



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA DO AMBIENTE
TRABALHO DE LICENCIATURA

TEMA:

**PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO INTEGRADO DE GARRAFAS
PLÁSTICAS RECOLHIDAS NA CIDADE DE MAPUTO AO LONGO DA AVENIDA
MARGINAL**



AUTORA:

Ermelinda da Conceição José Toqueleque

SUPERVISORA:

Mestre Karina Sultane Motani, Eng^a

Maputo, Junho de 2022



FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

TRABALHO DE LICENCIATURA

TEMA:

**PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO INTEGRADO DE GARRAFAS
PLÁSTICAS RECOLHIDAS NA CIDADE DE MAPUTO AO LONGO DA AVENIDA
MARGINAL**

AUTORA:

Ermelinda da Conceição José Toqueleque

SUPERVISORA:

Mestre Karina Sultane Motani, Eng^a

Maputo, Junho de 2022

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que o trabalho apresentado em seguida foi realizado com base nos conhecimentos adquiridos ao longo do curso e nos documentos e referências citados no mesmo.

Maputo, Junho de 2022

A autora

(Ermelinda da Conceição José Toqueleque)

Dedicatória

Á todos aqueles que acreditaram no meu potencial, meus colegas, familiares e especialmente meu filho e meus irmãos.

Á todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu me tornasse o que sou.

Dedico Este Trabalho.

Agradecimentos

Em primeiro lugar a Deus, por ter me dado força para ultrapassar todas as dificuldades encontradas ao longo desta jornada.

À minha Supervisora Eng^a Karina pela orientação, incentivo e colaboração incansável durante as aulas e na realização deste trabalho.

A todos que directa ou indirectamente contribuíram para realização deste trabalho, falo concretamente de todos meus colegas do curso de Engenharia não só do ano de 2014, mas aqueles que tiveram a oportunidade de conhecer ao longo da formação.

Citação

“O Mundo não será destruído por aqueles que fazem o mal, mas por aqueles que os olham e não fazem nada”.

Albert Einstein

Resumo

Actualmente a poluição marinha por plástico é uma grande preocupação ambiental, considerando principalmente a capacidade de dispersão e resistência à degradação que estes materiais possuem.

A rápida urbanização, o crescimento dos bairros sem nenhum serviço básico, os fluxos migratórios internos, sem planeamento entre outros serviços básicos, têm desafiado o governo a enfrentar novas realidades.

Na costa das praias urbanas da cidade de Maputo, é notável, por qualquer pessoa que as visite, a quantidade de material plástico existente ao longo da costa. Este material plástico descartado de forma inadequada é mais notório durante o período turístico.

Pouco se sabe em relação a real quantidade produzida de resíduos plásticos na costa das praias urbanas da cidade de Maputo.

O objectivo deste trabalho é de elaborar um modelo de gestão integrada de resíduos plásticos presentes ao longo da costa das praias urbanas da Cidade de Maputo, nomeadamente praia do Polana, Miramar, Baía, Autódromo, Triunfo, Costa do Sol, Praia das 3 árvores, Macaneta e Catembe. Para atingir esse objectivo, e com vista a proporcionar soluções ambientais foi necessário fazer-se um trabalho de limpeza e monitoria para colher dados ou informação para a criação do modelo de gestão.

Na realização do presente trabalho foram usadas metodologias para alcançar o objectivo geral supracitado com destaque para a realização de monitorias e limpezas para o levantamento e análise do descarte inadequado do resíduo plástico, com interesse para a prevenção e combate a poluição plástica ao longo da costa das praias urbanas da cidade de Maputo.

Foi ainda elaborada uma lista de *itens* de plásticos mais encontrados nas praias urbanas, sendo o topo ocupado pelos sacos plásticos, embalagens de salgadinhos, tampas plásticas e garrafas PET, o que demonstra a falta do uso de formas adequadas dos mesmos.

Palavras-Chave: Resíduos Plásticos, Gestão, Modelo.

Sumário

| | |
|--|----|
| Dedicatória | i |
| Agradecimentos | ii |
| Índice de Figuras..... | vi |
| Índice de Gráficos | vi |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1. Formulação do Problema..... | 2 |
| 1.2. Hipóteses do trabalho | 3 |
| 1.3. Justificativa para o estudo..... | 3 |
| 1.4. Objectivos | 4 |
| 1.5. Metodologia | 5 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 6 |
| 2.1. Conceitos básicos | 6 |
| 2.1.1. Classificação do lixo de acordo com a origem | 6 |
| 2.1.2. Classificação dos resíduos sólidos..... | 7 |
| 2.1.3 Características físicas dos resíduos sólidos..... | 8 |
| 2.1.4. Características dos resíduos plásticos (PET) | 9 |
| 2.2. Impactos ambientais dos resíduos plásticos..... | 11 |
| 2.3. Gestão Integrada de Garrafas Plásticas | 12 |
| 2.4. Plano de monitoria | 15 |
| 2.5. Enquadramento legal da gestão de resíduos plásticos..... | 20 |
| 2.5.1. Quadro legal internacional | 20 |
| 2.5.2. Quadro legal nacional | 21 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 23 |
| 3.1. Abordagem do estudo..... | 23 |
| 3.2. Local da realização da pesquisa..... | 23 |
| 3.2.1. Caracterização da Área de Estudo | 24 |
| 3.3. População de estudo | 24 |
| 3.3.1. Amostra..... | 25 |
| 3.4. Critério de inclusão | 25 |
| 3.5. Critérios de exclusão..... | 26 |
| 3.6. Técnica e instrumentos de recolha de dados..... | 26 |
| 3.7. Análise estatística dos dados..... | 26 |
| 3.8. Horizonte temporal do estudo | 26 |
| 3.9. Disseminação do estudo..... | 26 |
| 4. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS | 27 |
| 4.2. Situação de gestão de resíduos sólidos na Cidade de Maputo..... | 27 |
| 4.2. Apresentação dos resultados | 28 |
| 5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... | 33 |
| 5.1. Proposta do modelo de gestão integrada de garrafas plásticas..... | 33 |
| 5.1.1. Centro de acondicionamento..... | 34 |
| 5.1.2. Coleta selectiva | 34 |
| 5.1.3. Recolha e Transporte..... | 34 |
| 5.1.4. Centro de triagem, venda e compra de resíduos recicláveis..... | 35 |

| | |
|---|----|
| 5.1.5. Reciclagem..... | 36 |
| 5.1.7. Deposição final das garrafas plásticas | 37 |
| 5.1.8. Aterro Sanitário | 38 |
| 5.1.9. Incineração..... | 38 |
| 5.2. Gestão de ecopontos | 39 |
| 5.2.1. Coordenação, monitoria e fiscalização das actividades | 40 |
| 5.3. Logística reversa na gestão de garrafas plásticas | 40 |
| 5.4. Discussão dos resultados | 41 |
| 5.4.1. Coleta seletiva..... | 41 |
| 5.4.2. Estratégias complementares a serem adoptadas para a redução da geração de resíduos plásticos na Av. da Marginal..... | 42 |
| 5.4.3. Sensibilização ambiental..... | 44 |
| 5.5. Vantagens da coleta seletiva | 44 |
| 5.6. Desvantagens da coleta seletiva..... | 44 |
| 6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES..... | 46 |
| 6.1. Conclusão | 46 |
| 7.2. Recomendações | 47 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 48 |
| Anexos | A |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Localização das áreas de estudo..... | 23 |
| Figura 2. Descrição do processo de gestão integrado de resíduos plásticos..... | 33 |
| Figura 3. Exemplo de reutilização de garrafas plásticas para lata de lixo..... | 37 |
| Figura 4. Exemplo de ecoponto com contentores verde, amarelo e azul..... | 40 |

Índice de Gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 1. Quantidade de garrafas plásticas recolhidas por cada área..... | 29 |
| Gráfico 2. Quantidade de garrafas plásticas recolhidas por marca em todas as praias..... | 29 |
| Gráfico 3. Garrafas plásticas recolhidas por cada área em função de festividade..... | 32 |
| Gráfico 4. Quantidade de garrafas plásticas recolhidas por uma semana | 32 |

Lista de Acrónimos e Abreviaturas

| | |
|--------|---|
| AMOR | Associação Moçambicana de Reciclagem |
| CONAMA | Concelho Nacional de Meio Ambiente |
| MARPOL | Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição dos Navios |
| MGIRS | Modelo de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos |
| MICOA | Ministério de Coordenação para Acção Ambiental |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PET | Tereftalato Polietileno |
| POPs | Poluentes Orgânicos Persistentes |
| PCB | Poli-Cloro Bifenil |
| PP | Polipropileno |
| PE | Polietileno |
| PEAD | Polietileno de alta densidade |
| PEBD | Polietileno de baixa densidade |
| PVC | Policloreto de vinila |
| PS | Poliestireno |
| PGIRS | Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos |

1. INTRODUÇÃO

Resíduos sólidos são restos no estado sólido ou semi-sólido, que resultam de actividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, serviços de saúde, comercial, agrícola e serviços de limpeza. Considera-se também resíduos sólidos as lamas provenientes de sistemas de tratamento de água, gerados em equipamentos e instalações de controlo de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo de água (VALDIR, et al, 2002).

Lixo é definido como algo inútil, imprestável e sem valor ou mesmo qualquer material produzido pelo homem que perde a utilidade e é descartado (MARTA, 2014).

A dificuldade da gestão de resíduos sólidos em estudo tem duas componentes: a grande quantidade de resíduos gerados e a sua composição. A nossa geração produz 3,2 vezes mais resíduos plásticos em comparação a geração passada. Antigamente, os resíduos eram orgânicos e voltavam para a natureza por meio da decomposição (REPENSAR, 2020).

Certamente, o aumento da quantidade de resíduos sólidos é um grave problema ambiental, pois é necessário levar em consideração que o planeta é um sistema fechado, devemos perceber que os resíduos sólidos são, na realidade, ou deveriam ser considerados matérias-primas para produção de outros artefactos, evitando, assim, a exploração de recursos naturais, que são finitos. Assim, o termo aqui utilizado será resíduos sólidos uma vez que o pensamento está fundamentado na possibilidade de reutilização, partindo do pressuposto que os resíduos serão matéria-prima em local inadequado (BRINGHENTI, 2004).

Os resíduos ao longo da costa são deitados pelos utentes, vendedores informais, pescadores, automobilistas, entre outros que se fazem a costa ou ao mar, porém muitos ignoram as orientações de depositar o lixo nos locais apropriados, desta forma poluindo as praias.

A partir desse estudo pode-se concluir que os sistemas de gestão de resíduos sólidos ao longo da costa poderá melhorar o saneamento, trazer ganhos económicos (através da reciclagem) e ganhos na área do ambiente.

Estima-se que na cidade de Maputo vivem mais de 1.100.000 habitantes. Segundo a Direção Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos e Salubridade em média cada munícipe produz por dia cerca de 1 kg de lixo e gera cerca de 1.135.000 toneladas de lixo por ano, apenas uma ínfima parcela deste volume tem tratamento adequado e é estimado em cerca de 700 toneladas e o resto é despejado a céu aberto, na Lixeira de Hulene, vazadouros e em áreas alagadas (CHANDAMELA, 2019).

A produção e o tratamento dos resíduos plásticos, dentre outros processos, são destacados como graves problemas, principalmente em países considerados pobres, onde não há investimento em tecnologias de gestão de resíduos. Além de causar danos ao meio ambiente e à saúde humana devido a sua disposição inadequada, o custo de produção é muito elevado mesmo em países ricos (ARAGÃO & VELOSO, 2014).

Adiante da crescente produção de lixo enfrentada na cidade de Maputo, o presente trabalho tem o objectivo principal analisar a produção e reciclagem de resíduos plásticos, nomeadamente garrafas plástica ao longo da avenida Marginal na Cidade de Maputo.

1.1. Formulação do Problema

Nos últimos anos, a sociedade tem sido bombardeada com anúncios, publicidades e outras formas de comunicação social sobre as implicações nefastas que os resíduos plásticos apresentam à saúde pública e ao meio ambiente mesmo que sejam removidos para os aterros devido ao tempo da sua decomposição.

Hoje, só com debates sobre os problemas ambientais e a valorização de resíduos no mercado motivou os novos académicos a debruçarem sobre o assunto ou também a atracção pelo valor dos materiais recicláveis e para resolver problemas ambientais (na redução de lixo no aterro de Hulene), sociais e económicos. É dentro desse triângulo de factores que surge a proposta de um modelo de gestão integrado de garrafas plásticas recolhidas na cidade de Maputo ao longo da avenida marginal com a perspectiva de reduzir a quantidade das garrafas plásticas depositadas nos aterros e promover a reciclagem desses resíduos.

Na avenida marginal é notória a presença de resíduos plásticos desde garrafas, sacos, copos, pratos e talheres descartáveis, embalagens diversas, palhinhas, palitos

de doces, tampas de garrafas, entre outros. Para Fernando & Lima (2012) os resíduos plásticos representam 10% da quantidade total produzida de resíduos sólidos, ocupando o terceiro lugar atrás dos resíduos orgânicos e papel/papelão.

Com a falta de separação e reciclagem de resíduos sólidos recolhidos ao longo da costa e que chegam ao aterro em grandes quantidades, preocupou a autora e que chegou a seguinte pergunta de pesquisa: *Como minimizar a quantidade de resíduos sólidos em especial as garrafas plásticas enviadas ao aterro de Hulene provenientes da avenida Marginal da Cidade de Maputo?*

1.2. Hipóteses do trabalho

O tema em questão acaba acarretando algumas hipóteses a serem testadas:

H₀: A implementação da recolha selectiva de garrafas plásticas ao longo da Marginal, poderá proporcionar uma melhor qualidade de vida para seus utentes, mudança de hábitos e sem penumbra de dúvidas, contribuirá para a preservação do meio ambiente.

H₁: O processo de separação de resíduos sólidos, em especial as garrafas plásticas, recolhidos ao longo da AV. Marginal irá minimizar a quantidade de resíduos sólidos que chegam ao aterro de Hulene, uma vez que estes resíduos previamente separados seguirem para o processo de reciclagem.

1.3. Justificativa para o estudo

Embora existam algumas iniciativas da sociedade civil que seleccionam informalmente plásticos, vidro e metais por vezes para uso próprio ou para venda informal, pouco se sabe em relação a formas de tratamento de resíduos no País, Estas práticas ocorrem principalmente nas lixeiras Municipais das grandes Cidades tais como Maputo e Beira, com manifesto risco para os recolectores.

O destino final dos resíduos sólidos em Moçambique são as lixeiras ao céu aberto e aterros controlados. Embora se tenham registados poucos estudos sobre os impactos das lixeiras na saúde pública, não se pode ignorar o perigo potencial que constitui, pois nenhum tratamento específico é dado aos resíduos sólidos. Esta situação tem causado preocupações para o tecido social, porque:

- a) As lixeiras estão localizadas próximas das zonas residenciais, sendo os resíduos sólidos transportados até a este local pelas vias públicas de acesso, com grande tráfego;
- b) São poucos os estudos feitos sobre o tipo de solo das lixeiras, podendo ser por vezes susceptíveis a lixiviações e poluição das águas subterrâneas; paralelamente, ocorrer a poluição atmosférica provocada pelos fumos, maus cheiros e partículas potencialmente tóxicas uma vez que os resíduos não são sujeitos a uma selecção prévia e são queimados em simultâneo e regularmente;
- c) Em alguns casos, as lixeiras não são de fácil acesso fazendo com que os resíduos sejam depositados em terrenos baldios ou a beira das estradas;

Neste contexto, o presente trabalho poderá contribuir com a proposta de um modelo de gestão integrado de resíduos plásticos para Moçambique. Neste modelo de estudo, pretende-se explorar uma técnica que poderá reaproveitar a maior parte dos resíduos plásticos.

1.4. Objectivos

O presente trabalho tem como objectivo geral criar proposta de um modelo de gestão integrado de resíduos sólidos plásticos recolhidos na cidade de Maputo ao longo da avenida Marginal.

Foram propostos os seguintes objectivos específicos:

- Descrever a situação actual de resíduos plásticos na área de estudo;
- Identificar os impactos ambientais causados pelos resíduos plásticos;
- Elaborar um modelo de gestão integrado de resíduos plásticos recolhidos neste projecto;
- Estabelecer os parâmetros de monitoria de gestão dos resíduos plásticos, mobilizando recursos para implementação de acções e mecanismos de avaliação e controlo.

1.5. Metodologia

Este trabalho foi elaborado baseado na seguinte metodologia:

- a) Revisão bibliográfica sobre os assuntos relacionados com o tema “gestão integrada dos resíduos sólidos, com destaque para a gestão de resíduos de plástico”. A pesquisa foi realizada em páginas de internet, bibliotecas digitais, Google books, artigos científicos, entre outros;
- b) Trabalho de campo foi realizado em praias da Cidade de Maputo, nomeadamente Katembe-Ponte, Marítimo, ATCM, Praia da Polana, Baia - Game, Praia do Triunfo, Costa do Sol, no período compreendido, entre Agosto e Novembro de 2020.
- c) Tratamento dos dados utilizando um dos pacotes estatísticos disponíveis (excel e *statistics calculator*);
- d) Proposta do plano de monitoria e gestão de resíduos plásticos;
- e) Análise, discussão dos resultados e elaboração do relatório final.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Conceitos básicos

Lixo corresponde a todo material descartado que não pode ser transformado ou reutilizado (PEREIRA & CURI, 2013).

Resíduos são materiais que, depois de usados ou de terem ultrapassado sua data de validade, ainda podem ser reaproveitados (COSTA, 2013).

Reciclagem é um processo de transformação que envolve a alteração de propriedades (física, biológica, físico-química) dos resíduos; o objectivo da reciclagem é de transformar os resíduos em insumos ou novos produtos (RODRIGUES, 2010).

Reutilização consiste no aproveitamento de resíduos sólidos sem que ocorra a sua transformação física, biológica, físico-química.

2.1.1. Classificação do lixo de acordo com a origem

A classificação do lixo de acordo com sua origem (LIMA, 1991 e SÃO PAULO, 1998) é:

- Lixo domiciliar: produzido nas residências, nos escritórios, refeitórios e sanitários das indústrias. São restos de alimentos, papéis, plásticos, vidros, metais, dentre outros. É um tipo de resíduo menos específico e mais variado, com potencialidade de reciclagem.
- Lixo comercial: proveniente de estabelecimentos comerciais, composto basicamente dos mesmos resíduos que o lixo residencial.
- Lixo industrial: resultante dos processos industria. São restos de materiais, lamas, produtos dos processos de fabricação, dentre outros. É um tipo de resíduo mais específico e menos variado, com potencialidade de reciclagem.
- Lixo hospitalar: produzido por hospitais, farmácias, ambulatórios médicos e clínicas veterinárias. É um tipo de resíduo mais específico e menos variado, com baixa potencialidade de reciclagem.
- Lixo de vias públicas: resultado da varredura de ruas, limpeza de bermas, bocas-de-lama, canais, terrenos baldios, etc. É composto por terra, folhas, entulhos, ramos e resíduos diversos. Possui pouco potencial de reciclagem.

- Entulho da construção civil: produzido na construção e reforma de obras individuais, públicas, industriais ou comerciais. É composto por restos de demolições e sobras de materiais de construção. É um tipo de resíduo mais específico e menos variado, com potencialidade de reciclagem.
- Outros: proveniente de portos, aeroportos, penitenciárias além daqueles de origens diversas tais como produtos resultantes de acidentes, animais mortos, veículos abandonados, dentre outros.

2.1.2. Classificação dos resíduos sólidos

De acordo com (CHANDAMELA, 2019) os resíduos dividem-se em:

- **Classe I** – Perigosos – são resíduos que em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reactividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública, provocando o aumento de mortalidade ou incidência de doenças. Enquadram-se nesta classe os resíduos sólidos industriais e hospitalares.
- **Classe II** – Não perigosos, que são divididos em:
 - a) **Classe II A** – Não inertes – são resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I (perigosos) ou na Classe II B (inertes). Estes resíduos podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade, ou solubilidade em água. Enquadram-se nesta classe os resíduos sólidos domiciliares.
 - b) **Classe II B** – Inertes – são resíduos sólidos que, submetidos a testes de solubilização, não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, exceptuando-se os padrões aspecto, cor, turbidez e sabor. Nesta classe enquadram-se principalmente os resíduos de construção e demolição.

2.1.3 Características físicas dos resíduos sólidos

Para (SILVA & LEITE, 2008) as características físicas dos resíduos incluem:

- **Composição gravimétrica:** indica a percentagem de cada componente em relação ao peso total do lixo.

A tabela 1 apresenta a composição dos resíduos recolhidos na Cidade Maputo.

Tabela 1. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos na Cidade de Maputo

| Tipo de resíduo | Composição gravimétrica (%) |
|------------------------|------------------------------------|
| Plástico | 10 |
| Papelão | 12 |
| Borracha/madeira/couro | 2 |
| Vidro | 3 |
| Metal | 2 |
| Material orgânico | 69 |
| Outros | 2 |
| Total | 100 |

Fonte: (FERNANDO & LIMA, 2012)

- **Peso específico:** é o peso dos resíduos em função do volume por eles ocupado, expresso em kg/m^3 . Sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações.
- **Teor de humidade:** esta característica tem influência decisiva, principalmente nos processos de tratamento e destinação do lixo. Varia muito em função das estações do ano e da incidência de chuvas.
- **Compressividade:** também conhecida como grau de compactação, indica a redução de volume que uma massa de lixo pode sofrer, quando submetida a uma pressão determinada. A compressividade do lixo situa-se entre 1:3 e 1:4 para uma pressão equivalente a 4 kg/cm^2 . Tais valores são utilizados para dimensionamento de equipamentos compactadores.
- **Gordura:** substância líquida decorrente da decomposição de material orgânico.

2.1.4. Características dos resíduos plásticos (PET)

Os polímeros plásticos podem ser classificados em dois grandes grupos distintos pelo comportamento térmico durante o processamento: os termoplásticos e os termofixos (CAIXETA *et al.*, 2018).

Os termoplásticos são moldáveis, pois amolecem quando aquecidos. Esse processo pode ser repetido inúmeras vezes e a degradação do polímero será mínima. Já os termofixos, não são facilmente moldáveis por aquecimento. Durante o processamento, esses polímeros são moldáveis, mas tornam-se rígidos ao final do processo e resistentes ao aumento de temperatura. Dentre os polímeros mais comuns, destaca-se o polipropileno (PP), polietileno (PE), policloreto de vinila (PVC), poliestireno (PS) e polietileno tereftalato (PET), que correspondem a 90% da demanda de plástico no mundo (CAIXETA *et al.*, 2018).

A baixo segue a tabela 2 que mostra as características, aplicações e impactos ambientais dos tipos de plástico.

Tabela 2. Características, aplicação e impactos ambientais dos tipos de plástico

| | Características | Aplicação | Impactos ambientais |
|------------|---|---|--|
| PET | Transparente, inquebrável, baixo peso, resiste ao ataque químico, resiste a deformações mecânicas, baixo nível de absorção de humidade e baixo custo. | Fabrico de embalagens para uso alimentício e hospitalar, até fibras têxteis. | Não é biodegradável podendo se acumular por muito tempo; polui os oceanos e rios, mata seres vivos por intoxicação ou asfixia, quando queimado libera substâncias tóxicas e cancerígenas |
| PE | PEAD | Excelente resistência química e de humidade em alimentos que não necessitam de barreira de oxigênio ou CO2 | Não é biodegradável, |
| | PEBD | Alta tenacidade, flexibilidade e transparência, com baixo ponto de fusão | Usado para vedações a quente, bem como em películas flexíveis e garrafas, é amplamente usado em fios e cabos por possuir propriedade elétrica estável. Fonte |
| PVC | Excelente transparência, resistência eléctrica e química e boa resistência a intempéries | Usado construção civil, em tubulações, conexões, cabos, nas indústrias de brinquedos, cartões de créditos e caixa para armazenagem de alimentos. | Não é biodegradável, é bioacumulativo, quando queimado libera substâncias tóxicas e cancerígenas |
| PS | Rígido, impermeável, baixo peso, transparente | Usado no sector de embalagens e descartáveis (como copos, talheres, pratos, etc.), peças de eletrodomésticos e eletroeletrônicos, brinquedos e caixas para CDs. | Não é biodegradável, pode ser ingeridos por organismos aquáticos afectando-os. |
| PP | Alta resistência a rupturas, boa resistência a impactos, resistência química, possui excelentes propriedades eléctricas | Utilizado na fabricação de utensílios domésticos e recipientes em geral, na fabricação de autopeças, sendo, para isto, reforçada com fibra de vidro | Não é biodegradável, quando queimado libera substâncias tóxicas e cancerígenas. |

Fonte (COSTA, 2013).

Os plásticos têm propriedades de isolamento térmico e eléctrico, resistência à corrosão, alguns são transparentes, tornando possível seu uso em dispositivos ópticos, e podem ser de fácil moldagem em formas complexas. Quando necessário os plásticos podem atender outros requisitos, pois possuem a característica de modificar suas propriedades com adição de elementos como retardadores de chama, plastificantes, pigmentos, entre outros, que conferem determinadas características. Dessa maneira permitem aplicações com vantagens significativas para a sociedade, como em produtos médicos, segurança eléctrica, isolamento térmico, em aeronaves e automóveis, proporcionando menor consumo de combustível (CASAGRANDE, 2018).

2.2. Impactos ambientais dos resíduos plásticos

Os resíduos plásticos descartados de forma inadequada causam problemas ao meio ambiente, pois a decomposição da matéria orgânica gera líquidos (chorume) e gases, poluindo a água, solo e ar. Os gases podem ser gerados também na queima dos resíduos que podem conter substâncias tóxicas ao homem e aos demais seres vivos. Outros problemas observados em relação à deposição sem cuidados dos resíduos plásticos são: o assoreamento quando são depositados às margens do rio, contaminação da área (solo) por um longo período impossibilitando o uso para a agricultura, desvalorização da terra e deterioração da paisagem (MARQUES, 2011).

A poluição do solo pode alterar suas características físico-químicas, que representa uma séria ameaça à saúde pública tornando-se num ambiente propício ao desenvolvimento de transmissores de doenças. A poluição da água pode alterar as características do ambiente aquático, através da percolação do líquido gerado pela decomposição da matéria orgânica, associado com as águas pluviais e nascentes existentes nos locais de descarga dos resíduos. A poluição do ar pode provocar a formação de gases naturais na massa de lixo, pela decomposição dos resíduos com e sem a presença de oxigénio no meio, originando riscos de migração de gás, explosões e até de doenças respiratórias (MARQUES, 2011).

2.3. Gestão Integrada de Garrafas Plásticas

A gestão de resíduos na zona costeira é o primeiro e mais importante passo para manter ecossistema vivo. Portanto, a gestão de resíduos sólidos é um dos problemas mais desafiadores dos municípios em todo mundo (UNHABITAT, 2010). As zonas costeiras estão ainda mais expostas a esta crise devido à falta de aterros apropriados, amplas variações populacionais sazonais, extensos empreendimentos comerciais e proximidade do ambiente marinho com seus frágeis ecossistemas (OLIVEIRA & TURRA, 2015).

As zonas costeiras, sobretudo as localizadas nas cidades estão cercadas por ecossistemas importantes e frágeis, pressionados pelo crescimento populacional, turismo e grandes empreendimentos comerciais. Estes factores contribuem para uma situação complexa de gestão de resíduos sólidos, a qual é agravada pela falta de planeamento e infra-estrutura de saneamento, comum em cidades de países em desenvolvimento (OLIVEIRA & TURRA, 2015).

A gestão de resíduos sólidos para o seu devido funcionamento deve obedecer as seguintes etapas: a) não geração, b) redução, c) reutilização, d) reciclagem, e) tratamento dos resíduos sólidos e f) deposição final ambientalmente adequada (BRUNI & BARBOSA, 2016).

Abaixo segue a descrição do funcionamento de cada etapa.

a) Não geração de resíduos sólidos (prevenção de geração)

Implica do ponto de vista da produção uma optimização dos processos produtivos de forma a se buscar a meta de resíduos zero na produção. A não geração de resíduos sólidos pode ser atendida, também, em associação com outras indústrias que usam como matéria-prima o resíduo gerado pela outra indústria ou a mesma indústria reaproveitar os resíduos gerados. A prevenção pode ser quantitativa (redução de quantidade), qualitativa (redução da perigosidade) (PEREIRA & CURI, 2013). Desta feita, a prevenção pode ser entendida como um conjunto de medidas tomadas para evitar que uma substância, matéria, produto se torne resíduo.

b) Redução da produção dos resíduos sólidos

Pode ser aplicada quanto à quantidade de resíduos produzidos, mas também a redução da toxicidade dos materiais produzidos. Um ponto que pode ser incluído aqui é o aumento do tempo de vida útil dos materiais para que possam ser utilizados durante mais tempo e diminuindo a necessidade de descartar e adquirir. A minimização da produção de resíduos pressupõe a consciencialização dos agentes políticos e económicos e das populações em geral para que todos se sintam responsáveis pela implementação de medidas tendentes à redução dos resíduos. A redução pressupõe o princípio do consumo racional, sem excessos. Exige que não se adquira algo que não será utilizado ou consumido, seja nas residências ou nas empresas. Na indústria, a redução pode ser conseguida através de alterações tecnológicas e de formação do pessoal da produção e da manutenção, redução que poderá ser conseguida com um programa de minimização da produção de resíduos sólidos, baseados em dois aspectos estratégicos: redução, separação na fonte e reciclagem (SIMÃO, 2011).

c) Reutilização

Consiste no aproveitamento de resíduos sólidos sem que ocorra a sua transformação física, biológica, físico-química.

d) Reciclagem

É um processo de transformação que envolve a alteração de propriedades (física, biológica, físico-química) dos resíduos. O objectivo da reciclagem é de transformar os resíduos em insumos ou novos produtos (RODRIGUES, 2010).

e) Tratamento dos resíduos sólidos

Envolve um conjunto de actividades e processos com o objectivo de promover a reciclagem de alguns de seus componentes, como o plástico, o papelão, os metais e os vidros, além da transformação da matéria orgânica em composto, para ser utilizado como fertilizante e condicionador do solo, ou em polpa para a utilização como combustível (SCHALCH *et al.*, 2002).

f) Deposição final ambientalmente adequada

Consiste na distribuição ordenada de resíduos em aterros, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (PEREIRA & CURI, 2013).

Na elaboração de um plano de gestão de resíduos sólidos deve considerar-se os seguintes aspectos (CÂNDIDO *et al.*, 2008):

- i) *Diagnóstico*. Nesta fase é feita a avaliação de vários dados de modo a conhecer a situação actual relativa à gestão de resíduos sólidos, recursos humanos, económicos e materiais e a projecção de gastos futuros.
- ii) *Proposições*. Visa definir as medidas a serem adoptadas para implantação de PGIRS, dentre elas a sensibilização da comunidade para problemática de lixo, opções adequadas para destinação final de resíduos sólidos, e conscientização da população em relação aos ganhos ambientais e sociais da deposição adequada dos resíduos sólidos.
- iii) *Consolidação*. Retrata a implementação das medidas propostas de forma objectiva e prática.
- iv) *Monitoramento*. Consiste em verificar se o PGIRS está funcionando adequadamente, além de apontar os pontos críticos do processo, sendo possível efectuar correcções em busca da melhoria contínua do sistema.

Ainda com o mesmo autor os principais modelos de gestão integrada de resíduos sólidos são:

- a) *Modelo de gestão convencional* que é caracterizado por representar qualquer município que tenha incorporado, aos seus serviços, a prestação dos serviços de limpeza urbana desenvolvendo um modelo de gestão próprio. Este pode ser encontrado com a inserção ou não de empresas terceirizadas no processo de gestão dos RSU.
- b) *Modelo de Gestão Participativa*, que representa a participação da população no desenvolvimento do orçamento anual ou plurianual, através de conselhos ou comunidades, onde, o poder público considera suas sugestões e analisa as actividades relacionadas aos Serviços de Limpeza Urbana para optar acerca das alternativas e soluções aos problemas existentes.

A presente proposta de Gestão Integrada de Garrafas Plásticas foi sugerida com base (CÂNDIDO *et al.*, 2008) no modelo de gestão participativa.

2.4. Plano de monitoria

Plano de monitoria é um plano de recolha e organização dos dados para produzir informação para o projecto (JERÓNIMO, et al, 2019).

O processo de elaboração do plano de monitoria em geral segue os seguintes passos (JERÓNIMO, et al, 2019):

1. Planear a recolha e organização de dados em detalhe;
2. Verificar viabilidade técnica e recursos;
3. Desenvolver fichas de recolha de dados e fichas de síntese.

Para a gestão de resíduos sólidos, o plano de monitoria tem a seguinte sequência e em baixo descrito (JERÓNIMO, et al, 2019).

Acondicionamento

É a etapa de preparação dos resíduos para a colecta adequada de acordo com o tipo e quantidade gerada. Os resíduos são acondicionados em recipientes próprios e mantidos até o momento em que são colectados e transportados ao aterro sanitário ou outra forma de destinação final (CLEVERSON *et al.*, 2012).

Destaca-se que o acondicionamento dos resíduos deve ser realizado de forma a evitar acidentes e proliferação de vectores. Assim, esta etapa pode ser considerada temporária. Para o acondicionamento temporário de resíduos, podem ser utilizadas caçambas, *contêineres* e lixeiras destinadas à colecta de resíduos recicláveis, dependendo do tipo de resíduo. Cabe destacar que é fundamental a identificação dos recipientes onde os resíduos serão acondicionados, identificando com figuras (cores) e dizeres de qual é o tipo de resíduos que corresponde àquele recipiente, visando facilitar o correcto descarte destes.

De acordo com a Resolução CONAMA 275/2001, foram estabelecidos padrões de cores para os diferentes tipos de resíduos para identificação de colectores, conforme abaixo:

- Azul: papel / papelão;
- Vermelho: plástico;
- Verde: vidro;
- Amarelo: metal;
- Preto: madeira;

- Laranja: resíduos perigosos;
- Branco: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;
- Roxo: resíduos radioativos;
- Marrom: resíduos orgânicos;
- Cinza: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

A colecta selectiva permite que os materiais que podem ser reciclados sejam separados dos demais, ou seja, os materiais recicláveis são separados em papéis, plásticos, metais, vidros, sendo que o lixo orgânico (restos de alimentos, podas de árvores, folhas secas e outras partes das árvores) são utilizados para a fabricação de adubos orgânicos por meio da compostagem ou encaminhados para o aterro sanitário. Ainda nesse grupo enquadram-se os resíduos hospitalares em virtude da contaminação biológica que podem apresentar, sendo que eles devem ser segregados dos demais resíduos e destinados à incineração.

Colecta

O passo seguinte é a colecta dos resíduos anteriormente acondicionados de forma correcta. Esta etapa deve ser realizada com frequência para evitar que o resíduo fique muito tempo exposto e ocorra emissão de odores e atracção de vectores. Por esse motivo, a regularidade é imprescindível, pois reduz o acúmulo de resíduos nos recipientes de acondicionamento favorecendo posterior a reciclagem (CLEVERSON V. et al, 2012).

Dessa forma, a colecta selectiva dos resíduos contribui de forma directa para a sustentabilidade, pois reduz significativamente o consumo de recursos naturais, bem como minimiza a possibilidade de poluição dos recursos hídricos e solo.

Transporte

Após a etapa de colecta dos resíduos, o próximo passo corresponde ao transporte desses resíduos à etapa de tratamento, e posteriormente, à destinação final. O transporte dos resíduos geralmente é realizado por caminhões específicos para tal finalidade. Nesta etapa, devem ser tomados alguns cuidados com relação às exigências legais, buscando sempre verificar e atender às normas de transporte de resíduos da localidade, bem como atentar para o arquivo de certificados e manifesto de transporte de resíduos, uma vez que é possível assegurar que o resíduo seja

transportado de forma adequada até o destino final, seja a reciclagem ou o tratamento (CLEVERSON V., et al, 2012).

Reciclagem

A reciclagem é um processo no qual os resíduos são reaproveitados para um novo produto, economizando matéria-prima que seria necessária para a produção destes produtos. Cabe destacar que as associações dos catadores também contribuem para a reciclagem, uma vez que eles realizam a colecta dos resíduos e posteriormente efectuam a venda para as recicladoras, aumentando o índice de separação de materiais para a reciclagem. No entanto, é importante destacar que caso os resíduos não sejam separados de forma adequada, resultará em problemas no processo de reciclagem. O facto de se reciclar resíduos, sem dúvida, contribui para o aumento da vida útil dos aterros sanitários, haja vista que uma menor quantidade de resíduos é encaminhada aos mesmos. Nesse sentido, segundo Calderoni (2003), os ganhos proporcionados pela reciclagem decorrem do fato de que é mais económica a produção a partir da reciclagem do que a partir de matérias-primas virgem, pois a produção a partir da reciclagem utiliza menos energia, matéria-prima, recursos hídricos, reduz os custos de controlo ambiental e também os de disposição final do resíduo. Cabe destacar que a reciclagem apresenta relevância ambiental, económica e social, com implicações que se desdobram em esferas, tais como: organização espacial, preservação e uso racional dos recursos naturais, conservação e economia de energia, geração de empregos, desenvolvimento de produtos, geração de renda e redução de desperdícios, entre outros (CALDERONI, 2003).

Tratamento

Esta etapa tem por objectivo reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, impedindo o descarte inadequado deles no meio ambiente, transformando-os em material inerte ou biologicamente estável. (CLEVERSON et al, 2012)

Destino final

A última etapa do Plano de Monitoria de Resíduos Sólidos refere-se ao destino final dos resíduos, configurando-se como um grande desafio para as cidades em virtude da grande quantidade de resíduos gerada. Como alternativas de disposição final podem ser citadas (LENHARD, 2016):

1. Lixão: Esta é uma forma inadequada de disposição de resíduos, pois o local não possui nenhum tipo de tratamento. O resíduo é disposto directamente no solo, o que pode causar diversos tipos de contaminação, além da atracção de vectores e odores, não possuindo nenhuma técnica de tratamento, bem como podendo se encontrar em locais inadequados. Essa disposição ainda tem como agravante a presença de pessoas, as quais se utilizam da garimpagem do lixo como forma de sobrevivência e até mesmo para alimentação, podendo ainda adquirir várias doenças, tornando-se, dessa maneira, um grave problema social.
2. Aterro Controlado: Os aterros controlados, ao contrário do aterro sanitário, visa apenas à cobertura dos resíduos com uma camada de terra, evitando a proliferação de vectores e o seu carreamento pelas águas pluviais, não dispendo de área impermeabilizada, nem tratamento do chorume ou colecta e queima de biogás. Essa forma de disposição é preferível ao lixão, mas ainda não é considerada a melhor forma, pois ela apenas minimiza os impactos ambientais e não previne a poluição ambiental.
3. Aterro Sanitário: O aterro sanitário é uma alternativa de disposição final que consiste na compactação dos resíduos sólidos em camadas. O solo é impermeabilizado, o chorume colectado e posteriormente tratado, evitando a contaminação das águas subterrâneas. O gás metano gerado em virtude da decomposição anaeróbia da matéria orgânica no interior do aterro, muitas vezes, é queimado, podendo também ser realizado o aproveitamento energético para geração de energia eléctrica. Actualmente, os aterros sanitários vêm sendo severamente criticados porque não têm como objectivo o tratamento ou a reciclagem dos materiais presentes no lixo urbano. De facto, os aterros sanitários são uma forma de armazenamento de lixo no solo, alternativa que não pode ser considerada a mais indicada, uma vez que os espaços úteis a essa técnica tornam-se cada vez mais escassos. Além disso, o aterro sanitário é um passivo ambiental, já que esta área nunca poderá ser novamente utilizada em virtude do grande armazenamento de resíduos e produção contínua de gás metano. As principais características do aterro sanitário são:
 - a) Impermeabilização da base do aterro, evitando o contato do chorume com as águas subterrâneas, podendo ser com geomembranas sintéticas;
 - b) Instalação de drenos de gás, constituindo-se como um canal de saída do gás metano do interior do aterro para a atmosfera. Esse gás pode ser apenas

queimado e transformado em gás carbônico ou pode ser recolhido para o aproveitamento energético. - Sistema de colecta de chorume, por meio de drenos que colectam o líquido decorrente da decomposição da matéria orgânica.

- c) Este líquido colectado é enviado para sistema de tratamento de efluentes. Sistema de tratamento de chorume, onde o mesmo é colectado e encaminhado para um sistema de tratamento para posterior descarte em um curso hídrico. O tratamento pode ser feito no próprio local ou o chorume colectado pode ser transportado para um local apropriado (geralmente uma Estação de Tratamento de Esgotos). O tipo de tratamento apropriado (geralmente uma Estação de Tratamento de Esgotos). O tipo de tratamento varia, podendo ser utilizados tratamentos mais convencionais por meio da utilização de lagoas anaeróbias, aeróbias e lagoas de estabilização ou também mediante a adição de substâncias químicas ao chorume. - Sistema de drenagem de águas pluviais, evitando que as águas se juntem ao chorume. Esse sistema de captação e drenagem de águas de chuva tem por objetivo drenar a água por locais apropriados para evitar a infiltração e contato com o chorume, minimizando o volume a ser tratado. - Incineração A incineração é a técnica de queima de resíduos, a qual é altamente utilizada nos países desenvolvidos e que possuem indisponibilidade de área e capacidade de altos investimentos. Esta técnica visa à diminuição da quantidade e volume de resíduos, bem como a sua toxicidade. No entanto, gera o problema da geração da cinza após a queima, a qual ainda necessita de um destino final adequado. Esta técnica consiste na combustão controlada de resíduos com temperaturas acima de 900°C a 1.200°C, transformando o resíduo em dióxido de carbono, vapor de água e cinza, podendo gerar a eliminação de gases tóxicos, necessitando, dessa forma, de filtros especiais, para evitar a poluição do ar. Uma das vantagens desta técnica é que a combustão pode ser transformada em energia térmica.

2.5. Enquadramento legal da gestão de resíduos plásticos

2.5.1. Quadro legal internacional

A criação da legislação de preservação dos ambientes aquáticos e costeiros sucedeu as determinações das principais conferências de meio ambiente da segunda metade do século XX. Em 1974, apenas dois anos após a Conferência de Estocolmo sobre Meio Ambiente Humano, as Nações Unidas, foi lançado o Programa dos Mares Regionais para coordenar a implementação de uma série de planos e suportes legais para estabelecimento de acordos regionais obrigatórios entre Estados, com o fim de preservação do meio ambiente marinho (FARIAS, 2014).

Algumas regulações ambientais internacionais que visam a prevenção dos resíduos plásticos no meio marinho são (FARIAS, 2014):

- Convenção MARPOL, é o único tratado internacional que regula uma das fontes de resíduos plásticos, a fonte marinha - trata-se da principal convenção que controla a poluição oriunda de embarcações e foi adoptada em 1973. Proíbe qualquer descarga de plásticos e limita as descargas segundo o tipo, quantidade e localização da embarcação;
- Convenção da ONU sobre o Direito do Mar - define os direitos e responsabilidades de cada nação na utilização dos oceanos, incluindo a prevenção de descargas de resíduos provenientes de meio terrestre e marinho;
- Agenda 21 e Plano de Implementação de Joanesburgo - estabelece regras relativamente à gestão de resíduos sólidos e águas residuais;
- Convenção de Londres, 1972 - legislação para limitar a descarga no mar de resíduos de fontes terrestres, particularmente plásticos e outros materiais sintéticos persistentes são proibidos;
- Convenção para a Protecção, Gestão e Desenvolvimento Marinho e Costeiro da Região Oriental de África.

2.5.2. Quadro legal nacional

A gestão de resíduos sólidos depende da disponibilidade de instrumentos legais adequados e actualizados de acordo com as dinâmicas socioeconómicas e ambientais. Neste âmbito, Moçambique possui diversos instrumentos legais que visam contribuir para melhor gestão de resíduos sólidos das quais se destacam:

- *Constituição da República de 2018* – estabelece no artigo 90 que todo o cidadão tem o direito de viver num ambiente equilibrado e o dever de o defender.
- *Resolução 5/95 de 3 de Agosto, Política Nacional de Ambiente* - constitui um reconhecimento legal da interdependência entre o desenvolvimento e o ambiente. Para efeitos desta política de desenvolvimento é importante o seu capítulo 3.7., que se refere à “gestão do ambiente urbano.
- *Lei 20/97, de 1 de Outubro, Lei do Ambiente (LA)* - estabelece as balizas fundamentais para a gestão sustentável do ambiente e as suas componentes. Como a gestão de resíduos não se rege de forma autónoma, busca na LA os seus comandos legais ou melhor, o seu fundamento.
- *Decreto n.º 8/2003, de 18 de Fevereiro de 2003, Regulamento sobre a Gestão de Lixos Biomédicos.*
- *Decreto n.º 94 /2014, de 31 de Dezembro de 2006, Regulamento sobre a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos* - estabelece as regras de gestão dos resíduos sólidos urbanos no território de Moçambique e é aplicável a todas as pessoas singulares e colectivas, públicas e privadas que estejam envolvidas na produção e gestão de resíduos sólidos urbanos ou de resíduos industriais e hospitalares equiparados aos urbanos.
- *Decreto n.º 83/2014, de 31 de Dezembro, Regulamento sobre a Gestão de Resíduos Perigosos* - estabelece as regras para a produção e gestão dos resíduos perigosos no território de Moçambique e é aplicável a todas as pessoas singulares e colectivas, públicas e privadas envolvidas na gestão de resíduos perigosos e na importação, distribuição e comercialização de pneus usados e novos fora do prazo.
- *Decreto n.º 16/2015, de 5 de Agosto, Regulamento sobre a Gestão e Controlo do Saco Plástico* - estabelece normas e procedimentos referentes à gestão e controlo do saco plástico, no que respeita a sua produção, importação,

comercialização e uso, com vista a reduzir os impactos negativos na saúde humana e no ambiente em geral.

- Decreto 45/2006 de 30 de Novembro - *Regulamento para a Prevenção da Poluição e Protecção de Ambientes Costeiros e Marinhos*, tem por objectivo prevenir e limitar a poluição proveniente das descargas ilegais efectuadas por navios, plataformas ou fontes baseadas em terra, ao largo da costa moçambicana, bem como o estabelecimento de bases legais para protecção e conservação das áreas que constituem domínio público marítimo, lacustre e fluvial das praias e dos ecossistemas frágeis.
- Decreto 79/2017 de 28 de Dezembro – *Regulamento sobre a Responsabilidade Alargada dos Produtores e Importadores de Embalagens*.

Apesar de todos estes instrumentos legais que Moçambique possui para a gestão de resíduos sólidos, a sua implementação carece de recursos financeiros, humanos, materiais e uma educação ambiental adequada. Este aspecto constitui um dos grandes desafios para os sistemas de gestão local dos resíduos sólidos, tornando-se necessário encontrar formas eficientes e pouco dispendiosas para sua redução no meio ambiente. O destino final dos resíduos sólidos em Moçambique são as lixeiras a céu aberto e aterros controlados.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Abordagem do estudo

Para o desenvolvimento do trabalho foram aplicadas abordagens metodológicas. A primeira abordagem foi quantitativa, que utilizou técnicas estatísticas para traduzir em número as opiniões e informações analisadas, quantificou os resultados gerados a partir das observações feitas nas recolhas dos resíduos de garrafas plásticas. A segunda abordagem qualitativa foi observada e comentada, pois algumas informações obtidas não podiam ser quantificadas, baseavam-se em dados de texto e imagem. Sendo assim, através desta metodologia possibilitou analisar os resultados no campo, livre das observações e tirar as conclusões próprias.

3.2. Local da realização da pesquisa

O estudo foi realizado ao longo da costa da Cidade de Maputo, a Avenida da Marginal, tendo sido escolhidos os seguintes pontos: Katembe-Ponte, Marítimo, ATCM, Praia da Polana, Baía-Game, Praia do Triunfo e Costa do Sol.

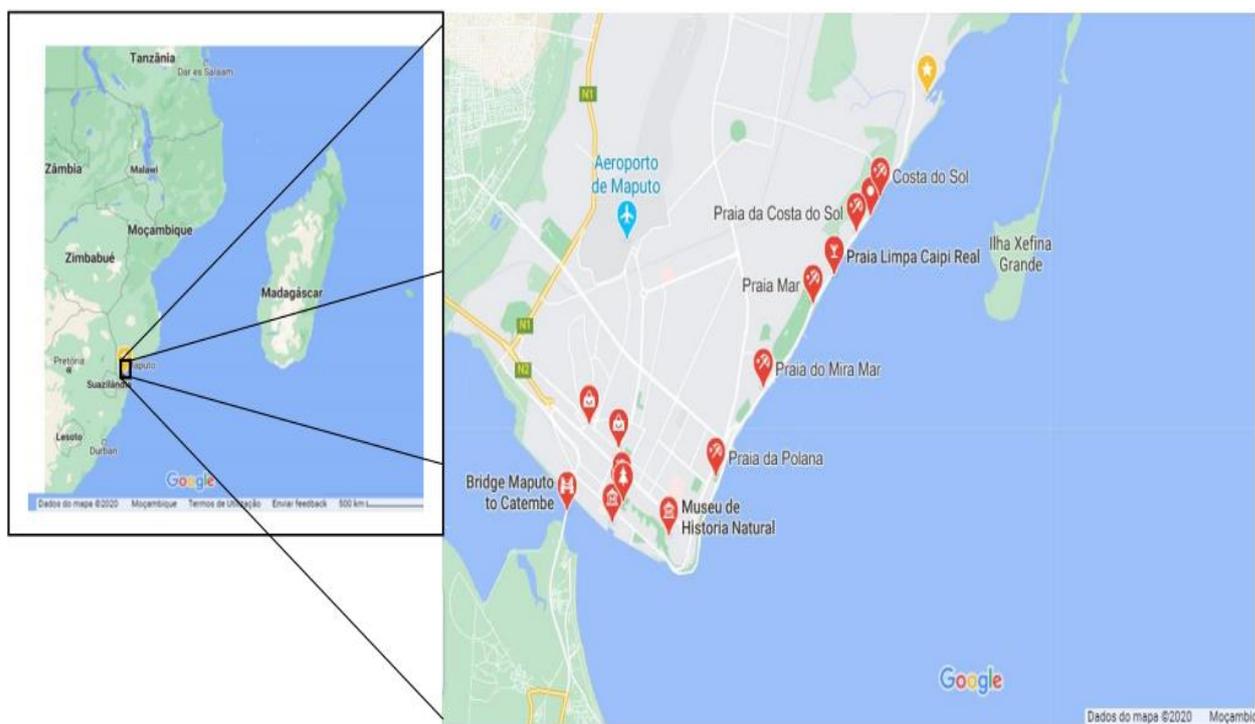


Figura 1. Localização das áreas de estudo

3.2.1. Caracterização da Área de Estudo

A Cidade de Maputo está limitada a Norte pelo Distrito de Marracuene, a Sul pelo Distrito de Matutuine, a Este pelo Oceano Índico e Oeste pela Cidade da Matola. Esta é a capital de Moçambique, situada a uma altitude de 47 m. O clima é tropical seco, sendo que o período mais quente do ano compreende os meses de Novembro a Abril, e o mais frio de Maio a Outubro. Segundo o senso populacional de 2017, a Cidade de Maputo possui cerca de 1.101.170 habitantes (DGEDGE, 2017).

A Zona Costeira da Cidade de Maputo, possui uma extensão de aproximadamente 20 km, estendendo-se do Distrito de Matutuine (Baía de Maputo) ao Distrito de Marracuene (Praia da Macaneta), a Sul e Norte respectivamente. À Baía de Maputo afluem os rios Maputo, Matola, Tembe e Umbelúzi na margem Sul, e o rio Incomate na margem Norte. A circulação marítima na área em estudo, devido ao seu enquadramento físico-geográfico, é influenciada pelo sistema de ilhas, pontas e penínsulas localizadas ao longo da área de propagação das ondas. As características de propagação das ondas são resultantes da combinação dos fenómenos hidrodinâmicos actuantes ao largo e dentro da Baía de Maputo. O clima de agitação da área em estudo é influenciado basicamente pela ocorrência de ondas geradas ao largo e localmente, dentro da Baía de Maputo (LANGA, 2007).

3.3. População de estudo

A população de estudo foi constituída por garrafas plásticas com uma estimativa de produção anual de 6580 m³ ao longo da toda avenida e com o destino a lixeira de Hulene onde a quantidade de produção diária calculada era de 18 m³.

Em cada uma das praias, foram realizadas acções de limpeza e monitoria. Em cada acção utilizou-se como medida padrão 100 m² (100 metros quadrados) de área de praia a ser limpa, sendo o perímetro adaptável às características concretamente encontradas em cada local. Para o efeito, a equipa de trabalho, composta por cinco elementos em média, aplicou uma ficha de monitoria disponível no site da organização *Ocean Conservancy*, com as devidas adaptações à realidade moçambicana. Esta ficha permitiu obter dados sobre os principais artigos de plásticos encontrados nas praias monitoradas e respectivas quantidades, bem como informações sobre partículas de micro-plástico (inferior a 2,5 cm). Uma ficha adicional foi incluída para a amostragem das principais marcas poluidoras com indicação de fontes nacionais e extrafronteiras.

3.3.1. Amostra

O tamanho de amostra do estudo foi determinado com base na estimativa da proporção populacional, utilizando a fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{\varepsilon^2(N-1) + Z^2 \times p \times q}$$

Porque a variável escolhida é nominal e a população considerada finita. Onde:

n = tamanho da amostra;

P = Proporção populacional de garrafas plásticas a recolher por dia;

$Z_{\alpha/2}$ = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado (95% = 1.96)

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 6580}{0.05^2 (6580-1) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 363 \text{ m}^3 \text{ por ano}$$

Este valor é referente a um ponto de recolha. A seguir foi calculada a amostra diária referente também a um ponto de recolha:

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times 0.5 \times \frac{18}{3}}{0.05^2 \left(\frac{18}{3} - 1\right) + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5} = 6 \text{ m}^3 \text{ por dia}$$

3.4. Critério de inclusão

Foi incluída no estudo a avenida marginal porque foi notória a presença de resíduos plásticos desde garrafas, sacos, copos, pratos e talheres descartáveis, embalagens diversas, palhinhas, palitos de doces, tampas de garrafas, entre outros. Segundo Fernando & Lima (2012) os resíduos plásticos representam 10% da quantidade total produzida, ocupando o terceiro lugar atrás dos resíduos orgânicos e papel.

Também os pontos em estudo foram dos mais frequentados da Cidade de Maputo pela sua facilidade de acesso, águas mornas, e extensos bancos de areia, que proporcionam momentos de lazer a milhares de pessoas que semanalmente frequentam as praias, especialmente aos fins-de-semana e feriados, são também locais com um maior número de centros comerciais informais. Vários problemas ambientais são conhecidos nestas praias, sendo os mais frequentes a poluição e erosão. Por outro lado, esta zona, pela sua grande apetência balnear e paisagística, regista uma crescente ocupação humana, traduzida por novas edificações,

arruamentos e parques de estacionamento, que a tornam particularmente vulnerável à acção dos fenómenos costeiros.

3.5. Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo os bairros que não produzem maiores quantidades de garrafas plásticas, tem um sistema de recolha permanente e que não apresentaram problemas de saneamento de meio.

3.6. Técnica e instrumentos de recolha de dados

Técnica: entrevista estruturada, observação.

Instrumento: ficha de recolha de dados.

Para a realização das limpezas foi necessário o uso de alguns equipamentos, tais como:

- Vestuário apropriado (calças de jeans, botas, chapéus, luvas, mascaras);
- Materiais (ganchos, sacos de rafia, balanças, máquina fotográfica, bloco de notas para o registo dos dados, baldes, ancinhos, e em alguns locais carinhas de mãos).

3.7. Análise estatística dos dados

A análise estatística dos dados quantitativos foi feita com o auxílio do pacote estatístico Microsoft excel e posteriormente apresentados em histograma. Os dados qualitativos foram apresentados em tabelas, gráficos em forma de redacção.

3.8. Horizonte temporal do estudo

Este estudo foi realizado em cinco meses (Novembro de 2021 a Fevereiro de 2022) com o objectivo de colectar os dados e verificar as hipóteses traçadas.

3.9. Disseminação do estudo

Os resultados deste estudo serão divulgados em forma de trabalho de licenciatura e terá como grupo alvo, os Engenheiros do Ambiente, Ambientalistas, Ministério de Saúde e do Ambiente, Conselho Municipal da Cidade de Maputo, Estudantes e outras pessoas interessadas. Mais tarde, a pesquisa poderá ser divulgada através de apresentação em seminários, jornadas científicas.

4. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

4.2. Situação de gestão de resíduos sólidos na Cidade de Maputo

Pouco se sabe em relação a existência de um mecanismo específico de gestão de resíduos sólidos na Cidade de Maputo um mecanismo específico de gestão na Cidade de Maputo, a situação especial de garrafas plásticas. A produção diária na Av. Da Marginal é aproximada para as garrafas plástica em 36 m³. A produção *per capita* diária de resíduos varia de acordo com os hábitos, sendo diferente da zona urbana para a suburbana de acordo com a tabela 3. A produção de resíduos plásticos aumenta de baixo ao alto rendimento, tendo em conta a crescente tendência de consumo de produtos processados e adquiridos em supermercados, por ser o plástico o material mais usado como embalagem para esses produtos.

Tabela 3. Produção per capita de resíduos sólidos na Cidade de Maputo

| Área | Classificação | Taxa de geração (Kg/dia/capita) |
|---------------------------------|------------------|---------------------------------|
| Zona urbana (cidade de cimento) | Alto rendimento | 1.45 |
| | Rendimento médio | 0.99 |
| | Rendimento baixo | 0.70 |
| Zona suburbana | Alta densidade | 0.81 |
| | Média densidade | 0.93 |
| | Baixa densidade | 1.25 |
| | Agrícola | 0.60 |

Os resíduos sólidos recolhidos na cidade de Maputo são transportados e depositados na lixeira do Hulene, apesar desta ter sido oficialmente encerrada, tendo como razão ao não funcionamento da lixeira de Matlemele. A quantidade de resíduos transportados bem como as viaturas de transporte de resíduos é pesada na báscula instalada na entrada da lixeira. O registo inclui a matrícula da viatura, o peso da viatura e o peso dos resíduos sólidos. A lixeira de Hulene, com cerca de 40 anos em operação, tem área total entre 17 e 18 hectares, e está localizada próxima ao Aeroporto Internacional de Maputo.

Alguns resíduos como vidro, plásticos, metais, são vendidos, outros como restos de alimentos ou produtos alimentares crus são ingeridos como alimento pelos catadores, e outros enterrados ou queimados nos quintais de casa. A abrangência dos serviços de recolha dos resíduos sólidos é superior nas zonas urbanas em detrimento das zonas suburbanas e per urbanas (LANGA, 2014). A lixeira Municipal de Hulene

recebe apenas resíduos não perigosos tais como os domiciliários, comerciais, industriais e hospitalares não perigosos (DGEDGE, 2017).

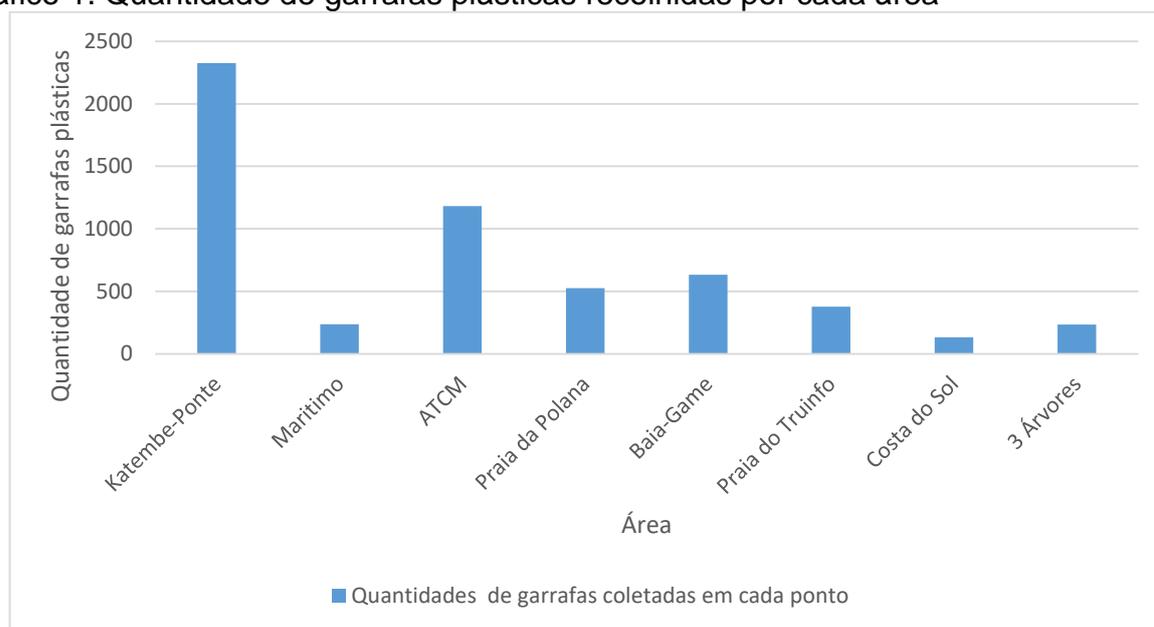
Quanto ao sistema de acondicionamento, são dispostos ao longo da via pública, recipientes plásticos e metálicos com as seguintes capacidades: 1,1 m³, 2,5 m³, 6 m³ e 12 m³. A recolha de lixo é feita por camiões compactadores munidos de mecanismos de elevação adequados aos recipientes de acondicionamento dispostos ao longo da via pública (DGEDGE, 2017). A recolha selectiva ainda é deficiente sendo apenas feita por pequenas empresas interessadas na reciclagem dos resíduos, recorrendo a pequenos ecopontos e/ou catadores de lixo (LANGA, 2014).

4.2. Apresentação dos resultados

Do trabalho de campo foram coletados diversos resíduos sólidos nos pontos já mencionados, dentre os quais se destacam as garrafas plásticas, objecto deste trabalho. Nos gráficos 1 e 2 são apresentadas as quantidades de garrafas recolhidas. Importa referir que os resultados apresentados nos gráficos 1 e 2 foram recolhidos em cinco dias, nomeadamente: dois sábados e dois domingos e uma sexta-feira. Apesar dos resultados serem relativos a uma semana, é de salientar que, a poluição directa nas praias regista o seu pico nos dias de maior procura como os dias em que a temperatura é elevada e nos finais de semana.

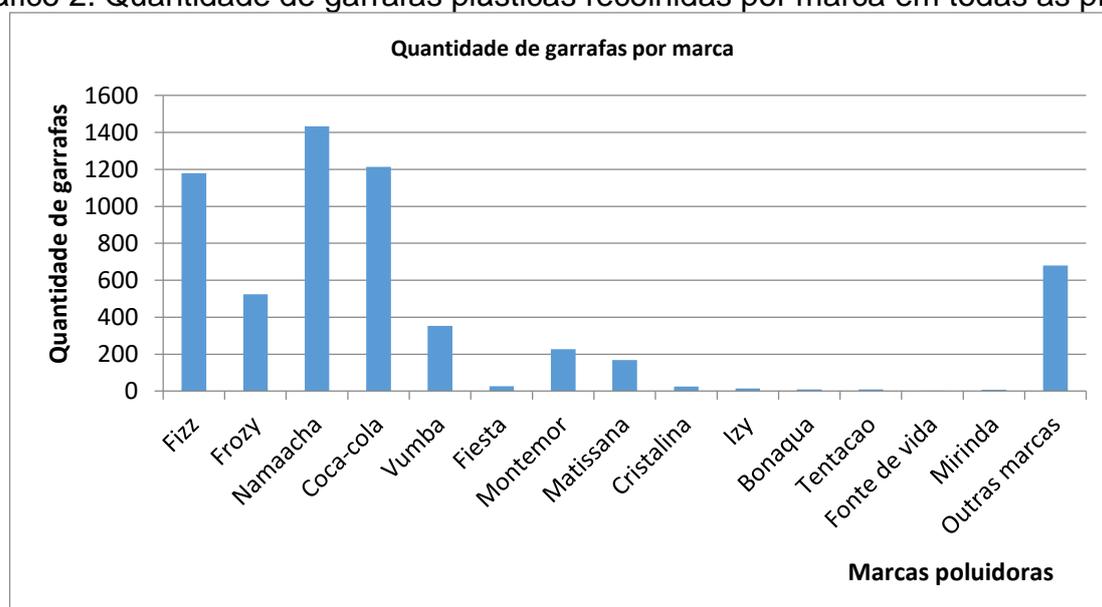
O gráfico 2 apresenta as quantidades recolhidas em cada local, sendo a ponte de Katembe o local que apresenta maior quantidade de resíduos (acima de 2000 garrafas), seguido do ponto ATCM (acima de 1000). Nota-se que os pontos Costa do Sol e Marítimo mostram quantidades de garrafas plásticas abaixo de 500. As quantidades podem estar relacionadas com a maior ou menor movimentação das pessoas e também a uma maior atenção dada a esses pontos pelos município na recolha de resíduos sólidos.

Gráfico 1. Quantidade de garrafas plásticas recolhidas por cada área



O gráfico 2 apresenta as quantidades de garrafas recolhidas por marca, tendo água de Namaacha, coca-cola e fizz apresentado maiores quantidades (entre 1000 e 1400).

Gráfico 2. Quantidade de garrafas plásticas recolhidas por marca em todas as praias



As garrafas plásticas figuram entre os resíduos de maior quantidade encontrados durante as limpezas realizadas no âmbito do programa *Let's do it*. Trata-se na sua maioria, de garrafas de refrigerantes e água mineral. Não fazem parte

garrafas de bebidas alcoólicas, uma vez que para a maioria das bebidas alcoólicas consumidas em Moçambique, são usadas garrafas de vidro, refrigerantes entre outros, sendo que, as quantidades são apresentadas nos anexos por não constituírem objecto deste estudo.

Os resíduos encontrados ao longo da costa são deitados pelos utentes das praias, vendedores informais, pescadores, automobilistas, entre outros que se fazem a costa ou ao mar, todavia, olhando para o trabalho realizado pela REPENSAR (2020), de montagem de sistemas de retenção de resíduos plásticos, nos locais de saída de águas dos sistemas de drenagem de águas pluviais, nota-se uma significativa contribuição dos mercados, terminais de transporte, zonas residenciais e outros locais (à montante) situados longe das zonas costeiras e que chegam até a costa através dos sistemas de drenagem de águas pluviais, ou outras formas de escoamento de água incluindo rios e riachos. A partir desse estudo pode-se sugerir que os sistemas de gestão de resíduos sólidos ao longo da costa, devem também, ter em contas a poluição que vem de forma indirecta pelo movimento das águas e do vento. A mobilidade dos resíduos sólidos, sobretudo os plásticos mostram que a gestão dos resíduos sólidos deve ser feita ao longo da costa, bem como no interior, e incluir a montagem de sistemas de retenção de resíduos sólidos à jusante das valas de drenagem para evitar que os resíduos trazidos do interior poluam a costa e o mar.

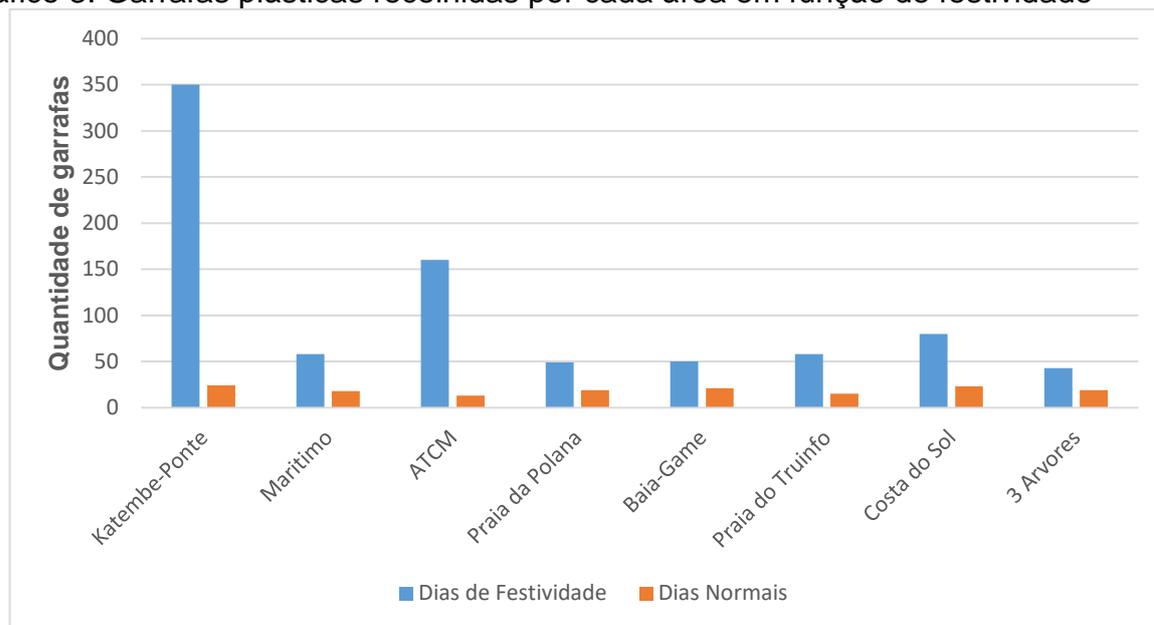
As garrafas plásticas recolhidas ao longo da Av. Marginal foram separadas em marcas (gráfico 2), tendo sido possível verificar quais as marcas, tanto de refrigerantes, como de água mineral contribuía de forma significativa para a poluição marinha e costeira. Importa referir que a quantidade de garrafas encontradas, revela o nível de consumo de cada marca. Por conseguinte, as empresas cujos produtos são de maior consumo, devem ter um papel preponderante na gestão de resíduos sólidos, sobretudo os resultantes das embalagens de seus produtos, adoptando medidas de incentivo aos consumidores para o correcto acondicionamento dos resíduos sólidos, introdução de programas de reciclagem das suas embalagens, incentivo às pequenas empresas recicladoras, apoiar a educação ambiental das comunidades e apoiando os programas de gestão de resíduos sólidos e saneamento do meio dos Conselhos Municipais e outros gestores locais. A sensibilização ambiental pode ser, também através da inclusão de mensagens educativas na rotulagem das embalagens.

Sendo que nas praias moçambicanas predomina o comércio informal, sobretudo nos dias de maior procura pelas praias, os programas de educação ambiental devem ter maior incidência para os vendedores, devendo esses sentirem-se na obrigação de deixar a praia limpa antes e depois da jornada de trabalho. Aos pescadores deve haver sensibilização para que ao se fazerem ao mar incluam recipientes de acondicionamento dos resíduos sólidos. Os estabelecimentos comerciais e turísticos podem jogar um papel importante na preservação ambiental adoptando medidas simples como colocação de recipientes para recolha selectiva dos resíduos sólidos, redução do uso de objectos descartáveis como copos, pratos e colheres plásticos descartáveis e através de constante e rotineira sensibilização ambiental aos seus clientes e colaboradores.

Para além da falta de consciência ambiental das pessoas, na Cidade de Maputo, bem como nas restantes cidades e vilas de Moçambique, verifica-se a insuficiência dos serviços de recolha dos resíduos sólidos, bem como iniciativas de reciclagem e compostagem. No que toca a legislação, Moçambique possui importantes instrumentos sobre a gestão de resíduos sólidos, todavia carece de regulamentações específicas sobre a gestão de resíduos plásticos. Outro problema tem a ver com a falta de eficácia da implementação dos instrumentos legais existentes, como no exemplo do instrumento que regula o uso do saco plástico, que apesar de existir a quase cinco anos, ainda prevalecem problemas graves relacionadas aos resíduos de saco plástico, sendo este o mais encontrado ao nível da costa e do mar, devido aos seus múltiplos usos e sua fácil e rápida mobilidade nos diferentes ambientes.

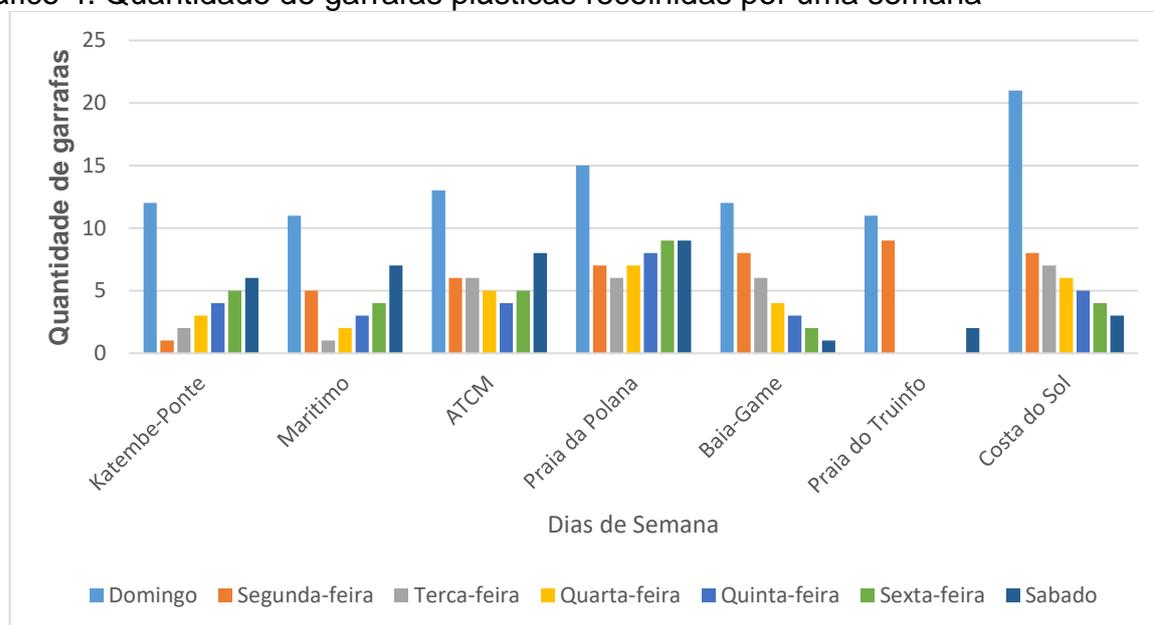
Além de se fazer o estudo por média semanal também ponderou-se estudar quais são os dias da semana que se produziu mais lixo a fim de facilitar o estudo e alocação dos recipientes. Os gráficos a seguir mostram quais os dias de semana em função da temperatura, festividade e dias que se possa produzir mais lixo e o local apropriado para o armazenamento.

Gráfico 3. Garrafas plásticas recolhidas por cada área em função de festividade



Percebe-se que nos dias de festividades (feriados e comemorações municipais ou estatais) tem-se produzido muitas garrafas plásticas em relação aos demais dias e isto merece de uma atenção para o dimensionamento do programa e dos ecopontos.

Gráfico 4. Quantidade de garrafas plásticas recolhidas por uma semana



Percebe-se que a praia da costa do sol produz mais resíduos plásticos nos domingos seguindo para mesma data a praia da Polana. E também segue os sábados com dias com mais lixo produzido.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1. Proposta do modelo de gestão integrada de garrafas plásticas

Uma vez apresentados os resultados de pesquisa no capítulo anterior, este, delimita um modelo de gestão integrada de resíduos plásticos, observando normas e instrumentos legais. Para tal, os passos obrigatórios para a gestão integrado de resíduos plásticos nos serviços de limpeza pública são: Acondicionamento, Colecta Selectiva, Transporte, Tratamento e Destino Final.

O fluxograma a seguir descreve o processo de gestão integrado de resíduos plásticos, explicando o funcionamento, suas práticas e suas vantagens.

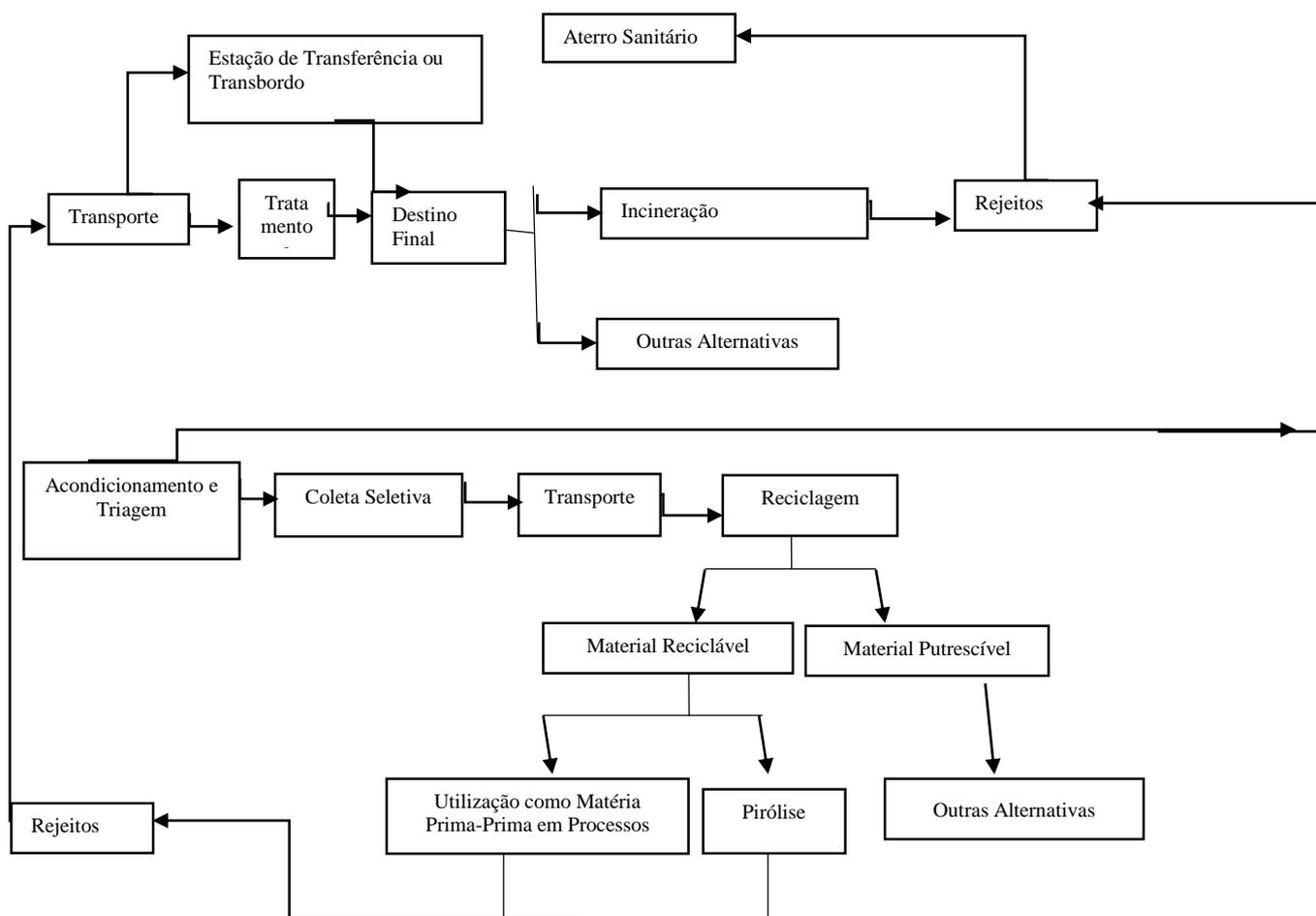


Figura 2. Descrição do processo de gestão integrada de resíduos plásticos.

Fonte: (Autora, 2022)

5.1.1. Centro de acondicionamento

As empresas que queiram coletar as garrafas plástica devem implantar novos ecopontos em pontos estratégicos que não existem, nomeadamente, ao longo da Av. Marginal entre as praias ponte de Katembe, Costa do Sol, Marítimo, dos mercados e terminais de transportes. Para situações em que as garrafas plásticas possam ser misturados com outros resíduos, os catadores de lixo deverão levar aos centros de triagem para permitir a venda.

Quanto a coleta de garrafas plástica neste projecto incidiu no âmbito do projecto LET'S DO IT. Os pontos de acondicionamento foram na ponte de Katembe, Costa do Sol, ATCM, Marítmo, Polana e Baía-Game.

5.1.2. Colecta selectiva

As garrafas plásticas recolhidas foram separadas em marcas (ilustrado no gráfico 2), tendo sido possível verificar quais as marcas, tanto de refrigerantes, como de água mineral. Importa referir que a quantidade de garrafas encontradas, revela o nível de consumo de cada marca. Por conseguinte, as empresas cujos produtos são de maior consumo, devem adoptar medidas de incentivo aos consumidores para o correcto acondicionamento dos resíduos sólidos, introduzindo programas de reciclagem das suas embalagens, incentivo às pequenas empresas recicladoras, apoiar a educação ambiental das comunidades e apoiando os programas de gestão de resíduos sólidos e saneamento do meio dos Conselhos Municipais.

5.1.3. Recolha e Transporte

A recolha dos resíduos depositados nos ecopontos foi feita pelos serviços municipais, mas poderá ser feita por empresas contratadas como a *Ecolife* e a *Enviroserv*, entre outras. As empresas vendedoras dos resíduos plásticos deverão pagar uma taxa ao conselho municipal, ou fazer a implantação de seus próprios ecopontos e fazerem a recolha até aos centros de triagem, através de camiões com carroceria metálica fechada, onde serão separados e vendidos às recicladoras.

O dimensionamento dos contentores teve em contas a produção diária dos resíduos, pelo que se prevê enchimento diário, de acordo com a estimativa amostral. Por conseguinte, a recolha deve ser diária para evitar que resíduos sejam depositados fora dos contentores após atingir-se a capacidade dos mesmos.

5.1.4. Centro de triagem, venda e compra de resíduos recicláveis

Os resíduos sólidos recicláveis chegaram as cooperativas, à central de triagem através dos veículos colectores, passando pela balança rodoviária para o controlo de peso. Em seguida foi armazenado na unidade de recepção. Da unidade de recepção, os resíduos foram encaminhados à unidade de separação. A dosagem foi feita pelo operador através do ancinho manual, que deu o ritmo de operação contínua das unidades de separação.

Na fase de separação, podem eventualmente surgir materiais considerados rejeito (não materiais recicláveis), que são encaminhados ao aterro de rejeitos.

Na unidade de separação os resíduos percorreram um transportador de correia de selecção manual dos produtos recicláveis. Os materiais seleccionados foram encaminhados para armazenamento. Os recicláveis foram separados manualmente pelos funcionários e colocados em sacos conforme os tipos de material. De seguida os resíduos recicláveis separados entre si e dos rejeitos, foram enfardados e empilhados aguardando a venda, e os rejeitos foram separados, enfardados e destinados ao aterro sanitário.

O centro de triagem é operado pelas cooperativas de venda de materiais recicláveis.

Os preços de venda dos resíduos recicláveis ao nível da Cidade de Maputo são apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Preços de venda de resíduos recicláveis na Cidade de Maputo

| Material | PAGALATA | AMOR | AGRIPLUS | RECICLA | COMSOL |
|--------------------------|-----------------|-------------|-----------------|----------------|---------------|
| Papel | 1,0 Mt/Kg | 0,85 Mt/Kg | | | |
| Papelão | 0,5 Mt/Kg | 0,3 Mt/Kg | | | |
| PET | 3,0 Mt/Kg | 1,2 Mt/Kg | 5 – 6 Mt/Kg | 4,0 Mt/Kg | 3,0 Mt/Kg |
| HDP | | | | | |
| LDP | | | | | |
| Garrafas de vidro da CDM | 7.0 Mt/Kg | 3.5 Mt/Kg | | | 3,5 Mt/Kg |
| Outras garrafas de vidro | | | | | 7.5 Mt/Kg |
| Latas de estanho | 1,2 Mt/Kg | 0,65 Mt/Kg | | | |
| Latas de alumínio | | 7,0 Mt/Kg | | | |

5.1.5. Reciclagem

A reciclagem é a forma mais comum de aproveitamento de garrafas plásticas. Nas unidades de reciclagem, as garrafas plásticas passaram por dois processos, a saber, revalorização e transformação.

A *revalorização* se inicia na compra de fardos e tem seu fim na produção de matéria-prima, após este procedimento as garrafas foram colocadas na esteira de alimentação da peneira rotativa, onde também ocorreu a primeira etapa de lavagem e moagem das garrafas seguindo os passos subsequentes.

A *transformação* é o final do processo completo de reciclagem, foi a utilização da matéria-prima oriunda das garrafas plásticas pós-consumo para a fabricação de inúmeros produtos que fazem parte do dia-a-dia de todos os consumidores.

A reciclagem do plástico foi dividida em quatro (4) categorias:

- Reciclagem primária ou pré-consumo, recuperação dos resíduos plásticos efectuados na própria indústria geradora;
- Reciclagem secundária ou pós-consumo, conversão de resíduos plásticos de produtos descartados no lixo;
- Reciclagem terciária, conversão de resíduos plásticos em produtos químicos e combustíveis, por meio de processos termoquímicos;
- Reciclagem quaternária baseia-se no uso de resíduos plásticos, por meio da queima para gerar energia.

As empresas que se dedicam a reciclagem de materiais plásticos na Cidade de Maputo são: RECICLA, recicla resíduos plásticos transformando-os em sacos e baldes; FERTILIZA, recicla plástico transformando-o em artigos domésticos; AGRIPPLUS, recicla plástico transformando-o em artigos domésticos; JH, LDA, recicla plástico transformando-o em sacos plásticos; FACOBOL, recicla plástico transformando-o em tubos de canalização para agricultura.

Além da reciclagem das garrafas plásticas, outras alternativas são necessárias para permitir maior redução do lixo descartado. Neste processo, as garrafas plásticas foram utilizadas como vasos para flores, lixo, confecção de brinquedos, potes para conservação de cereais, entre outras.



Figura 3. Exemplo de reutilização de garrafas plásticas para lata de lixo.

5.1.7. Deposição final das garrafas plásticas

Apesar de se prever a reciclagem e reutilização das garrafas plásticas é inevitável que haja rejeitos. Esses rejeitos devem ter um destino correcto de modo a evitar que constituam um problema ao meio ambiente.

Dado que se prevê a construção de um aterro sanitário em Matlemele na Cidade da Matola, que servirá as Cidades de Maputo e Matola, os rejeitos das garrafas plásticas deverão ser depositados nesse aterro atendendo à medidas de preservação ambiental. O aterro de Matlemele terá capacidade para receber 1400 toneladas de resíduos por dia, e está a ser construído numa área de 100 hectares. A capacidade do aterro não poderá atender aos resíduos que são produzidos nas duas cidades sem que esses passem por processos de revalorização, como compostagem, reciclagem, reutilização, incineração entre outras formas de tratamento. Assim sendo, a deposição final deve ser feita para garrafas que já não podem mais ser recicladas.

Outra razão para se reciclar as garrafas plásticas para diminuir o volume que vai às lixeiras é que quando depositadas em aterro sanitário, prejudicam a decomposição dos materiais biologicamente degradáveis por criar uma camada impermeável, afectando a troca de líquidos e gases que são gerados no processo de biodegradação da matéria orgânica e também dificulta a compactação dos aterros (LENHARD, 2016). A reciclagem também estimula a vida útil de um aterro sanitário, por diminuir o volume dos resíduos destinados a ele.

5.1.8. Aterro Sanitário

O aterro sanitário é uma alternativa de disposição final que consiste na compactação dos resíduos sólidos em camadas. O solo é impermeabilizado, o chorume colectado é posteriormente tratado, evitando a contaminação das águas subterrâneas. O gás metano gerado em virtude da decomposição anaeróbia da matéria orgânica no interior do aterro, muitas vezes, é queimado, podendo também servir para o aproveitamento energético para geração de energia eléctrica (LENHARD, 2016).

5.1.9. Incineração

A incineração é a técnica de queima de resíduos, a qual é altamente utilizada nos países desenvolvidos (não aplicado em Moçambique) e que possuam indisponibilidade de área e capacidade de altos investimentos. Esta técnica visa à diminuição da quantidade e volume de resíduos, bem como a sua toxicidade. No entanto, gera o problema da geração da cinza após a queima, a qual ainda necessita de um destino final adequado.

Esta técnica consiste na combustão controlada de resíduos com temperaturas acima de 900°C a 1.200°C, transformando o resíduo em dióxido de carbono, vapor de água e cinza, podendo eliminar os gases tóxicos, necessitando, dessa forma, de filtros especiais, para evitar a poluição do ar. Uma das vantagens desta técnica é que a combustão pode ser transformada em energia térmica.

5.2. Gestão de ecopontos

Os ecopontos foram constituídos por conjuntos de contentores especiais, onde faz-se a deposição e separação dos resíduos sólidos. No âmbito deste plano de gestão integrada de garrafas plásticas, os ecopontos visam recolher resíduos recicláveis para fins comerciais, sendo, por isso, a implantação responsabilidade do Conselho Municipal em parceria com as empresas de colecta e comercialização de resíduos recicláveis como a AMOR, PAGALATA, COMSOL, empresas recicladoras e que compram resíduos recicláveis, com o apoio das empresas produtoras de refrigerantes e água mineral, organizações de defesa do meio ambiente. Os ecopontos foram constituídos por um conjunto de três contentores de cores, azul, verde e amarela.



Figura 4. Exemplo de ecoponto com contentores verde, amarelo e azul

O *contentor azul* destina-se ao papel e cartão. Nesse contentor pode ser colocado jornais e revistas, papel de escrita, papel de embrulho, caixas de cartão e caixas de cereais. Não deve ser posto neste contentor guardanapos e lenços de papel, fraldas, papel de cozinha, vegetal, celofane, pacotes de sumo ou leite.

O *contentor verde* destina-se às embalagens de vidro e pode colocar aqui todo o tipo de garrafas de água, azeite, vinho, cerveja, refrigerantes, assim como frascos de compotas e boiões de iogurte. Não se deve esquecer de retirar as partes plásticas dos frascos antes de colocar o vidro no contentor. Também não se deve colocar artigos de loiça, vidros que não sejam o de embalagens, como janelas, pára-brisas, lâmpadas.

Quanto ao *contentor amarelo*, deve-se depositar garrafas de plástico ou de metal, frascos de produtos de limpeza, sacos de plástico. Não se deve colocar embalagens que tenham sido recipientes de substâncias gordurosas, assim como embalagens de combustíveis e óleos de motor.

Para a Av. Marginal deve ser implantado 6 ecopontos entre as praias em estudo, nomeadamente entre as praias 3 arvores e costa do sol, game e Baiamall, Miramar e Marítimo, Polana e Triunfo, ATCM e, Katembe Ponte.

5.2.1. Coordenação, monitoria e fiscalização das actividades

A gestão integrada das garrafas plásticas deve ser coordenada pelo poder público, que é o Conselho Municipal. No caso de empresas ou cooperativas pretenderem implantar ecopontos ou outras formas de tratamento de garrafas plásticas, estas devem ter autorização do poder público. O conselho municipal deve ser responsável pela monitoria e fiscalização de todas as actividades desde a colecta selectiva, o transporte, a triagem, a reciclagem e a deposição final no aterro sanitário.

Ao nível dos funcionários municipais devem haver pontos focais para consulta por parte de todos os actores envolvidos em toda a cadeia de gestão integrada de garrafas plásticas. Os funcionários do conselho municipal devem ser alvos de capacitação contínua para garantir maior eficácia na gestão de garrafas plásticas e de outros resíduos sólidos. Para as empresas ou cooperativas envolvidas no âmbito deste modelo, que praticar acções que prejudiquem o meio ambiente ou os esforços de redução dos impactos das garrafas plásticas, o poder público deve impor sanções no âmbito da legislação ambiental nacional e local. O conselho municipal deve registar os catadores para facilitar a fiscalização e monitoria das actividades.

5.3. Logística reversa na gestão de garrafas plásticas

A logística reversa pode ser entendida como processo pelo qual uma indústria recupera produtos ou peças a partir do ponto de consumo, para uma possível reciclagem, remanufactura ou descarte. A logística reversa depende da gestão adequada dos canais de distribuição, do ponto de consumo até o ponto de origem, tendo como meta a recuperação do valor ou tratamento apropriado do lixo gerado.

No caso da gestão integrada de garrafas plásticas, propõe-se que as empresas produtoras de garras plásticas possam fazer a reciclagem das suas embalagens. Para que isso aconteça, é necessário que, essas criem mecanismos para recuperar as embalagens pós-consumo, através de ecopontos, cooperativas de catadores de resíduos recicláveis. As empresas podem também garantir sucesso na implementação da logística reversa contribuindo na sensibilização ambiental dos consumidores para que adiram aos esforços de colecta selectiva.

5.4. Discussão dos resultados

5.4.1. Colecta selectiva

Com a realização da colecta selectiva na Av. Marginal, houve melhoria na qualidade ambiental, pois como os resíduos colectados receberam destino adequado; evitou-se que os mesmos se transformassem em agentes poluentes, minimizando desta forma, os danos ao meio ambiente e a consequente, degradação dos recursos naturais, como por exemplo, a contaminação do solo e da água; redução da degradação ambiental decorrente da má disposição dos resíduos sólidos.

Durante os meses de Junho a Dezembro de 2021, foi encaminhada ao programa *LET'S DO IT* 1.371,09 kg de resíduos plásticos. O destino adequado deste material evitou que os mesmos fossem dispostos nas ruas, causando odores desagradáveis, bem como problemas de entupimento das vias de escoamento, evitando, em época de chuva, grandes alagamentos, o que melhorou a qualidade de vida na cidade.

A melhoria na qualidade de vida, em decorrência da implementação da colecta selectiva, também pode ser percebida por meio dos benefícios à saúde humana, uma vez que foi menor o surgimento de doenças ocasionadas pela má disposição dos resíduos, como: febre tifóide, cólera, amebíase, disenteria, giardíase e ascaridíase.

Desta forma, o trabalho dos catadores de materiais recicláveis foi consideravelmente facilitado. Agora, eles recebem os resíduos previamente seleccionados, evitando que precisem despedaçar alforjes de lixo ou contentores, em busca de material com valor económico. Além disto, a selecção na fonte geradora reduziu o contacto dos catadores de materiais recicláveis com material sujo e não higienizado, que causa contaminação e problemas à saúde humana.

As acções voltadas para gestão integrada de resíduos sólidos culminaram com o aumento da renda dos catadores de matérias recicláveis. Segundo dados da REPENSAR. (2020), a colecta realizada na fonte geradora e a ampliação da área de actuação da LETS DO IT, elevou a renda dos catadores de 4500,00 Mt para 8300,00 Mt mensais. Embora ainda não seja a ideal, a realização da colecta selectiva, contribuiu para geração de emprego e renda aos catadores de materiais recicláveis bem como para o fortalecimento e a organização do grupo.

A colecta selectiva proporcionou maior contacto da comunidade com os catadores de materiais recicláveis, que passaram a ter aceitabilidade social e reconhecimento profissional. Esses profissionais foram bem recebidos pela comunidade que os reconhecem como verdadeiros agentes da gestão ambiental. Tal fato foi contrário ao que ocorre com a maioria dos catadores de materiais recicláveis que, apesar de terem sua profissão reconhecida são alvo de grande preconceito social.

Os catadores de materiais recicláveis são geralmente marginalizados, possuem um estilo de vida insalubre, e a discriminação é uma das grandes dificuldades que encontram no exercício profissional, culminando com a desvalorização do seu ofício. Contudo, o quadro vivenciado na Av. Marginal é marcado por grande respeito entre catadores de materiais recicláveis e moradores, elevando a auto-estima deste grupo que passou a reconhecer a importância da profissão exercida.

Com a realização da colecta selectiva, reduziu-se significativamente a quantidade de resíduos que seria encaminhada ao lixão ou aterros sanitários e repassados para a indústria, impedindo que novos recursos naturais sejam utilizados. Também motivou a sensibilização da comunidade acerca dos problemas ambientais e, conseqüentemente provocou mudanças de hábitos, favorecendo a melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente. Além disto, a inclusão social dos catadores de materiais recicláveis mostra que a comunidade modificou a percepção em relação a esses profissionais, mantendo uma relação de respeito mútuo.

Todos os pontos positivos alcançados até o momento, foram frutos de uma mudança de percepção dos moradores, viajantes e catadores de materiais recicláveis, que passaram a enxergar o ambiente de outra forma, quebrando preconceitos.

5.4.2. Estratégias complementares a serem adoptadas para a redução da geração de resíduos plásticos na Av. da Marginal

Os resíduos quando não controlados e monitorados geram grandes impactos ambientais. Por isso é necessário adoptar medidas para a redução da geração de resíduos. Entre essas medidas tiveram práticas e estratégias sustentáveis de optimização, redução de desperdício, melhoria de processos, que contribuíram para redução de custos e conseqüente aumento de lucro na empresa e no Município.

As estratégias empregues na redução da geração de resíduos foi a aplicação da Política 6R's: **repensar, recusar, reduzir, reutilizar, reciclar e responsabilizar**. Esta

foi a estratégia que possuiu maior potencial para redução da geração de resíduos. Isto porque foi mais seguro e menos custoso prevenir do que controlar os impactos.

5.4.2.1. Implantação da política 6R's

A política dos 6R's teve como ponto central a formação de uma nova cultura de consumo, o que significou mudança de hábitos dentro das cidades e localidades. Para implantar a política observou-se:

- **Criação de programas de educação ambiental**

Os envolvidos no processo de transporte e processamento da matéria-prima precisavam compreender a relevância da redução da geração de resíduos ao longo da marginal e em especial nas praias movimentadas. Foi necessário que eles (os catadores e os visitantes das praias) se sentissem envolvidos e conscientes dos impactos gerados pela redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos.

Uma vez sabendo da importância de suas ações foi mais fácil gerar um sentimento de responsabilidade e comprometimento tanto para os catadores assim como para os geradores de resíduos plásticos.

- **Capacitação de capital humano**

Foi sempre necessária a capacitação das pessoas encontradas ao longo da Marginal nas estratégias dos 6 R's para a valorização das suas ações na prática. Mais adiante pode-se optar pela contratação de pessoal com capacitação especializada.

- **Investimento em maquinarias mais eficiente**

Fez-se necessário trocar alguns contentores ao longo da Av. Marginal, por outros mais pequenos e específicos ou com menor potencial de poluição. A geração de resíduo plástico foi reduzida.

A aplicação de estratégias para reduzir a geração de resíduos deve ser praticada mesmo quando não existem grandes quantidades de resíduos.

- **Investimento com retorno a longo prazo**

Apesar da redução de geração de resíduos encaminhar-se um investimento inicial, as vantagens económicas e a imagem da cooperativa e ao longo da AV. Da Marginal devem ser levadas em consideração. Lembrando também que a maioria dos gastos é concentrada na implementação.

5.4.3. Sensibilização ambiental

Os programas e medidas de gestão ambiental não podem dar efeito sem que haja educação ambiental, dado que a maioria dos actores envolvidos como consumidores e catadores não têm conhecimento sobre essas medidas. No âmbito deste modelo, as campanhas de sensibilização ambiental, devem incluir, estudantes, crentes, turistas, sector privado, comunidades e funcionários do Estado, propõe-se que sejam realizadas no mínimo quatro campanhas por mês, sendo que cada campanha deve alcançar a maioria das partes interessadas, e versar sobre temas ligados à gestão de garrafas plásticas com enfoque para a colecta selectiva, de modo a garantir que as pessoas saibam como depositar resíduos sólidos nos ecopontos de forma separada. Outra abordagem das campanhas de sensibilização deve ser a necessidade de redução de geração de resíduos sólidos, adoptando formas de consumo ambientalmente adequadas. As campanhas devem incentivar as pessoas a fazer a reutilização das garrafas plásticas.

Para as escolas, a educação ambiental pode ser incorporada como uma das aulas extracurriculares a serem leccionadas regularmente, incluindo aulas práticas de reutilização de garrafas plástica. A sensibilização deve ser apresentada em *slide show*, filmes de curta-metragem, cartazes, palestras orais, peças teatrais, entre outras, visando garantir melhor compreensão dos conteúdos. A sensibilização ambiental pode ser feita por iniciativas do poder público com apoio de parceiros, pelas entidades de defesa do meio ambiente, instituições de ensino, entre outros.

5.5. Vantagens da colecta selectiva

A colecta selectiva apresentou as seguintes vantagens:

- A boa qualidade dos materiais recuperados, uma vez que não ficaram sujeitos à mistura com outros materiais presentes na massa de resíduos;
- A redução do volume de resíduos a serem dispostos em aterros sanitários;

5.6. Desvantagens da colecta selectiva

- Elevado custo da colecta e transporte, pois necessita de veículos especiais, que passam em dias diferentes dos da colecta convencional;

- Necessidade de um centro de triagem, onde os recicláveis são separados por tipo, mesmo após a segregação na fonte.

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

6.1. Conclusão

O objectivo do trabalho foi elaborar um modelo de gestão de garrafas plásticas recolhidas ao longo da Av. Marginal. Do presente trabalho concluiu-se:

- A produção de garrafas plásticas na Av. Marginal é maior em zonas mais movimentadas (ponte da Katembe, Costa do Sol e ATCM) e menor em zonas pouco movimentadas (Marítimo, Polana, Triunfo, Polana e Game). Ao nível da zona costeira são encontradas grandes quantidades de resíduos plásticos como resultado de descarte directo, ou resíduos trazidos do interior pelas águas pluviais. A falta de sensibilização ambiental aliada a ineficácia dos serviços de recolha dos resíduos sólidos contribui de forma significativa para a poluição marinha e costeira por plástico;
- Quanto aos impactos ambientais causados pelos resíduos plásticos pode-se citar que existe muitas áreas já afectadas pela disposição desordenada de resíduos, a lixeira de Hulene, as valas de drenagem entupidas, o mar, etc. este ultimo, devido à alta resistência e durabilidade, os plásticos fragmentam-se e permanecem por longos períodos no ambiente, funcionando assim como meio de transporte e fonte de contaminantes químicos, constituindo uma grande ameaça para animais marinhos, como focas, golfinhos, tartarugas, entre outros, enroscando e na maioria das vezes levando-os à morte;
- O modelo de gestão integrado de resíduos plásticos proposto consiste na colecta selectiva dos resíduos recicláveis, transporte, triagem, reciclagem, deposição em aterro sanitário dos rejeitos, e incentiva a redução de produção dos resíduos de garrafas plásticas e a reutilização. Uma vez que a produção de resíduos de garrafas plásticas não acontece de forma isolada, o modelo proposto incluiu a gestão de outros resíduos recicláveis;
- Foram estabelecidos os parâmetros de monitoria de gestão dos resíduos plásticos com o fim de mobilizar os recursos para implementação de acções e mecanismos de avaliação e controlo.

Também se verificou que no decorrer deste trabalho a colecta selectiva é uma eficiente ferramenta da gestão de resíduos sólidos. A partir de sua implementação foi possível verificar mudanças significativas no contexto sócio ambiental e económico de determinada localidade. Sua aplicação estimulou a cidade a sentir-se responsável

pelos resíduos que produzem, promovendo mudanças de acções diárias, em prol da melhoria da qualidade ambiental, incentivando a participação popular e o espírito comunitário.

Os impactos positivos identificados demonstram a aproximação da comunidade aos problemas ambientais, proporcionando a redução da quantidade de resíduos plásticos encaminhada a lixeira de Hulene; economizando energia; preservando os recursos naturais; e evitando a poluição do ambiente. Esta mudança de hábitos e de percepção gerou reflexos na melhoria da qualidade de vida, proporcionando a inclusão dos catadores de materiais recicláveis, reforçando sua auto-estima e valorizando seu ofício. A colecta selectiva também contribuiu para a geração de emprego e para a renda aos catadores de materiais recicláveis, que encontram no seu trabalho uma forma árdua, porém, digna de sobreviver.

7.2. Recomendações

Para o sucesso do projecto no que diz respeito à gestão dos resíduos plásticos recomenda-se:

- Que o destino final seja somente os **resíduos últimos**, isto é, aqueles que já passaram por alguma forma de tratamento e não são passíveis de reutilização. Além disso, deve-se dar a prioridade a reabilitação das áreas contaminadas por antigas descargas de resíduos.
- O acesso permanente à informação, em todas as etapas do processo de organização seja a chave para o controlo social, o alto grau de conscientização e a capacidade de interferir na tomada de decisão em relação às questões ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGÃO, V.R., VELOSO, V. H. S. (2014). Produção e reciclagem do lixo com foco em resíduos plásticos. UNIMONTES. Montes Claros, MG – Brasil.
- BRINGHENTI, J. (2004). Colecta selectiva de resíduos sólidos urbanos: Aspectos operacionais e da participação da população. 2004. 234 f. [Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública da USP] São Paulo.
- BRUNI, V. C., & BARBOSA, M. (2016). *Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas escolas Paranaenses*. Curitiba: Governo do Estado de Paraná.
- CALDERONI, Sabetai. (2003). Os bilhões perdidos no lixo. 4.ed. São Paulo: Humanitas.
- CAIXETA, D. S., Caixeta, F. C., & Filho, F. C. (2018). *NANO E MICROPLÁSTICOS NOS ECOSSISTEMAS: IMPACTOS AMBIENTAIS E EFEITOS SOBRE OS ORGANISMOS*. Goiânia: Centro Científico Conhecer.
- CÂNDIDO, C. V., DARLING DEMILLUS SILVA, E. B., FERNANDA MARCIA MACHADO, F. A., & SANTOS, R. R. (2008). *Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Plásticos*. Belo Horizonte: Governo do Estado de Minas Gerais.
- CASAGRANDE, N. M. (2018). *Inclusão dos impactos de resíduos plásticos no ambiente marinho em avaliação do ciclo de vida*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- CHANDAMELA, M. H. (2019). *Gestão de resíduos sólidos em Moçambique*. Maputo: Observatório do Meio Rural.
- CLEVERSON V., Andreoli F., Andreoli T., Vigolo T., Cinthya H., (2012) resíduos sólidos: origem, classificação e soluções para destinação final adequada, São Paulo.
- COSTA, A. C. (2013). *Análise da substituição de polímeros convencionais por polímeros biodegradáveis – um estudo de caso* . Marília: Centro Universitário Eurípedes de Marília.
- DGEDGE, E. E. (2017). *Dimensionamento de uma Central Térmica de Incineração de Resíduos Sólidos na Província de Maputo*. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane.

- FARIAS, S. C. (2014). *Acúmulo de deposição de lixo em ambientes costeiros: A praia oceanica de Piratininga*. Niteroi: Universidade do Estado de Rio de Janeiro.
- FERNANDO, A., & LIMA, S. d. (2012). *Caracterização dos resíduos sólidos urbanos do Município de Maxixe/Moçambique*. Uberlandia: Instituto de Geografia Ufu.
- JERONIMO, G. J., FERREIRA, D. C., & Luz, M. S. (2019). *Dimensionamento de ecopontos para rresíduos reciclaveis secos em Uberaba*. Minas Gerais: Revista Brasileira de Ciências tecnologia e inovação.
- LANGA, J. (2007). *Problemas na zona costeira de Moçambique com ênfase para a costa de Maputo* . Maputo: Revista de Gestão Costeira Integrada.
- LANGA, J. M. (2014). *Gestão dos resíduos sólidos urbanos em Moçambique, responsabilidade de quem?* . Maputo.
- LENHARD, F. (2016). *Destinação final das embalagens PET no Vale do Taquari e proposta de logística reversa* . Lajeado: Univates.
- LIMA, L. M. Q. (1991) Tratamento do lixo. 2ª edição revista. São Paulo: Hemus Editora Ltda., 243 p.
- MARQUES, R. F. (2011). *Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na águasuperficial em três municípios de Minas Gerais*. Lavras: Universidade Federal de Lavras.
- OLIVEIRA, A., & TURRA, A. (Dezembro de 2015). Solid waste management in coastal cities: Where are the gaps? Case study of the North Coast of São Paulo, Brazil. *Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management*.
- Pereira, M. A., Abreu, D. C., Costa, A. C., & Louro, C. M. (2001). *LEVANTAMENTO PRELIMINAR DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NAS PRAIAS DO SUL DE MOÇAMBIQUE: PONTA MALONGANE* . Maputo: MICOA.
- PEREIRA, S. S., & CURI, R. C. (2013). *Modelos de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos: a importância dos catadores de materiais recicláveis no processo de gestão ambiental*. SciELO Books.
- REPENSAR. (2020). *Estabelecimento de um Programa sobre Lixo Marinho e Micro-plástico*. Maputo.

- RODRIGUES, R. R. (2010). *Redução dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos urbanos através de uma coleta seletiva*. Belo Horizonte: Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix.
- SÃO PAULO (ESTADO). (1998)Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Educação Ambiental. Guia pedagógico do lixo. São Paulo: SMA, 96 p. il.
- SCHALCH, V., LEITE, W. C., JÚNIOR, J. L., & CASTRO, M. C. (2002). *Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos* . São Carlos: Universidade de São Paulo.
- SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D. Estratégias para realização de educação ambiental em escolas do ensino fundamental. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 20, p. 1-21, jan/jun. 2008.
- SIMÃO, J. (2011). *Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa*. São Carlos: Universidade de São Paulo.
- UNHABITAT. (2010). *Solid Waste Management in The World's*. London, UK.

Anexos

Anexo 1: Quantidade de garrafas por marca em cada ponto de recolha

| Marcas e quantidades | Locais de recolha | | | | | | | | | Total |
|----------------------|-------------------|----------|------|-----------------|-----------|------------------|--------------|-----------|----------------------|-------|
| | Katembe - Ponte | Marítimo | ATCM | Praia da Polana | Baia-Game | Praia do Triunfo | Costa do Sol | 3 Árvores | Garganta da Macaneta | |
| Fizz | 329 | 127 | 90 | 82 | 182 | 171 | 28 | 56 | 114 | 1179 |
| Frozy | 277 | 21 | 90 | 34 | 58 | 16 | 10 | 7 | 11 | 524 |
| Namaacha | 612 | 34 | 307 | 142 | 152 | 75 | 33 | 66 | 12 | 1433 |
| Coca-cola | 546 | 31 | 209 | 82 | 139 | 81 | 27 | 51 | 47 | 1213 |
| Vumba | 98 | 6 | 75 | 64 | 61 | 0 | 14 | 32 | 3 | 353 |
| Fiesta | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 26 |
| Montemor | 156 | 10 | 40 | 0 | 14 | 0 | 1 | 6 | 0 | 227 |
| Matissana | 123 | 9 | 0 | 0 | 1 | 34 | 0 | 1 | 1 | 169 |
| Cristalina | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 25 |
| Izy | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 2 | 0 | 0 | 14 |
| Bonaqua | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 2 | 9 |
| Tentacao | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 5 | 0 | 9 |
| Fonte de vida | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Mirinda | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0 | 7 |
| Outras marcas | 140 | 0 | 462 | 122 | 0 | 0 | 15 | 0 | 81 | 680 |
| Total | 2326 | 238 | 1183 | 526 | 632 | 377 | 132 | 235 | 271 | |

Anexo 2: Quantidade de resíduos recolhidos na praia da ponte de Katembe

| Katembe – Praia ponte | |
|------------------------------|-------------------|
| Plástico | Quantidade |
| Garrafas de bebida | 2326 |
| Tampa de garrafa | 556 |
| Tampas de caneta | 6 |
| Copo, prato | 35 |
| Talher | 100 |
| Palhinha/ agitadores | 96 |
| Palito de doce | 159 |
| Caneta | 4 |
| Plástico duro | 1 |
| Mola de roupa | 3 |
| Cotonete | 36 |
| Chinelo, sola, sapato | 381 |
| Escova de dentes | 9 |
| Pasta de dentes | 10 |
| Lâmina de barbear | 3 |
| | |
| Papel | Quantidade |
| Embalagens de papel | 20 |
| | |
| Outros | Quantidade |
| Fraldas descartáveis | 15 |
| Biomédicos | 6 |
| Beata | 3 |
| Pastas | 3 |

Anexo 3: Resultados de resíduos recolhidos no Marítimo

| Marítimo | |
|------------------------|-------------------|
| Plástico | Quantidade |
| Garrafas de bebida | 238 |
| Saco de compra | 3929 |
| Tampa de garrafa | 560 |
| Tampas de caneta | 1 |
| Talher | 270 |
| Palhinha/ agitadores | 247 |
| Emb. Chips, doce, etc. | 3000 |
| Take away de espuma | 1283 |
| Take away de plástico | 225 |
| Embrulho de tabaco | 36 |
| Palito de doce | 17 |
| Plástico duro | 19 |
| Cotonete | 3 |
| Chinelo, sola, sapato | 8.6 kg |
| Equipamento de limpeza | 1 |
| Eletrónicos | 2 |
| Preservativos | 2 |
| Beata | 60 |
| medicamentos | 1 |
| Redes e pedaços | 2 |
| | |
| Vidro | Quantidade |
| Garrafas de bebida | 144 |
| Caco | 25 kg |
| | |
| Metal | Quantidade |
| Outros | 15 |
| | |
| Papel | Quantidade |
| Embalagens de papel | 20 |
| Caixotes de cartão | 3 |
| | |
| Outros | Quantidade |
| Vestuário | 19 kg |
| Fraldas descartáveis | 10 |

Anexo 4: Resultados de resíduos recolhidos no ATCM

| ATCM | |
|------------------------|-------------------|
| Plástico | Quantidade |
| Saco de compra | 1300 |
| Tampa de garrafa | 615 |
| Tampas de caneta | 2 |
| Copo, prato | 58 |
| Talher | 87 |
| Palhinha/ agitadores | 613 |
| Emb. Chips, doce, etc. | 374 |
| Take away de plástico | 18 |
| Anelador de garrafa | 4 |
| Outras garrafas | 182 |
| Cinta plástica | 1800 |
| Embrulho de tabaco | 35 |
| Palito de doce | 82 |
| Caneta | 5 |
| Mola de roupa | 1 |
| Cotonete | 5 |
| Esferovite | 72 |
| Chinelo, sola, sapato | 16 |
| Preservativos | 6 |
| Seringa | 1 |
| Escova de dentes | 8 |
| Pasta de dentes | 4 |
| Isqueiro | 3 |
| Pente | 4 |
| Lamina | 2 |
| Medicamentos | 4 |
| | |
| Vidro | Quantidade |
| Garrafas de bebida | 493 |
| Outros frascos | 7 |
| Outro vidro | 25 |
| | |
| Metal | Quantidade |
| Caricas/tampas | 5361 |
| Latas de bebida | 58 |
| | |
| Papel | Quantidade |
| Embalagens de papel | 268 |
| | |
| Outros | Quantidade |
| Vestuário | 1888 |
| Fraldas descartáveis | 49 |
| Brinquedos | 5 |
| Beata | 59 |
| CD's | 2 |

Anexo 5: Resultados de resíduos recolhidos na praia da Polana

| Praia da Polana | |
|------------------------|-------------------|
| Plástico | Quantidade |
| Garrafas de bebidas | 524 |
| Tampas de garrafas | 1440 |
| Talheres | 174 |
| Palhinhas/ agitadores | 160 |
| Take away de espuma | 2 |
| Take away de plástico | 9 |
| Anelador de garrafas | 13 |
| Embrulho de tabaco | 1 |
| Palitos de doces | 209 |
| Canetas | 14 |
| cabide | 2 |
| Plástico duro | 159 |
| Mola de roupa | 15 |
| Cotonetes | 93 |
| Preservativos | 11 |
| Seringas | 22 |
| Escova de dentes | 19 |
| Pasta de dentes | 6 |
| Isqueiros | 6 |
| Gillette | 9 |
| Brinquedos | 4 |
| Pente | 3 |
| Rolo de cabelo | 2 |
| Corda | 13 |
| | |
| Outros | Quantidade |
| Fralda descartável | 1 |
| Vela | 2 |
| Beatas | 12 |
| Óculos | 1 |

Anexo 6: Resultados de resíduos recolhidos na Baía-Game

| Baía-game | |
|-------------------------|-------------------|
| Plástico | Quantidade |
| Garrafas de bebida | 632 |
| Sacos de compra | 4857 |
| Tampas de garrafas | 1002 |
| Tampas de caneta | 2 |
| Talheres | 81 |
| Palhinhas/ agitadores | 2500 |
| Emb.Chips, doces, etc. | 3200 |
| Take away de plástico | 400 |
| Outras garrafas | 63 |
| Embrulho de tabaco | 12 |
| Palito de doce | 18 |
| Canetas | 8 |
| Plástico duro | 59 |
| Esferovite | 7.9 kg |
| balões | 3 |
| Equipamento de limpeza | 1 |
| Eletrónicos | 4 |
| Preservativos | 3 |
| Escova de dentes | 1 |
| Pasta de dentes | 1 |
| Esqueiros | 1 |
| Lamina de barbear | 6 |
| Pentes | 3 |
| Brinquedo | 1 |
| Beata | 85 |
| Redes de pesca, pedaços | 2 sacos de 50kg |
| | |
| Vidro | Quantidade |
| Garrafas de bebida | 25 kg |
| | |
| Metal | Quantidade |
| Pedaços | 7.4 kg |
| | |
| Outros | Quantidade |
| Vestuário | 60 kg |
| Fraldas descartáveis | 39 |
| Pincel | 4 |
| Biomédicos | 28 |
| Capa de CD | 1 |

Anexo 7: Resultados de resíduos recolhidos na praia do Triunfo

| Praia do Triunfo | |
|-----------------------------|-------------------|
| Plástico | Quantidade |
| Garrafas de bebidas | 276 |
| Sacos de compras | 1602 |
| Tampas de garrafas | 501 |
| Tampas de caneta | 9 |
| Talheres | 26 |
| Palhinha s/ agitadores | 135 |
| Emb.Chips, doces, etc. | 836 |
| Take away plástico | 72 |
| Embrulho de tabaco | 10 |
| Palitos de doces | 836 |
| Esferovite | 503 |
| Chinelos, solas, sapatos | 13 |
| Preservativos | 33 |
| Escova de dentes | 2 |
| Biomédicos | 6 |
| Boias, potes | 3 |
| Redes de pesca, pedaços | 50 |
| | |
| Vidro | Quantidade |
| Garrafas de bebida | 8 |
| | |
| Metal | Quantidade |
| Pedaços de metal | 8 |
| | |
| Papel | Quantidade |
| Embalagens de papel | 10 |
| | |
| Outros | Quantidade |
| Fraldas descartáveis | 7 |
| Beatas | 41 |

Anexo 8: Resultados de resíduos recolhidos na praia da Costa do Sol

| Costa do Sol | |
|-----------------------------|-------------------|
| Plástico | Quantidade |
| Garrafas de bebidas | 155 |
| Sacos de compras | 1207 |
| Tampas de garrafas | 183 |
| Tampas de caneta | 2 |
| Copos, pratos | 21 |
| Talheres | 51 |
| Palhinhas/ agitadores | 21 |
| Emb.Chips, doces, etc. | 1000 |
| Embrulho de tabaco | 10 |
| Palitos de doces | 11 |
| Canetas | 2 |
| Plástico duro | 4 |
| Cotonetes | 2 |
| Esferovite | 98 |
| Chinelos, solas, sapatos | 18 |
| Eletrónicos | 1 |
| Preservativos | 1 |
| Pasta de dentes | 2 |
| Medicamentos | 2 |
| Mexas | 4 |
| Redes de pesca, pedaços | 2 |
| Linha de pesca | 3 |
| | |
| Vidro | Quantidade |
| Garrafas de bebida | 30 |
| | |
| Metal | Quantidade |
| Latas de bebida | 10 |
| | |
| Papel | Quantidade |
| Embalagens de papel | 18 |
| Caixotes de cartão | 16 |
| Recargas | 5 |
| | |
| Outros | Quantidade |
| Vestuário | 8 |

Anexo 9: Resultados de resíduos recolhidos na praia de 3 árvores

| 3 árvores | |
|----------------------------|-------------------|
| Plástico | Quantidade |
| Garrafas de bebidas | 235 |
| Sacos de compras | 194 |
| Tampas de garrafas | 128 |
| Tampas de caneta | 3 |
| Copos, pratos | 31 |
| Talheres | 14 |
| Palhinhas/ agitadores | 13 |
| Emb.Chips, doces, etc. | 154 |
| Take away espuma | 55 |
| Take away plástico | 10 |
| Anelador de garrafas | 2 |
| Embrulho de tabaco | 6 |
| Palitos de doces | 9 |
| Canetas | 2 |
| Plástico duro | 13 |
| Mola de roupa | 1 |
| Cotonetes | 3 |
| Esferovite | 3 |
| Espumas | 5 |
| Chinelo, solas, Sapato | 24 |
| Preservativos | 8 |
| Escova de dentes | 1 |
| Pasta de dentes | 2 |
| Luva | 1 |
| Gillette | 3 |
| Outros plásticos | 24 |
| Redes de pesca, pedaços | 20 |
| Fio | 31 |
| | |
| Vidro | Quantidade |
| Garrafas de bebida | 92 |
| Frasco | 1 |
| Outros vidros | 8 |
| | |
| Metal | Quantidade |
| Caricas/tampas de metal | 24 |
| Latas de bebida | 4 |
| Corta unhas | 1 |
| | |
| Papel | Quantidade |
| Embalagens de papel | 33 |

| | |
|----------------------|-------------------|
| Copo | 1 |
| | |
| Outros | Quantidade |
| Vestuário | 143 |
| Fraldas descartáveis | 5 |
| Brinquedos | 3 |
| Pastas | 3 |
| Tubo de cola | 1 |