios, por alijamento e pelas atividades do fundo marinhos e seu substrato são apontados como as principais fontes de poluição marinha. Assim, devido a natureza do presente trabalho vai abordar-se de maneira aprofundada a poluição marinha de origem terrestre, pois estima-se que as fontes terrestres sejam responsáveis por, aproximadamente, 80% da poluição marinha (Cunha, 2017).

A maior parte da poluição nos oceanos não decorre das atividades marítimas, mas, sim, das atividades antropogênicas ligadas aos grandes centros urbanos, indústrias, áreas portuárias e zonas agrícolas. As atividades terrestres são fontes de uma variedade de poluentes que impactam negativamente os ecossistemas costeiros, marinhos e estuarinos (Barcelos, 2016).

Dentre estes poluentes, os que representam um elevado grau de ameaça são os metais pesados, poluentes orgânicos persistentes, patogênicos, substâncias radioativas, hidrocarbonetos, petroquímicos, plásticos e outras formas de resíduos sólidos, calor e até ruídos (Cunha, 2017). Eles chegam aos mares e oceanos por meio de rios, canais ou outros cursos de água, chuvas, ação do vento, esgotos e descargas industriais.

2.2 Definição de Resíduos Sólidos

A definição para resíduos sólidos ou mais comumente chamados “lixo” é designado como sendo qualquer material considerado inútil, supérfluo, sem valor, gerado pela atividade humana o qual precisa ser descartado. Chama-se de lixo tudo aquilo que não serve mais e deve ser jogado

fora, ou seja, para os dicionários como é o caso de a palavra lixo é definida como: aquilo que se varre da casa e se joga fora; entulho; sujeidade; sujeira; imundície; coisas inúteis, imprestáveis, velhas; qualquer material produzido pelo homem que perde a utilidade e é descartado (Mota *et al.*, 2009).

O conceito de lixo ou resíduo sólido tem essa concepção entendida pelo homem, mas para a natureza não existe lixo e sim processos naturais inertes. Muitos desses resíduos podem ser reaproveitados através de processos como reciclagem e reuso.

Os resíduos sólidos mais precisamente denominados de lixo correspondem a todo material proveniente das atividades diárias do homem em sociedade. Estes são encontrados no estado sólidos. Os resíduos podem ser descartados, aqueles que são completamente imprestáveis para seu reaproveitamento ou podem ser reutilizados mediante uma série de processamentos físicos e/ou químicos para a fabricação de novos produtos (Mota *et al.*, 2009).

O descarte dos resíduos tem-se tornado um problema mundial quanto ao prejuízo e poluição do meio ambiente, caso estes sejam descartados sem nenhum tratamento, onde se pode afetar tanto o solo, a água e/ou o ar. A poluição da água pode alterar as características do ambiente aquático, através da percolação do líquido gerado pela decomposição da matéria orgânica presente no lixo (Mota *et al.*, 2009).

Resíduos sólidos são resíduos no estado sólido ou semi-sólido que resultam da atividade de origem, podendo ser doméstico, industriais, hospitalares, comercial, agrícola ou de serviços. A disposição dos resíduos sólidos é uma ameaça global, devido principalmente ao tempo de persistência de seus componentes, em especial os plásticos (Cordeiro, 2006). A disposição dos resíduos sólidos é uma ameaça global, devido principalmente ao tempo de persistência de seus componentes, em especial os plásticos (Cordeiro, 2006).

2.2.1. Resíduos sólidos no ambiente costeiro e estuarina

Regiões costeiras e estuarinas vêm sofrendo alta degradação por contaminação pontual e não pontual (Kennish, 1997). A entrada de poluentes nos ambientes costeiros e estuarinos pode ocorrer por cinco diferentes vias: rios, escoamento não pontual de origem terrestre (lixiviação), descargas diretas por emissários, descargas e rejeitos de navios e deposição atmosférica. Os rejeitos antropogênicos mais comumente encontrados nos ambientes costeiros e estuarino são oriundos da drenagem pluvial, esgoto e descarte inadequado de dejetos industriais e municipais (Kennish, 1997; Cruz, 2011).

Cinco classes de contaminantes são listadas como críticas à saúde dos oceanos em uma perspectiva global:

- Hidrocarbonetos de petróleo (óleo cru e seus produtos refinados);
- Hidrocarbonetos halogenados;
- Metais traço (principalmente mercúrio, cádmio e chumbo);
- Radionucleotídeos (principalmente cézio-137, estrôncio-90 e plutônio-239,240) e;
- Resíduos sólidos (Baptista Neto, Kersanach, & Patchineelam, 2008).

Entretanto, Kennish (1977) citado por (Cruz, 2011) afirma que há evidências do declínio das concentrações das quatro primeiras classes de contaminantes, porém as concentrações de resíduos sólidos, demonstra estar em crescimento em todo o mundo.

Atualmente os resíduos sólidos flutuantes são uma importante fonte de degradação do ambiente causando impactos não apenas cénico, mas ocasionados danos, injúrias e até mesmo a morte da biota (Araujo & Costa, 2003).

Os efeitos negativos desses materiais à biota são observados em várias espécies marinhas, em especial algumas espécies de tartarugas que confundem materiais plásticos com alimento, bloqueando o trato digestivo e causando ferimentos (Mascarenhas, et al., 2008; Tourinho & Fillmann, 2011). Estudaram a contaminação por resíduo marinho em áreas de reprodução de tartarugas em uma praia no nordeste do Brasil e constataram que os indivíduos juvenis destas espécies são os mais afetados pelos resíduos, pois devido ao seu pequeno porte ficam enganchados em fios de rede ou presos em frascos abertos. Foi observado também que os resíduos podem obstruir os ninhos e impedir que os filhotes alcancem o mar (Mascarenhas, et al., 2008).

As zonas costeiras e estuários são considerados ambientes frágeis de alta prioridade para conservação, pois abrigam uma variedade de organismos que propiciam serviços ambientais à sobrevivência humana, como alimentos e regulação climática (MMA, 2010).

Entretanto, essas áreas são constantemente exploradas de maneira inadequada, sendo a presença de resíduos sólidos influenciada pelo desenvolvimento de atividades humanas decorrentes do processo de industrialização e turismo, sem o equilíbrio ambiental adequado (MMA, 2010).

2.3. Ecossistema

Todos os componentes de uma área especificam, incluídos os componentes vivos (organismos) e os fatores não vivos (como o ar, solo e água), além das interações que existem entre todos esses componentes (Dashefsky, 1996).

2.4. Estuarino

Corpo aquoso litorâneo de circulação mais ou menos restrita, porem ligado a um oceano aberto. Muitos estuários correspondem a desembocaduras fluviais afogadas e, sofrem diluições significativas de salinidade em virtude do afluxo de água doce (Santos, 2002).

Estuários correspondem a ambientes, onde funciona um mecanismo biológico, impulsionado por agente com características, que se modificam a cada dia – correntes, ventos, mares, temperaturas, etc., que, ficando entregue aos seus próprios meios, são capazes de nutrir milhões de jovens peixes do alto mar. São, portanto, viveiros naturais, considerados como ambientes dos mais férteis do mundo (Fidem, 1987).

2.5. Sistema de Recolha de Resíduos Sólidos em Moçambique

Ao nível nacional, a cobertura do serviço de recolha de resíduos sólidos em Moçambique apresenta dados escassos e muito variáveis, devido à ausência de tarefas sistemáticas de monitorização e registo pelas autoridades locais. No entanto, de forma geral, o serviço de recolha caracteriza-se por um nível reduzido de cobertura. De acordo com o IV Recenseamento Geral da População e Habitação de 2017, apenas 26,2% da população urbana declarou estar abrangida por um serviço de recolha de resíduos sólidos (PDUL, 2021).

A deposição de resíduos sólidos em Moçambique ainda é predominantemente realizada em lixeiras a céu aberto, formais ou informais, com pouca ou nenhuma ação de controlo. A população urbana não abrangida por serviços de recolha adota práticas alternativas, como a queima de resíduos (28%), o enterro (27,6%) ou a eliminação em terrenos baldios, pântanos, lagos, rios ou no mar (16,5%) (PDUL, 2021).

(PDUL, 2021) Essa gestão inadequada resulta em elevada contaminação do ambiente marinho e natural, afetando cursos de água, solos e a qualidade do ar, sobretudo devido à queima que ocorre em muitas lixeiras espalhadas pelo país. Essa situação agrava a saúde pública, contribuindo para o surgimento de surtos de cólera, o aumento dos casos de malária e o acúmulo de resíduos na zona costeira. Um exemplo significativo foi a concentração de grandes quantidades de lixo marinho na costa de Cabo Delgado, transportadas pelo ciclone Kenneth em 2019.

4.6. Gestão de Resíduos sólidos urbanos

A gestão de resíduos sólidos é um processo que envolve várias atividades e ações para gerenciar adequadamente os resíduos sólidos gerados por uma comunidade ou sociedade. O processo inclui a coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos de forma segura e eficiente, com o objetivo de evitar impactos negativos à saúde pública e ao meio ambiente. É importante ter em conta que a gestão de resíduos sólidos também pode incluir atividades de redução e reciclagem de resíduos com o objetivo de minimizar a quantidade de resíduos gerados e maximizar o uso de recursos (Das, et al., 2019).

A gestão de resíduos sólidos é um processo fundamental para evitar impactos negativos na saúde pública e no meio ambiente e o manejo inadequado dos resíduos pode levar à contaminação do ar, da água e do solo, além da disseminação de doenças e geração de maus odores e desconforto para a população. Além disso, a gestão de resíduos sólidos é uma parte importante da gestão ambiental e do desenvolvimento sustentável, pois ajuda a minimizar os impactos negativos da atividade humana no meio ambiente e na saúde pública (Burns *et al.*, 2021).

Kanhai *et al.* (2021) comentam que para alcançar uma gestão adequada de resíduos sólidos na África, é necessário implementar políticas e práticas que atendam aos desafios específicos do continente, como a falta de infra-estrutura adequada e a falta de recursos financeiros e técnicos. Além disso, é importante envolver as comunidades locais no processo de gestão de resíduos sólidos, para incentivar a participação e responsabilidade compartilhada na construção de um futuro mais sustentável para a África.

4.7. Gestão de Resíduos Sólidos em Moçambique

Moçambique, como muitos outros países africanos, enfrenta desafios significativos na gestão de resíduos sólidos. A falta de infra-estrutura adequada, recursos financeiros e técnicos, bem como a baixa conscientização da população, têm contribuído para o acúmulo de resíduos sólidos em diversas cidades e áreas urbanas do país. A situação é ainda mais crítica nas áreas per-urbanas e rurais, onde a gestão de resíduos sólidos muitas vezes é inexistente, resultando na queima ou no descarte em lixões a céu aberto. Essas práticas podem causar impactos negativos tanto na saúde pública quanto no meio ambiente (Villa *et al.*, 2022).

Segundo (Camões & Da Silva, 2023) é essencial envolver a comunidade na gestão de resíduos, promovendo a Educação Ambiental e conscientizando sobre a importância da segregação e reciclagem dos resíduos. A implementação de políticas públicas voltadas para a gestão de resíduos

sólidos, associada à participação ativa da população, pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população e na preservação do ecossistema marinho.

Um marco importante na gestão de resíduos sólidos em Moçambique é o ***Decreto-Lei n.º 13/2006, de 15 de junho***, que aprova o Regulamento sobre Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (Moçambique, 2006). Esse regulamento estabelece que o Conselho Municipal (Poder Público) é responsável por desenvolver estratégias para a gestão dos resíduos sólidos, organizando, licenciando, controlando e fiscalizando as atividades, além de garantir uma estrutura sustentável para o transporte e a deposição final dos resíduos. O decreto define princípios, objetivos e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, com o objetivo de proteger a saúde pública e o meio ambiente natural e marinho (Camões & Da Silva, 2023).

CAPÍTULO III: Metodologia

3.1. Área de estudo

O trabalho foi realizado no estuário dos bons sinais, que esta localizada na cidade de Quelimane, é a capital da Província da Zambézia e também é a cidade maior da mesma província, o clima da região é marcado por duas estações (frio e seca), Abril a Outubro é uma estação quente e Novembro a Março é húmida (Andarusse, 2023). A região do Estuário dos Bons Sinais (EBS) é fortemente influenciada pelo sistema de monções da África Oriental, as marés que ocorrem são semidiurnas. Latitude $17^{\circ} 52' 39''$ S, longitude $36^{\circ} 53' 25''$ L e altitude 9 metros (30 pés). As temperaturas diurnas são em geral superiores a 30°C na estação quente, mas as vezes podem baixar até 20°C na estação fria (Andarusse, 2023).

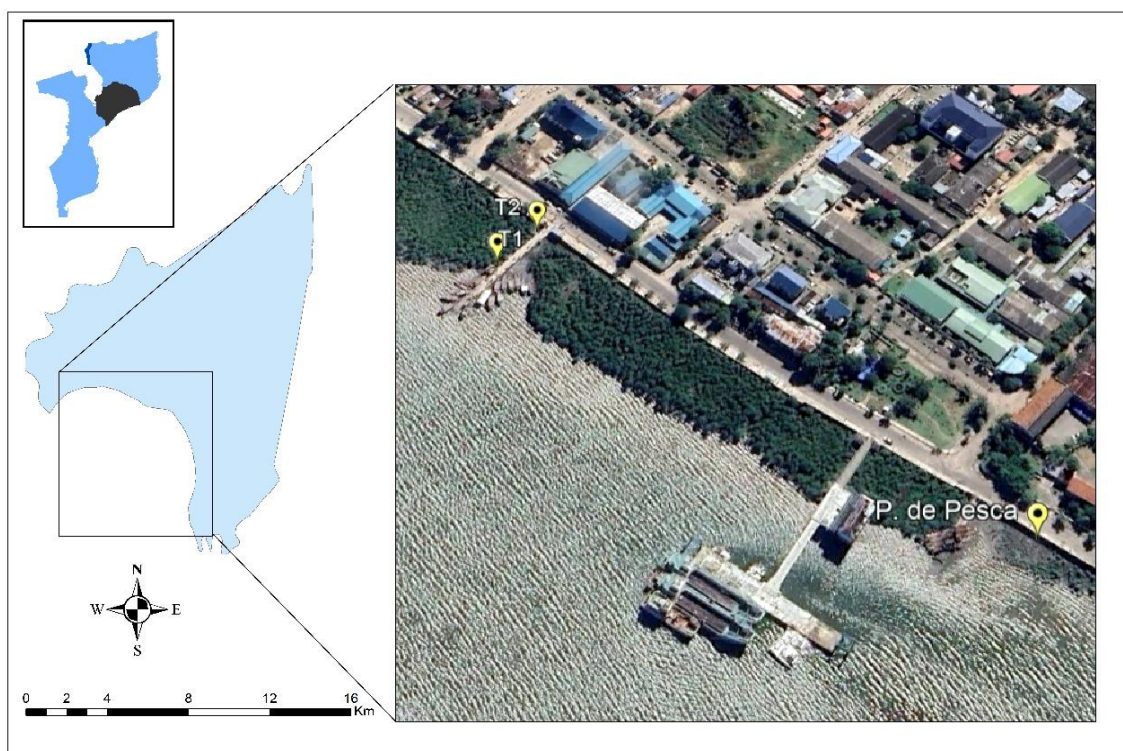


Figura 1: Localizações geográficas da área de estudo e pontos de amostragem. **Fonte:** adaptado pelo autor.

3.2. Material

Tabela 1: Material usado na coleta de dados.

Material	Função
Caneta	Anotar dados observados durante a coleta
Bloco de nota	Suporte para anotação a mão
Balança	Ferramenta utilizado pesar os resíduos sólidos.

Qfield	É um aplicativo de coleta de dados no registro de informações geoespaciais
Luvas	Usados para proteger as mãos
Pincel	Limpeza de amostras para não existir kg adicional no momento de pesagem
Telemóvel	Sérvio para documentar visualmente o ambiente e as condições das amostras
Sacos	Armazenamento e proteger as amostras coletadas durante o transporte a local de análise
Régua	Ferramenta utilizada para medir o tamanho dos resíduos sólidos

3.3. Amostragem em campo

A metodologia do trabalho consistiu na determinação do perfil ao longo do estuário dos Bons Sinais (EBS), na cidade de Quelimane, onde os resíduos sólidos de origem antrópica foram coletados manualmente para análise quali-quantitativa em cada ponto de coleta. A recolha dos resíduos sólidos foi realizada no mês de junho, nos dias 25 e 26, durante a fase da lua cheia, na baixa-mar. E, no mês Julho, a coleta decorreu nos dias 07 e 08, na fase da lua nova durante a baixa-mar.

Foi também realizada monitorização na preamar para observar o comportamento da maré em relação ao transporte dos resíduos sólidos. Apenas fragmentos de resíduos sólidos com tamanho superior a 1 cm² foram coletados.

A metodologia de coleta de resíduos sólidos seguiu as orientações de vários autores, como (Mascarenhas, et al., 2008; Ortiz, 2010; Cruz, 2011). Os autores mencionados enfatizam a necessidade de planeamento detalhado, incluindo a definição de pontos de coleta estratégicos e a utilização de técnicas padronizadas para assegurar a consistência dos dados. Não só, sugerem que a coleta deve ser realizada de forma sistemática, considerando fatores como frequência, horários e condições ambientais, para refletir adequadamente a geração e disposição dos resíduos.

Ortiz (2010) destaca a importância de envolver a comunidade e os responsáveis pela gestão dos resíduos durante o processo de coleta, além de recomendar a utilização de instrumentos de registro precisos, como formulários e planilhas específicas.

Cruz (2011) recomenda a adoção de metodologias que combinem métodos qualitativos e quantitativos, incluindo inspeções visuais e pesagens, de modo a obter uma compreensão mais completa do perfil dos resíduos sólidos.

3.4. Coleta de Dados

As coletas de amostras no estuário dos Bons Sinais foram realizadas em três locais específicos, a saber: (1) Menor Interação de Maré, (2) Maior Interação de Maré no ponto [A], e (3) Maior Interação de Maré no ponto [B]. Cada área de coleta tinha uma dimensão de 15 m², sendo 5 m de comprimento e 3 m de largura. A coleta de amostras foi realizada em duas fases da lua, nomeadamente a lua cheia e a lua nova, ambas na fase de baixa-mar. Para garantir a precisão dos resultados, foi feita uma limpeza um mês antes do início da coleta dos resíduos nos pontos amostrais, de modo a evitar interferências nos dados da pesquisa.



Figura 2: imagem A mostra a limpeza realizada um mês antes da coleta de dados, enquanto a imagem B ilustra o momento da coleta de dados. **Fonte:** Autor (2024).

3.5. Processamento e triagem das amostras

Após a coleta, os resíduos sólidos foram espalhados num local semi-fechado para o processo de secagem a temperatura ambiente durante 144h. Após secagem, foram classificados em categoria, contadas, pesadas e inferidas as prováveis fontes desses resíduos (Mascarenhas, et al., 2008; Ortiz, 2010). Para a pesagem, foi utilizada uma balança de precisão com resolução de 0,010g.

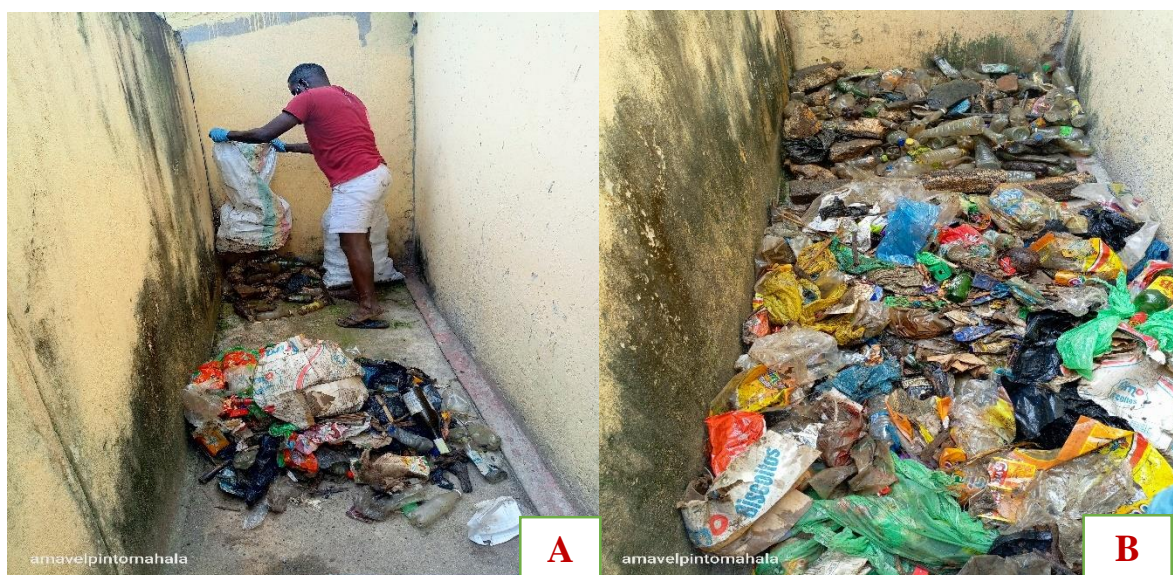


Figura 3: a imagem A ilustra o momento do despejo dos RS para secagem, enquanto a imagem B mostra os RS durante o processo de secagem. **Fonte:** Autor (2024).

Os resíduos sólidos (RS) foram identificados e registados com base nas suas características físicas e químicas. Posteriormente, foram agrupados em categorias, conforme suas características físicas e composição, a saber: plásticos (garrafas, recipientes, sacos); Vidros (garrafas quebradas, cacos de vidros, garrafas); metais (resíduos de embarcações, objetos metálicos); Papéis (embalagens, sacos de papel); borracha e Vestígios (fios, pequenos resíduos mistos, tecidos, e todo tipo de RS que não consta de nenhuma das categorias anteriores).

3.6. Análise de dados

Os RS foram organizados nas categorias acima descritas e quantificados em dois aspetos: o número de itens por categoria e peso total por categoria. Para avaliar a representatividade de cada categoria, foi calculado o percentual de contribuição de cada uma em relação ao total, utilizado o *Microsoft Excel*. Depois de análise e processamento de dados, seguiu-se a pilotagem de gráficos com ajuda de *Microsoft Office Excel 2021*.

Em adaptação à classificação proposta por Araújo e Costa (2007), os locais de coleta de amostra foram categorizados com relação aos seus níveis de poluição, de acordo com os seguintes critérios:

Tabela 2: Níveis de poluição de ambiente, segundo a quantidade dos itens encontrado em cada local de coleta de amostra, esse critério foi proposto por (Araujo & Costa, 2007).

Categoria	Nível de poluição	Quantidade de itens
A	Ausência de lixo marinho ou não poluído	0 item/m ²
B	Baixa poluição	0 a 4 itens/m ²
C	Alta poluição	4 a 10 itens/m ²
D	Poluição extremamente alta	Acima de 10 itens/m ²



Figura 4: as imagens A e B ilustram memento dos RS de acordo com suas características (classificação); a imagem C representa o momento de pesagem dos RS. **Fonte:** Autor (2024).

Fórmula de cálculo Percentual de cada categoria de resíduos sólidos

$$P_{categoria} = \frac{N_{\hat{a}}_{mero \ de \ itens \ da \ categoria}}{N_{\hat{a}}_{mero \ total \ de \ itens \ coletados}} \times 100, \text{ Fonte: (De Veaux, Velleman, \& Bock, 2009).}$$

Onde:

P_{categoria}: é o percentual que representa a proporção de uma categoria de RS em relação ao total.

N_â_{mero de itens da categoria}: refere-se ao total de itens identificados para uma categoria específica.

N_â_{mero total de itens coletados}: é o total de RS coletados no ponto ou período em questão, somando todas as categorias.

As possíveis fontes de cada tipo de RS foram inferidas com base em sua composição, nas atividades humanas, transportes de ventos e escoamento causados por precipitação e gestão municipal.

Análise impacto ambiental para cada ponto de coleta, foi calculada o índice de poluição conforme o critério de Araújo e Costa (2007):

Fórmula de índice de poluição

$$I_P = \frac{N\hat{A}_{\text{mero de itens coletados}}}{\hat{A}\text{rea de coleta}}$$

Onde:

I_P : Índice de poluição, que expressa o número médio de itens por metro quadrado (intes/m²)

$N\hat{A}_{\text{mero de itens coletados}}$: total de RS encontrados em um ponto de coleta.

$\hat{A}\text{rea de coleta}$: área onde a coleta foi realizada, geralmente expressa em metros quadrados (m²).

CAPÍTULO IV: Resultados

4.1. Levantamento e distribuição dos resíduos sólidos

Nos três pontos coletados, dois são apontados como de maior interação de marés (MaIM [A] e MaIM [B]) e um de menor interação de marés (MeIM). No mês de Junho, foram coletados um total de 853 itens, correspondente a 19,29 kg e 966 itens, correspondente a 17,61 kg no mês de Julho.

Assim, no mês de Junho foram coletados 287 itens no ponto de maior interação da maré (MaIM [A]), 361 itens no ponto de menor interação da maré (MaIM) e 205 itens no ponto de maior interação (MaIM [B]). E, no mês de Julho foram coletados 250 itens no ponto de maior interação da maré (MaIM [A]), 528 itens no ponto de menor interação da maré (MeIM) e 188 itens no ponto de maior interação (MaIM [B]) como mostra a tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Ilustra Distribuição de resíduos sólidos.

Pontos de Amostragens	Descrição	Total de Resíduos Sólidos			
		Junho		Julho	
		Itens	Peso (Kg)	Itens	Peso (Kg)
P1	Maior Interação da Maré [A] (MaIM [A])	287	6.19	250	5.64
P2	Menor Interação da Maré (MeIM)	361	5.62	528	6.15
P3	Maior Interação de Maré [B] (MaIM [B])	205	7.48	188	5.82
	Total	853	19.29	966	17.61

4.2. Quantidade de resíduos sólidos categorizados

As figuras (fig.2 e fig.3) mostram a quantidade de RS categorizados por itens nos três pontos de amostragem (MaIM [A], MeIM e MaIM [B]) para os meses de Junho e Julho, respectivamente. Para todos os pontos da coleta de RS no mês de Junho, a categoria de plásticos mostrou maior predominância, com maior destaque no ponto de menor interação da maré (MeIM) com 224 itens. Em seguida foi a categoria da matéria orgânica com 89 itens categorizados, referente ao mesmo ponto (MeIM). A terceira mais predominante foi a categoria de papel com 26 itens.

A categoria menos predominante nos três pontos de amostragem foi a de borracha, seguindo-se a categoria de vestígios. Em termos genéricos, o ponto de maior interação (MaIM [B])

apresenta menor concentração de RS. A categoria de poros, foram encontradas em quantidades maiores no ponto de maior interação de maré (MaIM [A]), comparativamente aos outros pontos de amostragem.

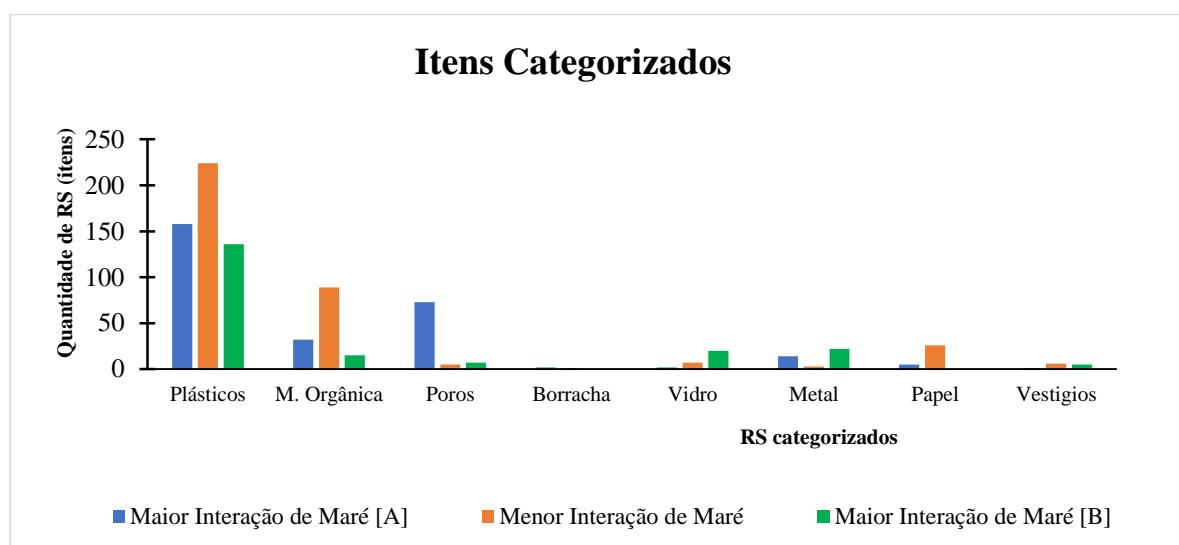


Figura 5: Quantidade de resíduos sólidos por categoria nos três (3) pontos de amostragem no estuário dos bons sinais do mês de Junho. **Fonte:** Autor (2024).

Para o mês de Julho, todos os pontos da coleta de (RS), a categoria de plásticos mostrou maior predominância, com maior destaque no ponto de menor interação da maré (MeIM) com 363 itens. A categoria da matéria orgânica foi a segunda mais predominante no ponto de menor interação (MeIM) com 102 itens, a categoria de poros no ponto de maior interação (MaIM [A]) com 75 itens e a categoria de metal para o ponto de maior interação (MaIM [B]) com 24 itens.

No ponto de maior interação de maré (MaIM [B]), mostrou ausência total de RS de categoria de papel, nos pontos de amostragem (MeIM) e (MaIM [A]) mostram também as características similares da categoria de borracha, apresentou assim ausência de RS da categoria de borracha.

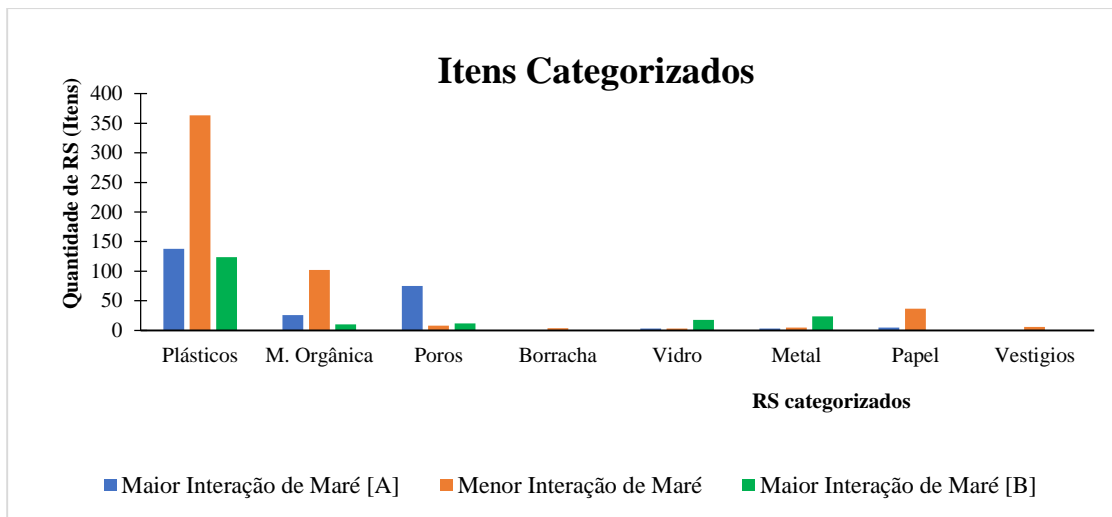


Figura 6: Quantidade de resíduos sólidos por categoria nos três (3) pontos de amostragem no estuário dos bons sinais do mês de Julho. **Fonte:** Autor (2024).

4.3. Quantidades de resíduos sólidos por peso (kg) em cada categoria

O peso de RS coletados nos pontos amostrais (MeIM), (MaIM [A]) e (MaIM [B]) no mês de Junho é cumulativamente igual a 19,29 kg, correspondente 853 itens. O ponto amostral com maior peso foi (MaIM [B]), com 7.48 kg correspondente a 361 itens, seguindo-se o ponto (MaIM [A]) com 6.19 kg correspondente a 287 itens e MeIM com 5,62 kg, correspondente a 205 itens.

A categoria de vidro, no ponto de maior interação de maré (MaIM [B]), mostrou um peso maior relativamente aos outros dois pontos, com 3.35 kg, seguindo-se a categoria de plástico no ponto de menor interação de maré (MeIM) com 2.99 kg. Na categoria de borracha mostrou um peso não muito significativo comparativamente a outras categorias aqui consideradas.

A categoria de plástico mostrou em segundo lugar a sua predominância, que pode ser explicada pelo facto de que a maior quantidade de RS encontrados nessa categoria foram frascos de (água, frozy energéticos, recipientes plásticos de fármacos, etc.) que de alguma forma o seu peso é significativo. Apesar da matéria orgânica ser a segunda categoria mais predominantes em termos de itens, ela apresentou menor peso comparativamente com categorias de poro, papel, vestígios e vidro.

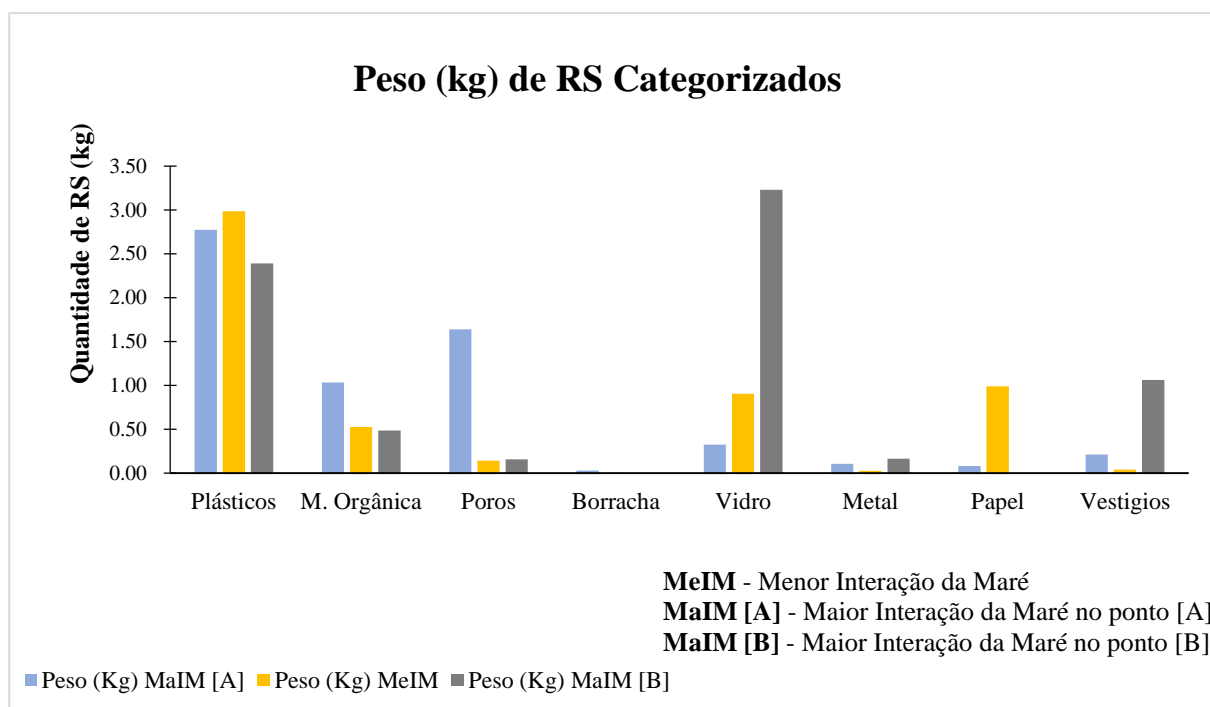


Figura 7: Quantidade de resíduos sólidos por peso (Kg) em cada categoria nos três (3) pontos de amostragem no estuário dos bons sinais do mês de Junho. **Fonte:** Autor (2024).

Ao passo que, o peso de RS coletados nos pontos amostrais (MeIM), (MaIM [A]) e (MaIM [B]) no mês de Julho é cumulativamente igual a 17,61 kg, correspondente 966 itens. O ponto amostral com maior peso foi MIM, com 6.15 kg, seguindo-se o ponto (MaIM [B]) com 5.82 kg e (MaIM [A]) com 5,64 kg.

A categoria de plástico, no ponto de menor interação de maré (MeIM), mostrou um peso maior relativamente aos outros dois pontos, com 3.29 kg, seguindo-se o ponto (MaIM [A]) da mesma categoria com 2.40 kg. A categoria de borracha e vestígios mostraram menor peso em termo das categorias selecionadas.

A categoria de vidro, embora com menores itens observados, mostrou em segundo lugar a sua predominância, com 2.01 kg, seguindo se da categoria de poros com 1.77 kg no ponto de amostragem (MaIM [A]). Apesar da matéria orgânica ser a segunda categoria mais predominantes em termos de itens, elas apresentaram menor peso diferentes as quatro categorias acima citado.

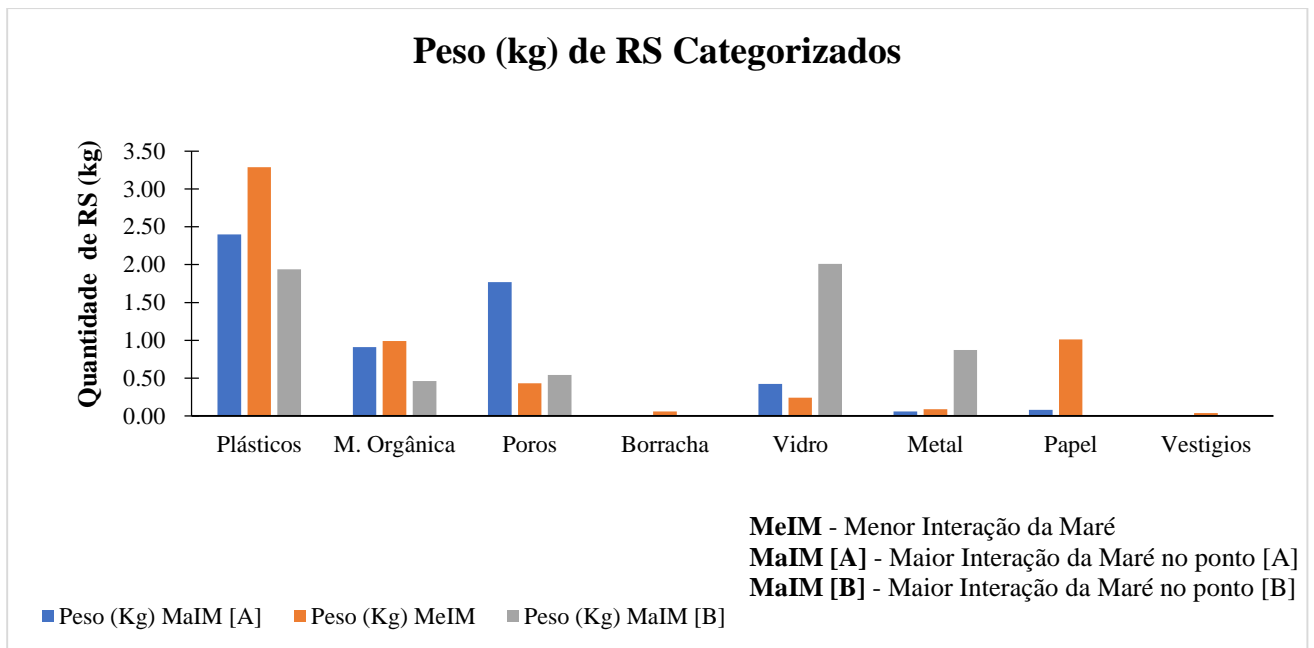


Figura 8: Quantidade de resíduos sólidos por peso (Kg) em cada categoria nos três (3) pontos de amostragem no estuário dos bons sinais do mês de Julho. **Fonte:** Autor (2024).

4.4. Percentual de resíduos sólidos

De acordo com o resultado da figura 6, a categoria de plástico foi a mais abundante nos três pontos amostrar (MaIM [B]) com 66% de massa, (MeIM) com 62% de massa e (MaIM [A]) com 55% de massa (figura.6).

Pois, esses pontos encontram-se alguns metros da travessia para o distrito de Inhassunge. Essa população tem consumido produtos descartáveis que são maioritariamente RS da categoria de plásticos (garrafas de frozy, de Regal, plásticos de bolachas e entre outros).

A segunda categoria é a da matéria orgânico que se encontra em percentagem como (MaIM [B]) 7% de massa, MeIM 25% de massa e (MaIM [A]) 11% de massa. Esses valores são justificados pela vegetação (magal) de grandes portes existente em algumas das margens do EBS, sendo compostos por folhas, caules e raízes.

No ponto (MaIM [B]) observasse itens como metal com 11% de massa e 10% de vidro, o cenário da categoria de metal devesse através de navios de pescas que se encontram parados (estragado). Enquanto, a categoria de vidro observa-se através de restaurante (brisa) que se encontra a berma do (EBS), e não mais também a maior parte desses (RS) da categoria de vidro vem do lixo municipal

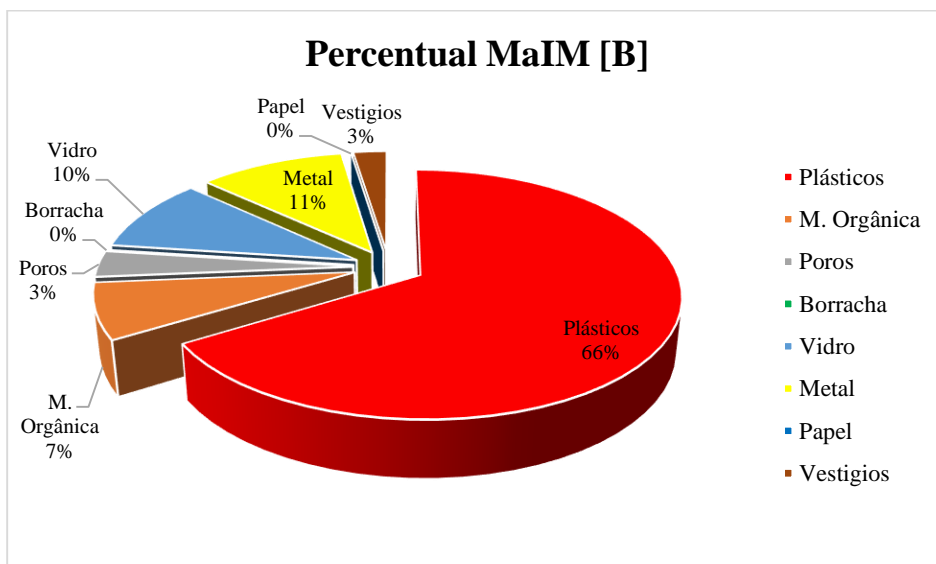
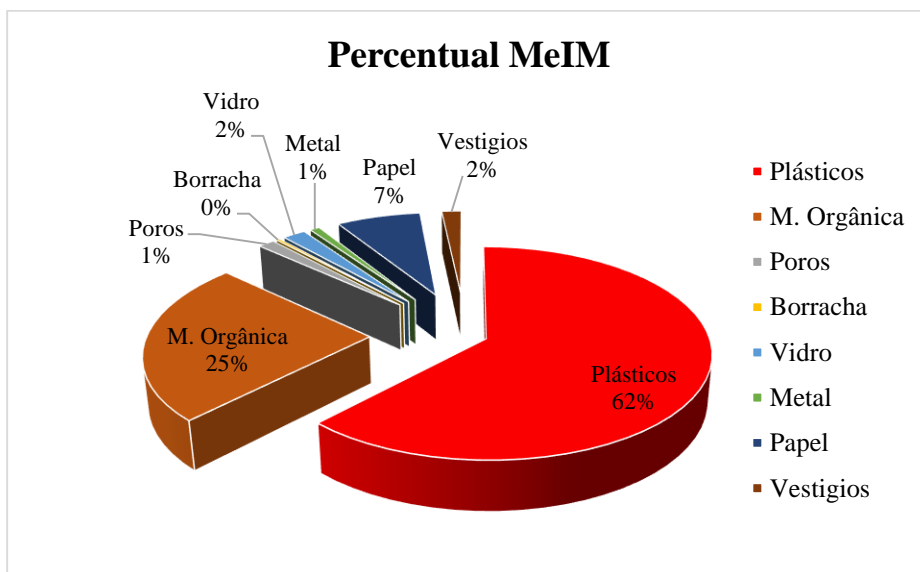
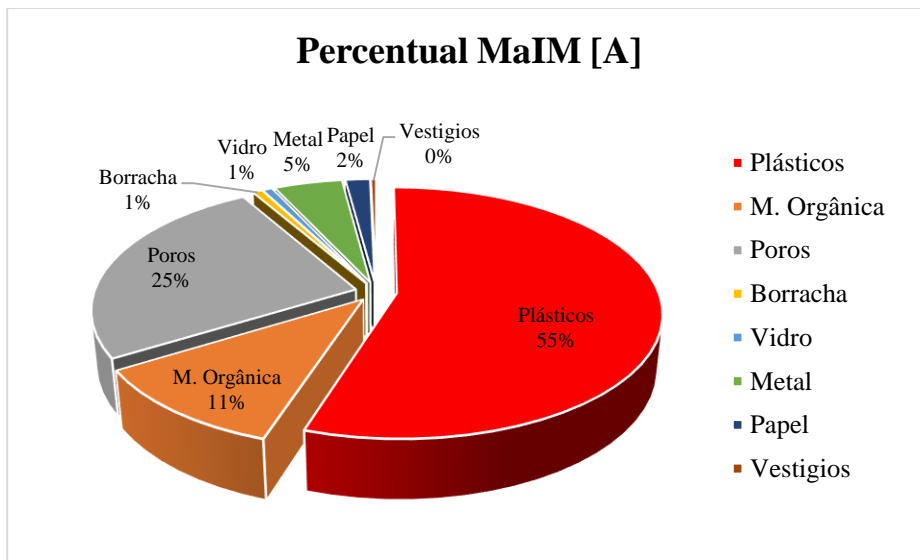
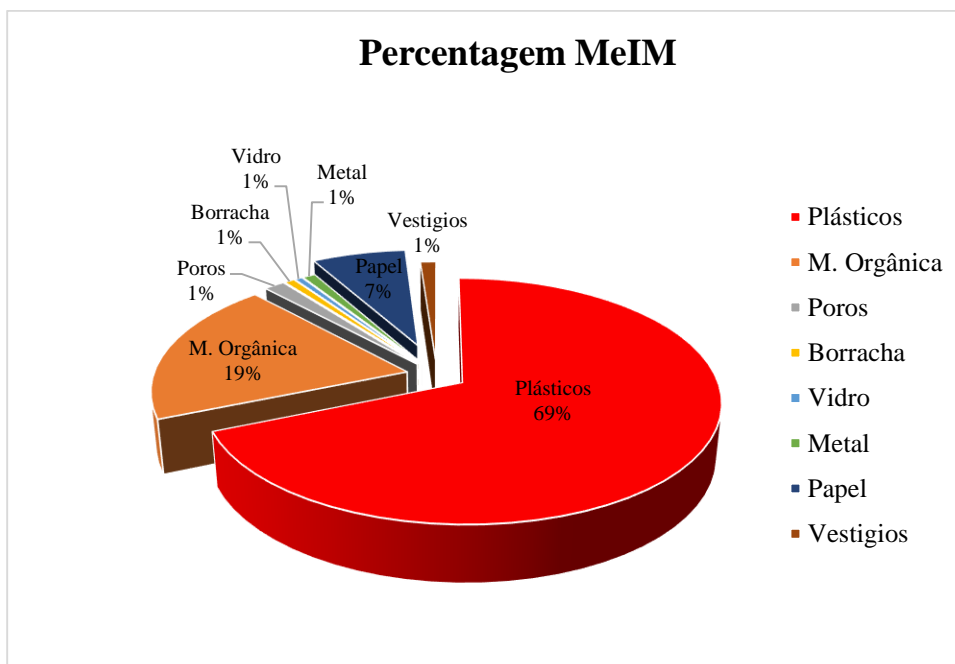
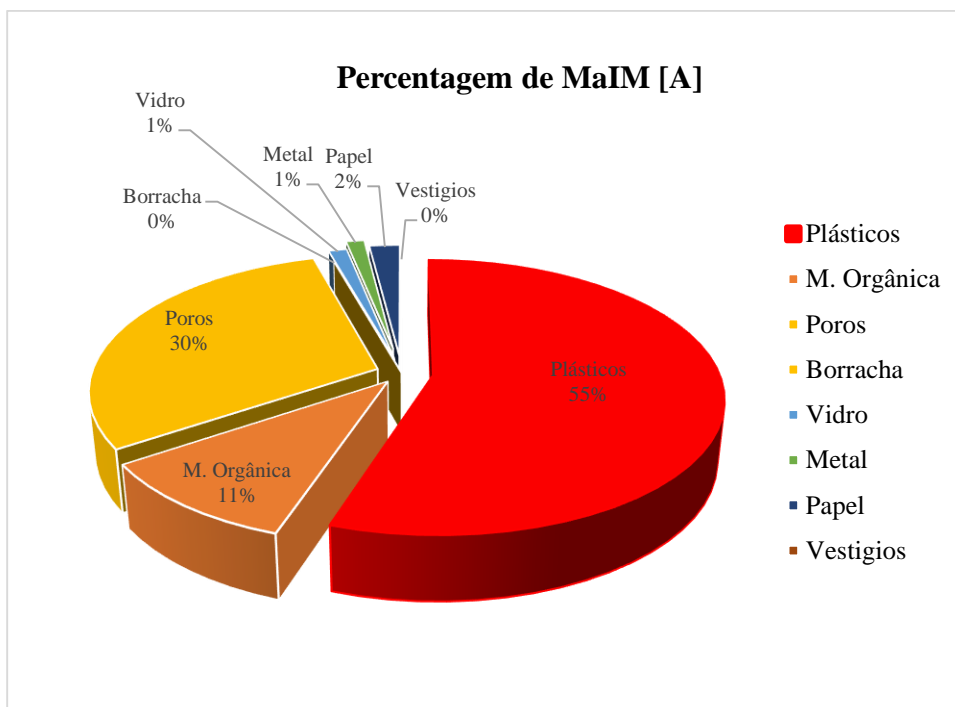


Figura 9: Ilustração de quantidade de RS em percentagem nos pontos amostrais no mês de Junho: Ponto de amostragem com maior interação de maré MaIM [A]; Ponto de amostragem com menor interação de maré MeIM; Ponto de amostragem com maior interação de maré MaIM [B]. **Fonte:** Autor (2024).

Para o mês de julho, em todos os pontos de amostragens a categoria de plástico é a mais predominante, onde nos três pontos amostrais cobre mais que metade da quantidade total dos RS na região. De referenciar que o ponto (MaIM [A]) apresentou 55 % total de resíduos sólidos da categoria de plásticos, seguindo-se a categoria de poros com 30% e em terceiro a categoria da matéria orgânica, com 11%. A categoria de vestígios e borrachas, mostrou ausência no ponto de maior interação de maré (MaIM [A]).



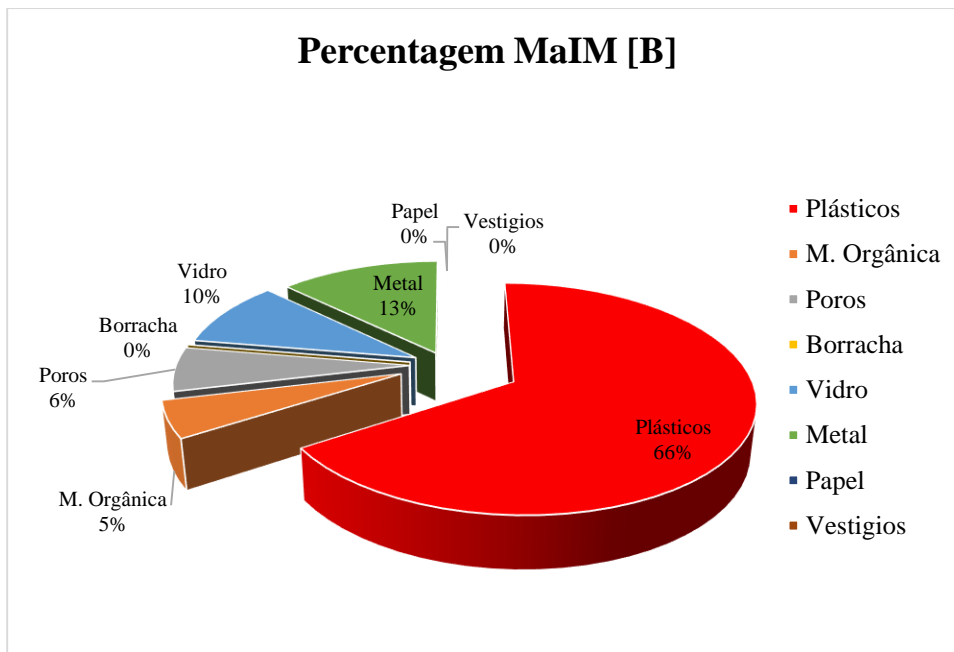


Figura 10: Ilustração de quantidade de RS em percentagem nos pontos amostrais no mês de Julho: Ponto de amostragem com maior interação de maré MaIM [A]; Ponto de amostragem com menor interação de maré MeIM; Ponto de amostragem com maior interação de maré MaIM [B]. **Fonte:** Autor (2024).

O ponto de menor interação de maré (MeIM) para o mês de Julho (figura.7), apresentou 69 % do total de resíduos sólidos da categoria de plásticos, seguindo-se a categoria de matéria orgânica com 19% e em terceiro, a categoria de papel com 7%. As categorias restantes, mostraram uma igualdade na percentagem em termos de quantidades de RS, correspondente a 1%.

O ponto de menor interação de maré (MaIM [B]) para o mês de Julho, apresentou 66 % do total de resíduos sólidos da categoria de plásticos, seguindo-se a categoria de metal com 13% e em terceiro, a categoria de vidro com 10%. Não foram encontrados itens da categoria de vestígios, borrachas e papel no ponto de maior interação de maré (MaIM [B]) no mês de Julho.

4.5. Índice de poluição

A figura 11, ilustra índice de poluição nos três pontos amostrais no EBS, onde MaIM [A] no mês de Junho teve 19.13 Itens/m², no segundo ponto de coleta MeIM teve 24,07 Itens/m² e no ponto MaIM [B] teve 13,67. Enquanto no mês de Julho no ponto de coleta MaIM [A] teve 16,67 Itens/m², no ponto MeIM teve 35.20 Itens/m² e no ponto MaIM [B] teve 12,53 Itens/m².

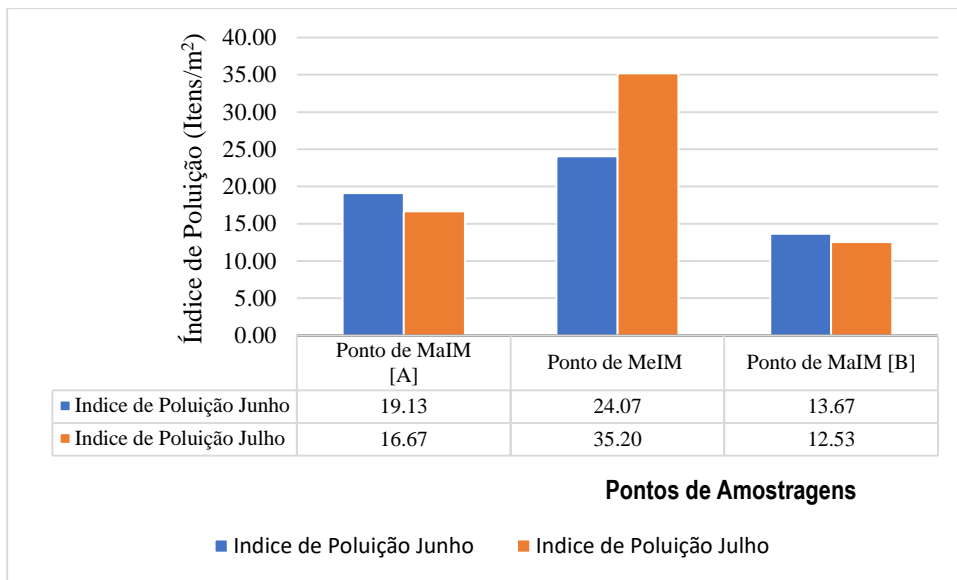


Figura 11 : Índice de Poluição de RS no EBS nos meses de Junho e Julho em todos pontos de Amostragens MaIM [A], MeIM e MaIM [B].

CAPÍTULO V: Discussão

A caracterização das orlas dos estuários é um critério fundamental para a avaliação da sensibilidade de cada estuário com base em seus níveis de vulnerabilidade. Além disso, fornece informações sobre o grau de ocupação e adensamento populacional dessas áreas (MMA, 2010). Desta feita, para a melhor compreensão da poluição vide aos resíduos sólidos é importante a caracterização da região.

Assim, os resíduos sólidos (RS) encontrados com maior predominância no (EBS) em todos os pontos de coleta de dados pertencem à categoria de plásticos. Esses materiais estão presentes em grande quantidade, o que é um cenário esperado, já que diversos estudos realizados em zonas costeiras e estuarinas ao redor do mundo mostram a predominância dos mesmos numa percentagem de 60 e 80% de lixo marinho (Abu-Hilal & Al-Najjar, 2009; Ortiz, 2010; Oliveira, Tessler, & Turra, 2011; Tourinho & Fillmann, 2011).

Esses valores são justificados pela maior concentração da população que tem usado produtos descartável de material plástica e despejado sem nenhuma educação ambiental ao redor do Estuário dos Bons Sinais (EBS), e também através da predominância de maior número de comerciantes informal ao redor do estuário, principalmente no ponto MaIM [A] e MeIM. Além disso, a região é ponto de embarque e desembarque para os distritos de Inhassunge e Chinde, apontado como um dos fatores que contribui significativamente na concentração de RS na região

Essa ocorrência pode ser explicada pelas características dos plásticos: eles são materiais de baixo custo (Tourinho & Fillmann, 2011; Sasaki, et al., 2016), alta durabilidade e grande versatilidade, o que tem aumentado significativamente seu consumo. Além disso, possuem baixa densidade, o que facilita sua dispersão nos ambientes marinhos e terrestres.

As fontes de RS de categoria de plásticos estão relacionadas principalmente a atividades antrópica e elevada período de degradação deste tipo resíduos, esses resultados corroboram com os encontrados por (Sasaki, et al., 2016).

Os resíduos sólidos da categoria de plásticos nos estuários representam uma grave ameaça ambiental devido à sua persistência e interação com os ecossistemas. Esses resíduos fragmentam-se em microplásticos, que se acumulam em sedimentos e na coluna de água, afetando os ciclos biogeoquímicos e organismos que habitam esses ambientes. Segundo (Rochman *et al*, 2013), "os microplásticos servem como vetores de contaminantes orgânicos persistentes, incluindo hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs) que podem ser bio-acumulados por organismos aquáticos". (Browne *et al*, 2010) apontam que "a presença de plásticos em sedimentos estuarinos

reduz a biodiversidade de organismos bentônicos devido à alteração das propriedades físicas dos habitats".

Gall e Thompson (2015), destacam que "a ingestão ou enredamento em plásticos causa sérios danos físicos e fisiológicos em mais de 700 espécies marinhas". Esses efeitos reforçam a necessidade de mitigação efetiva para reduzir a entrada de plásticos nesses ecossistemas.

Os resíduos sólidos de materiais orgânicos foram a segunda categoria mais presente, especialmente no ponto (MeIM). Esses resíduos são atribuídos à vegetação na área e ao descarte de resíduos domésticos orgânicos. Os resultados encontrados nesse trabalho corroboram com os encontrados por (Belarmino *et al*, 2014), que estudaram os resíduos sólidos em mangais no rio Potengi (Natal, RN, Brasil), relacionando-os com a localização e os usos. Uma das causas no estudo de autores acima supracitados, em que não se constatou nessa pesquisa, foi a presença de atividades industriais perto dos estuários, que influenciam a concentração dos resíduos sólidos da categoria de materiais orgânicos. Em virtude disso, importa ressaltar que, na região em estudo, há carência de atividades industriais, portanto, as fontes desses resíduos estão principalmente ligadas a processos antrópicos (urbanização, descartes inadequados de lixo doméstico a beira do estuário), vegetação e fenômenos naturais (ventos e descargas fluviais).

Embora a matéria orgânica (M.O) naturalmente é biodegradável, sua acumulação pode gerar impactos, como o aumento da demanda biológica de oxigênio (DBO) e a consequente redução na qualidade da água, afetando a fauna aquática local, como descrevem (Kennish, 1997; MMA, 2010) nos seus trabalhos. Portanto, em grandes quantidades, a matéria orgânica compromete a qualidade do ecossistema do mangal, pois esses desempenham um papel essencial no que diz respeito a desova, reprodução e alimentação de diversas espécies.

Os resíduos metálicos, embora menos representativos em quantidade, mostraram relevância em peso, especialmente em áreas de maior interação de marés (MaIM [B]). Esses resíduos indicam atividades pesqueiras, presença de navios e descartes desordenados por parte das comunidades que frequentam o local para lazer e consomem produtos reservados em latas. Esses fatores de concentração já foram encontrados em outras pesquisas, como (Belarmino *et al*, 2014). Metais, como ferro e alumínio, podem se oxidar e liberar contaminantes no ambiente, afetando a qualidade da água e os organismos aquáticos (Baptista *et al*, 2008). Isso demonstra que, mesmo em menor quantidade, esses materiais têm o potencial de causar impactos significativos.

Segundo Silva *et al*, (2019) e Faria & Oliveira (2022), as fontes dessas categorias estão relacionadas com as práticas locais de descarte inadequado. Assim, o presente trabalho vai em concordância com os resultados encontrados por autores acima supracitados.

Os resíduos sólidos de vidro em áreas estuarinas e costeiras representam um sério risco ambiental. Quando descartados inadequadamente, esses materiais podem ser transportados pelas correntes marinhas, afetando ecossistemas aquáticos e costeiros (Rocha & Ferreira, 2016; Guayanaz *et al*, 2021). O vidro, por ser um material denso e não biodegradável, pode persistir por anos, acumulando-se em praias e habitats marinhos. Embora não ofereça riscos diretos de ingestão, como os plásticos, o vidro pode quebrar e formar fragmentos afiados, representando perigo para a fauna marinha, para o ecossistema marinho e para os seres humanos (Belarmino *et al*, 2014; Rocha & Ferreira, 2016; Guayanaz *et al*, 2021).

Esses resíduos podem interferir na biodiversidade local, uma vez que os ecossistemas costeiros e estuarinos são essenciais para muitas espécies marinhas e para as comunidades que dependem desses recursos.

Em relação ao peso, os RS (Resíduos Sólidos) da categoria de vidro apresentaram maior peso no ponto (MaIM [B]), totalizando 3,35 kg. Isso pode ser justificado pelo fato de que esse local tem sofrido maior deposição de vidros provenientes de bebidas alcoólicas adquiridas nos estabelecimentos de lazer instalados ao longo do EBS. Além disso, o local é frequentemente utilizado para lazer, sendo considerado um dos mais belos para observar a paisagem do Estuário dos Bons Sinais (EBS). O peso elevado dos vidros é explicado pela sua alta densidade e a composição química do vidro, já que eles não perdem peso a menos que sejam quebrados (Cruz, 2011).

A segunda categoria com maior peso foi a de plásticos. Isso se justifica por ser o item mais encontrado em todos os pontos de coleta. Os principais tipos de plásticos observados foram frascos de água, embalagens de "frozy", recipientes plásticos de fármacos, potes de iogurtes, entre outros. Apesar de seu volume ser relativamente menor, o peso total acumulado dos plásticos é significativo (Cruz, 2011). A terceira categoria com maior peso foi a de poros. Isso pode ser explicado pelo elevado volume desses resíduos. Embora a quantidade encontrada não tenha sido tão expressiva, o peso foi considerável devido ao tamanho das unidades coletadas (Cruz, 2011).

Por fim, a categoria de matéria orgânica, apesar de ser a segunda menos abundante, apresentou o menor peso. Isso se deve ao tipo de matéria orgânica encontrada, como folhas, pequenos pedaços de madeira e restos alimentares, que possuem menor densidade em comparação às outras categorias.

Com base nos critérios de (Araujo & Costa, 2007), todos os três pontos avaliados no estuário dos Bons Sinais foram classificados como poluição extremamente alta, pois apresentaram densidades superiores a 10 itens/m² nos meses de Junho e Julho em cada ponto de coleta.

No Estuário dos Bons Sinais (EBS), observa-se a falta de ações de limpeza por parte das autoridades locais, o que tem contribuído significativamente para o acúmulo de resíduos sólidos na região. Como consequência, o estuário enfrenta níveis crescentes de contaminação, representando uma ameaça direta ao ecossistema local. Embora essa ameaça esteja sendo ignorada no momento, ela poderá gerar graves consequências no futuro, comprometendo a sustentabilidade do estuário.

A ausência de uma gestão eficaz desses (RS) aumenta o risco de degradação ambiental a longo prazo, incluindo a formação de microplásticos e outros poluentes persistentes. Esse cenário evidencia a necessidade urgente de políticas de gestão mais eficientes, como a implementação de programas regulares de coleta de resíduos, incentivos à reciclagem e campanhas de sensibilização da comunidade local para proteger o ecossistema do EBS.

CAPÍTULO VI: Conclusão e Recomendações

6.1. Conclusão

- ✓ Os resíduos sólidos da categoria de plásticos são identificados como principais resíduos sólidos presentes ao longo do EBS com uma percentagem acima de 50% da sua concentração em todos os três pontos coletados.
- ✓ Os RS encontrados no EBS nos três pontos de amostragens, compreendem ao de categoria de plástico, M. Orgânica, poros, vidro, metal, papel e vestígios. O RS da categoria de plástico é maioritariamente constituído por embalagens, frascos de fármacos, frascos (água, frozy e iogurtes), e embalagens de bolachas. Na categoria de matéria orgânica na sua maior foram compreendidos por fragmentos de madeira, folhas e ramos de *Avicénia marina*. E, na categoria de vidro, os resíduos sólidos encontrados compreende a garrafas de bebidas alcoólicas. Além de categorias descritas anteriormente, foram encontrados as de categorias de poros compreendidas por isóporos, vestígios compreendidos por trapos, tecidos e todo tipo de RS não incluso nas categorias anteriores.
- ✓ Os RS encontrado ao longo do EBS são maioritariamente de categoria de plástico com uma percentagem superior a 60%, seguindo se da categoria de matéria orgânica com 15%. A categoria de poros apresentou 10% de quantidade total de RS em três pontos colhidos.

Este estudo evidencia que a falta de ações de limpeza no Estuário dos Bons Sinais (EBS), aliada à gestão inadequada dos resíduos sólidos, tem contribuído para o acúmulo crescente de poluentes, especialmente plásticos, que representam uma grave ameaça à biodiversidade e aos ciclos biogeoquímicos locais. A ausência de uma coleta eficaz, com 60% dos resíduos não sendo adequadamente recolhidos, agrava a situação e aumenta o risco de degradação ambiental, como a formação de microplásticos e outros poluentes persistentes.

Contudo, a principal fonte de resíduos inclui atividades domésticas e comerciais nas proximidades do estuário, com ênfase no descarte inadequado de plásticos e embalagens. A falta de uma gestão eficaz, associada à ausência de políticas de limpeza e conservação, torna urgente a implementação de programas regulares de coleta de resíduos, além de incentivar práticas de reciclagem e educar a comunidade sobre os impactos do descarte inadequado.

Para mitigar os impactos e preservar a qualidade ecológica do estuário, é necessário investir em parcerias público-privadas, educação ambiental, e ações concretas de gestão dos resíduos. O monitoramento contínuo e a formulação de políticas públicas mais eficazes são essenciais para garantir a sustentabilidade do Estuário dos Bons Sinais e de outros ecossistemas costeiros.

6.2. Recomendações

Recomenda-se que para os trabalhos futuros que se faça:

- Uma análise de contribuição de Resíduos Sólidos Urbanos levando em consideração os fatores hidrodinâmicos na região do EBS.
- Um estudo preliminar de agentes transportadoras de Resíduos Sólidos e modelagem do fluxo na região do EBS.

Referências bibliográficas

- ABNT. (1987). *Resíduos Sólidos: Classificação*. Rio de Janeiro: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
- Abu-Hilal, A. H., & Al-Najjar, T. (2009). *Marine litter in coral reef areas along the Jordan Gulf of Aqaba, Red Sea*. Journal of Environmental Management.
- Andarusse, S. C. (2023). *HIDRODINAMICA E MECANISMOS DE TRANSPORTE DO SAL NO ESTUARIO DOS BONS SINAIS*. Quelimane: UEM-Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras.
- Araujo , M. B., & Costa, M. F. (2003). *Lixo no ambiente marinho*. Ciência Hoje.
- Araujo , M. B., & Costa, M. F. (2007). *Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco*. Brasil .
- Baptista Neto, A. J., Kersanach, M. W., & Patchineelam, S. M. (2008). *Poluição Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência.
- Barcelos, L. M. (2016). *Impactos dos Plasticos nos Oceanos*. Azores: Pingo de Lava.
- Belarmino, P. H., Silva, S. M., Rufener, M.-C., & Araújo, M. C. (2014). *Resíduos sólidos em manguezal no rio Potengi (Natal, RN, Brasil): relação com a localização e usos*. Brasil: Gestao Costeira Integrada.
- Browne, M. A., Galloway, T. S., & Thompson, R. C. (Spatial Patterns of Plastic Debris Along Estuarine Shorelines). 2010. Environmental Science & Technology.
- Burns, C., Orttung, R. W., Shaiman, M., Silinsky, L., & Zhang, E. (2021). *Solid waste management in the Arctic* . Waste Management.
- Camões, F. B., & Da Silva, R. F. (2023). *Gestão de resíduos sólidos e seu impacto na qualidade de vida: Caso de estudo do Bairro Torrone Velho (Quelimane – Moçambique)*. Brasil: Revista Brasileira de Meio Ambiente.
- Chandamela, M. H. (2019). *GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM MOÇAMBIQUE*. Maputo-Moçambique: OMR_Observatório do Meio Rural.
- CNUDM, C. d. (1985). *Versão oficial para todos os povos de língua portuguesa. Ministério dos Negócios Estrangeiros de Portugal. Série C. Biblioteca Diplomática*. Rio de Janeiro: Diretoria de Hidrografia e Navegação, Marinha do Brasil.

- Coe, J. M., & Rogers, D. B. (1997). *Marine Debris: Sources, Impacts, and Solutions*. Nova York: Springer-Verlag.
- Cordeiro, C. M. (2006). *Avaliação dos resíduos sólidos retidos em manguezais da região estuarina de São Vicente, SP*. São Vicente: Universidade Estadual Paulista.
- Cristóvão, S. (2018). *Resíduos Sólidos Marinhos em Áreas Protegidas: O caso da Reserva Biológica de Santa Isabel (Sergipe/Brasil)*. Universidade Federal.
- Cruz, B. C. (2011). *AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA DISTRIBUIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA PRAIA DA BARRINHA, VILA VELHA - ES*. Vitória: UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO.
- Cunha, L. C. (2017). *POLUIÇÃO MARINHA POR PLÁSTICOS: UMA QUESTÃO DE DIREITO INTERNACIONAL*. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- Das, L., Lee, L. H., Kumar, P., Kim, K. H., Lee, S. S., & Bhattacharya, S. S. (2019). *Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability*. Journal of Cleaner Production.
- Dashefsky, H. S. (1996). *Dicionário de Ciência Ambiental*. São Paulo: Gaia.
- De Veaux, R., Velleman, P., & Bock, D. (2009). *Estatística básica*. São Paulo: Pearson Education do Brasil.
- Decreto n.º 94/2014 de 31 de Dezembro, B. (2014). Regulamento Sobre a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. *Jornal de Boletim da República de Moçambique*, 209-211.
- Derraik, J. B. (2002). *The pollution of the marine environment by plastic debris: a review*. Marine Pollution Bulletin.
- Faria, C. F., & Oliveira, E. C. (2022). *LIXO MARINHO E SEU ÍNDICE DE CONTAMINAÇÃO CLASSIFICADO EM UMA PLATAFORMA DE MONITORAMENTO PARA AS PRAIAS DA ZONA COSTEIRA BRASILEIRA*. Santos: Universidade Federal de São Paulo.
- Farrapeira, C. R. (2011). *Invertebrados macrobentônicos detectados na costa brasileira transportados por resíduos flutuantes sólidos abiogênicos*. Revista de Gestão Costeira Integrada.
- Fidem. (1987). *Proteção das áreas estuarinas - Série de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente*.
- Gall, S. C., & Thompson, R. C. (2015). *The Impact of Debris on Marine Life*. Marine Pollution Bulletin.

- Goldberg, E. D. (1995). *Emerging problems in the coastal zone for the twenty-first century*. Marine Pollution Bulletin.
- Guayanaz, A. C., Santos, T. W., Lago, A. d., Praseres, E. C., & Praseres, E. C. (2021). *RESÍDUOS SÓLIDOS EM DUAS PRAIAS URBANAS DA ILHA DE SÃO LUÍS, MA, BRASIL*. ISSN.
- INE, I. N. (2017). *IV Recenseamento Geral da População e Habitação 2017: Resultados Definitivos*. Maputo: Instituto Nacional de Estatística.
- Kanhai, G., Fobil, J. N., Nartey, B. A., Spadaro, J. V., & Mudu, P. (2021). *Urban Municipal Solid Waste Management: Modeling air pollution scenarios and health impacts in the case of Accra, Ghana*.
- Kennish, J. M. (1997). *Practical Handbook of Estuarine and Marine Pollution*. Boca.
- Machado, E. (2017). *Poluição Marinha*. Rio Grande: Universidade Federal do Rio Grande.
- Mascarenhas, R., Clenia, Batista, P., Moura, I. F., Caldas, A. R., Neto, J. C., . . . Barros, T. S. (2008). *Lixo marinho em área de reprodução de tartarugas marinhas no Estado da Paraíba (Nordeste do Brasil)*. Brasil: Revista da Gestão Costeira Integrada.
- Maurat, M. C., Moraes, R. C., & Marques, A. J. (2002). *Poluição marinha*. Sao Paulo.
- MMA. (2010). *Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil*. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros.
- Moçambique. (2006). *Decreto lei n.º 13 /2006*. Maputo.
- Moraes, L. B., & Dias, F. P. (2018). *RESÍDUOS SÓLIDOS ANÁLISE AMBIENTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PRESENTES NO RIO BACANGA, SÃO LUÍS – MA*.
- Mota, J. C., Almeida, M. M., Alencar, V. C., & Curi, W. F. (2009). *CARACTERÍSTICAS E IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RESÍDUOS SÓLIDOS. UMA VISÃO CONCEITUAL*.
- Oliveira, A., Tessler, M. G., & Turra, A. (2011). *Distribuição de lixo ao longo de praias arenosas – Estudo de caso na Praia de Massaguaçu, Caraguatatuba, SP*. Revista da Gestão Costeira Integrada.
- Ortiz, L. C. (2010). *RESÍDUOS SÓLIDOS EM PRAIAS DO ESPÍRITO SANTO SOB DIFERENTES REGIMES DE USO*. Vitória: UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO.

- PDUL, P. (2021). *GUIÃO METODOLÓGICO PARA A ELABORAÇÃO DE PLANOS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS*. Maputo: REPÚBLICA DE MOÇAMBIQUE Ministério da Terra e Ambiente.
- Pereira, D. F., Almeida, S. R., & Santos, M. V. (2021). *Gestão de resíduos sólidos urbanos e sua influência na conservação de ecossistemas costeiros*. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental.
- Rocha, E. F., & Ferreira, M. I. (2016). *Gestão ambiental de zonas estuarinas: uma proposta de conservação das águas e da biodiversidade para o manguezal do estuário do Rio Paraíba do Sul, Gargaú, RJ*. Rio de Janeiro: Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes.
- Rochman, C. M., Hoh, E., Hentschel, B. T., & Kaye, S. (2013). *Long-Term Field Measurement of Sorption of Organic contaminants to Five Types of Plastic Pellets: Implications for PLastic Marie Debris*. Environmental Science & Technology.
- Santos, M. F. (2002). *Impactos Ambientais no Estuario do Rio Formoso a Partir da Confluencia dos Rios Ariquinda/Formoso, Tamandare (PE)*. Recife.
- Sasaki, B., Baroni, P. C., Lucas, A. A., Zeineddine, G. C., Oliveira, K. S., Gama, L. M., . . . Barrella, W. (2016). *Composição e caracterização dos resíduos sólidos de diferentes ecossistemas costeiros da Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una (Peruíbe – SP)*. Sao Paulo: Universidade Santa Cecília.
- Silva, E. J., Morais, P. C., & Silva, A. Q. (2019). *RESÍDUOS SÓLIDOS NO AMBIENTE MARINHO BRASILEIRO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA*. Brasil: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.
- Silva, M. A., Pereira, R. S., & Costa, L. F. (2020). *Poluição por resíduos sólidos urbanos em áreas costeiras: impactos e estratégias de mitigação*. Revista Ambiente & Sociedade.
- Souza, T. R., & Lima, J. P. (2019). *Efeitos da poluição por resíduos sólidos na qualidade da água em estuários*. Cadernos de Ciências Ambientais.
- Tourinho, P. S., & Fillmann, G. (2011). *Temporal trend of litter contamination at Cassino beach, Southern Brazil*. Revista da Gestão Costeira Integrada.
- Villa, F., Vinti, G., & Vaccari, M. (2022). *Appropriate solid waste management system in Quelimane (Mozambique): study and design of a small-scale center for plastic sorting with wastewater treatment*.

WHO. (2007). *Population health and waste management: scientific data and policy options*. Report of a WHO workshop Roma, Italia: WHO Regional Office for Europe.

Williamson, C. E., Dodds, W., Kratz, T. K., & Palmer, M. A. (2008). *Fronteiras em Ecologia e Meio Ambiente lagos e riachos como sentinelas da mudança ambiental em processos terrestres e atmosféricos*.

Anexos

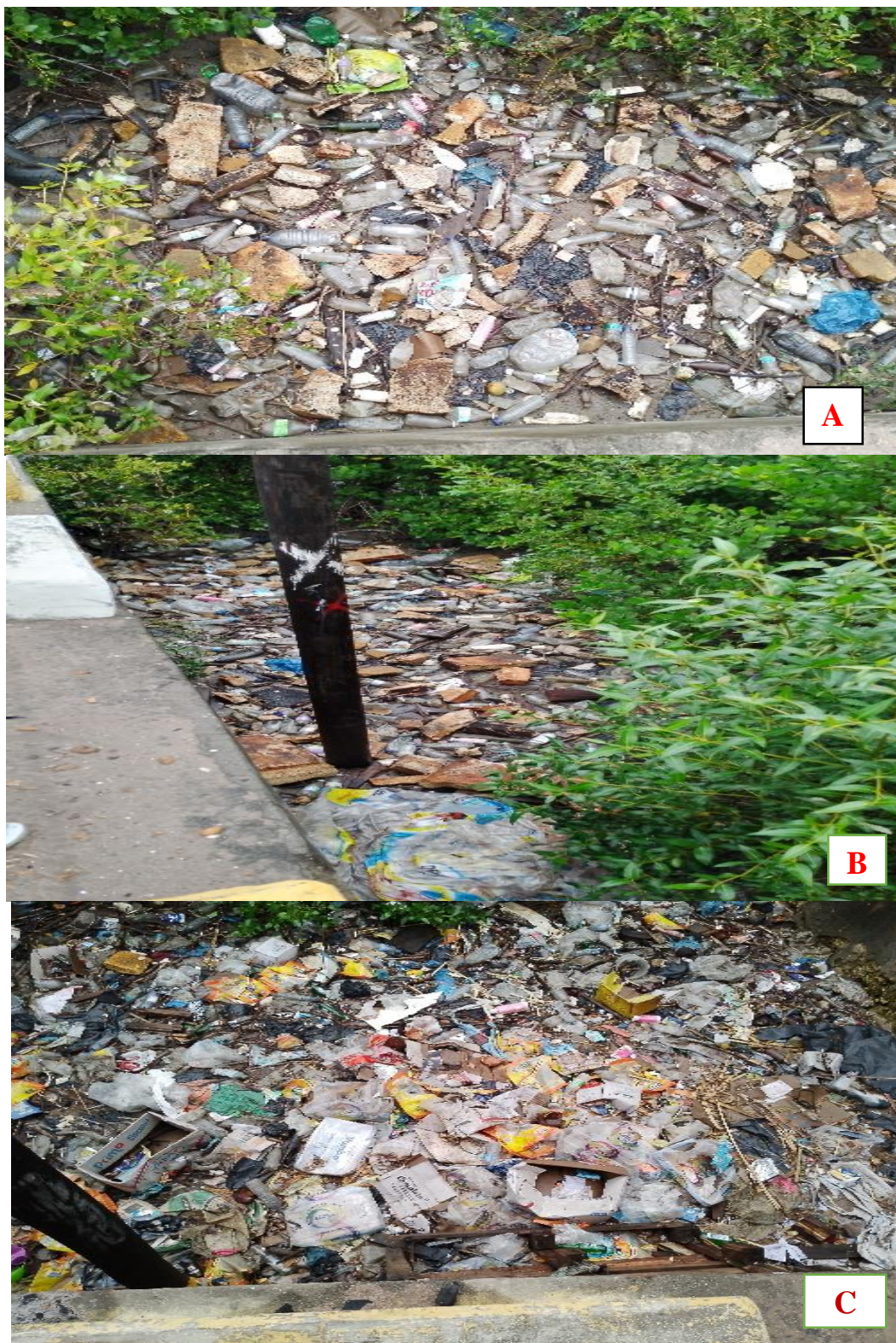


Figura 12: Representação visual do local de coleta de dados antes da limpeza; imagem A refere-se ao ponto MaIM [B], imagem B corresponde ao ponto MaIM [A] e imagem C refere-se ao ponto MeIM. **Fonte:** Autor (2024)



Figura 13: Locais de coleta após a limpeza realizada um mês antes da coleta de dados. As imagens A e B mostram os pontos de coleta já limpos, enquanto a imagem C registara o momento da limpeza no local, realizada um mês antes da retirada das amostras. **Fonte:** Autor (2024).



Figura 14: Registro do momento de coleta de dados e do processo de transporte. Imagens A e B mostram o momento da coleta de dados nos pontos de amostragem e imagens C e D retratam o processo de transporte dos RS coletados para análise. **Fonte:** Autor (2024)



Figura 15: Etapas do processamento das amostras coletadas; imagens A e B representam o processo de secagem das amostras, imagem C mostra o processo de separação e contagem dos RS e imagens D, E e F ilustram o momento de pesagem das amostras para análise. **Fonte:** Autor (2024).