

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO

Karen Nomura De Nardi
Mariana Pisani Porto

**Proposição de cenário para gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.
Estudo de caso: município de Ilhabela-SP.**

São Carlos/SP

2020

Karen Nomura De Nardi
Mariana Pisani Porto

Proposição de cenário para gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.
Estudo de caso: município de Ilhabela-SP.

Trabalho de Graduação apresentado à Escola de Engenharia de
São Carlos, da Universidade de São Paulo, para obtenção do
título de Engenheiras Ambientais

Orientador:
Prof. Dr. Valdir Schalch

São Carlos/SP
2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues
Fontes da EESC/USP

D391p De Nardi, Karen Nomura
Proposição de cenário para gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Estudo de caso : município de Ilhabela-SP / Karen Nomura De Nardi, Mariana Pisani Porto; orientador Valdir Schalch. -- São Carlos, 2020.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2020.

1. Política nacional de resíduos sólidos. 2. Resíduos sólidos urbanos. 3. Gestão e gerenciamento. 4. Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos. 5. Manejo de resíduos sólidos urbanos. 6. Ilhabela-SP. T. Porto, Mariana Pisani. II. Título.

DE NARDI, Karen Nomura; PORTO, Mariana Pisani. **Proposição de cenário para gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Estudo de caso: município de Ilhabela-SP.** 2020. 157 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS), Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2020.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Karen Nomura de Nardi e Mariana Pisani Porto**

Data da Defesa: 27/11/2020

Comissão Julgadora:

Resultado:

Valdir Schalch (Orientador(a))

APROVADO

Túlio Queijo de Lima

APROVADO

Mário Augusto Tavares Russo

APROVADO



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

Dedicamos este trabalho às nossas famílias e amigos, os quais não mediram esforços para que chegássemos até esta etapa de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

À ENGAJ, porque com ela tivemos a oportunidade de trabalhar juntas e o desafio de gerenciar nosso primeiro projeto de resíduos sólidos. Foi na ENGAJ que compreendemos nosso poder de ação como futuras Engenheiras Ambientais e o impacto positivo que podemos gerar para a sociedade e meio ambiente. Além de conhecer pessoas incríveis, com quem compartilhamos essa vontade de impactar.

Aos nossos pais Fernando Porto e Ílio De Nardi, nossas mães Adriana Porto e Beatriz Nomura, nossos irmãos João Porto e Erik Nomura e familiares por acreditarem no nosso potencial e fornecerem todo o apoio, amor e educação, sem medirem esforços.

Aos nossos amigos, principalmente ao Pico Nick, aos Inúteis da Vida e às Repúblicas Varanda e Pangéia por serem nossa família de São Carlos e estarem presentes em todos os momentos.

Ao Professor Valdir Schalch e ao Túlio Queijo que, primeiramente, aceitaram o tema proposto e nos auxiliaram ao longo de todo processo de maturação da ideia, planejamento e desenvolvimento do trabalho.

À Prefeitura de Ilhabela-SP e a todos os moradores da ilha que, de alguma forma, fizeram parte do desenvolvimento da pesquisa e nos compartilharam informações com a perspectiva local e suas demandas, sempre muito receptivos e abertos ao diálogo.

A todos aqueles que apoiaram e acreditaram em nosso projeto.

À oportunidade de construir tudo isso juntas, com muita sinergia e dedicação.

RESUMO

DE NARDI, Karen Nomura; PORTO, Mariana Pisani. **Proposição de cenário para gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Estudo de caso: município de Ilhabela-SP.** 2020. 157 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS), Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2020.

Diante de um contexto de dificuldades ao atendimento à atual Legislação Federal, em se tratando planejamento urbano e ambiental, o estudo teve por objetivo a proposição de uma alternativa de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos para o município de Ilhabela-SP. Inicialmente, realizou-se um diagnóstico com caracterização e avaliação da atual gestão de resíduos sólidos urbanos e da implementação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de 2013. Para isso, utilizaram-se dados obtidos por meio de levantamento documental, visitas técnicas, contato com gestores públicos e aplicação da ferramenta SWOT para análise da gestão. Seguiu-se para o prognóstico, propondo-se dois cenários: tendencial e normativo. O primeiro contemplou uma projeção de dez anos da situação atual do município, enquanto no cenário normativo, os processos da gestão e gerenciamento foram realizados de acordo com as normas e leis vigentes e com o atingimento das metas propostas. Seguiu-se para a criação de um planejamento estratégico abordando objetivos, metas e um plano de ação com indicadores de desempenho, no sentido de se adequar à Política Nacional de Resíduos Sólidos e visando a redução da quantidade de resíduos encaminhados ao transbordo. Por fim, realizaram-se projeções de geração de resíduos no cenário normativo, possibilitando a comparação com o cenário tendencial e consequente avaliação do balanço econômico. Comparando-se os cenários, observou-se uma redução significativa da quantidade de resíduos sólidos enviados ao transbordo e, posteriormente ao aterro sanitário. Quanto aos custos envolvidos com os serviços de coleta e transporte, os valores desembolsados continuam próximos. O estudo mostrou que para uma gestão eficiente dos resíduos sólidos, o comprometimento da sociedade é indispensável assim como as ações de educação ambiental.

Palavras-chave: Política Nacional de Resíduos Sólidos; resíduos sólidos urbanos; gestão e gerenciamento; Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

ABSTRACT

DE NARDI, Karen Nomura; PORTO, Mariana Pisani. **Scenario proposal for urban waste management. Case study: Ilhabela municipality-SP.** 2020. 157 p. Undergraduate Thesis - Environmental Engineering, Universidade de São Paulo, Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS), Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2020.

Given the context of difficulties in complying with the current Federal Legislation, in terms of urban and environmental planning, the study aimed to develop an alternative for solid urban waste management in the city of Ilhabela-SP. Initially, a diagnosis was made with the characterization and evaluation of the current context of urban solid waste management and Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management implementation in 2013. Data obtained through documentary survey, technical visits and contact with public managers, in addition to the application of SWOT analysis. Then, the study proceeded to the prognosis, consisting of the proposition of two scenarios: tendential and normative. The first one contemplated the municipal present situation ten-year projection, and the second one in turn relied on management processes according to the current rules and laws, as well as the achievement of the proposed goals. Therefore, considering the intended scenario, the following step was the settlement of an strategic planning approaching objectives, goals and an action plan with performance indicators, in order to suit the National Solid Waste Policy requirements, intending to reduce the amount of waste addressed to the transshipment station. To conclude, projections of waste generation were developed to the normative scenario, enabling correlation with the tendencial one and the consequent assessment of the economic balance. Comparing the trend to the normative scenario, it was possible to observe a significant decrement in the amount of waste sent to the transshipment and, later, to the landfill. Regarding the costs involved with the studied waste collection and transportation services, it was noticed that the amounts of money disbursed in the normative scenario, remain very close to the values of the tendencial scenario. The study revealed that, an efficient solid waste management in the municipality, together with the commitment of the various sectors of society and environmental education is indispensable.

Keywords: National Solid Waste Policy; urban solid waste; management; Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 -	Ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos conforme PNRS.....	28
Figura 3.2 -	Código de cores segundo Resolução CONAMA nº 275.....	35
Figura 3.3 -	Estação de transbordo com armazenamento.....	40
Figura 3.4 -	Estação de transbordo direto.....	40
Figura 3.5 -	Aterro em vala/trincheira.....	48
Figura 3.6 -	Aterro em encosta.....	48
Figura 3.7 -	Aterro em área.....	49
Figura 4.1 -	Divisão das etapas de realização do trabalho.....	50
Figura 4.2 -	Esqueleto da Matriz Swot.....	56
Figura 4.3 -	Metodologia 5W2H.....	60
Figura 5.1 -	Localização do município de Ilhabela.....	66
Figura 5.2 -	Sistemas de Abastecimento de Água existentes no município.....	68
Figura 5.3 -	Sistemas de Esgotamento Sanitários existentes no município Ilhabela.....	69
Figura 5.4 -	Sistema de Esgotamento Sanitário planejado no município de Ilhabela.....	70
Figura 5.5 -	Zoneamento do Parque Estadual de Ilhabela.....	73
Figura 5.6 -	Etapas do manejo de resíduos sólidos urbanos no município de Ilhabela.....	74
Figura 5.7 -	Histórico do Aterro Municipal de Ilhabela-SP.....	76
Figura 5.8 -	Trecho Sul.....	77
Figura 5.9 -	Trecho Barra Velha-Reino.....	78
Figura 5.10 -	Trecho Perequê-Toca.....	78
Figura 5.11 -	Trecho Norte.....	79

Figura 5.12 -	Trecho de Difícil Acesso.....	79
Figura 5.13 -	Locais de acondicionamento de resíduos em residências.....	81
Figura 5.14 -	Contêiner de acondicionamento de resíduos para múltiplas residências.....	81
Figura 5.15 -	Lixeira de acondicionamento de resíduos de condomínio.....	82
Figura 5.16 -	Setores de coleta de resíduos domiciliares no município de Ilhabela.....	82
Figura 5.17 -	Localização do Sistema de Transbordo de Ilhabela.....	83
Figura 5.18 -	Estação de Transbordo de Ilhabela.....	84
Figura 5.19 -	Áreas abrangidas pela coleta seletiva de resíduos secos.....	85
Figura 5.20 -	Localização geográfica do Centro de Triagem de Resíduos Recicláveis Ilhabela.....	86
Figura 5.21 -	Fluxograma do processo de triagem dos materiais recicláveis.....	87
Figura 5.22 -	Acúmulo de resíduos recicláveis na área do CTR.....	88
Figura 5.23 -	Retirada dos materiais passíveis de reciclagem pela Compel.....	89
Figura 5.24 -	Serviço municipal de podas.....	90
Figura 5.25 -	Área de depósito de resíduos de poda, atualmente esvaziada pelo Programa Carona Legal.....	92
Figura 5.26 -	Caminhões realizando a retirada de materiais do Aterro Municipal.....	92
Figura 5.27 -	Serviço de varrição das praias.....	93
Figura 5.28 -	Lixeiras públicas.....	93
Figura 5.29 -	Ponto de descarte de bitucas de cigarro.....	94
Figura 5.30 -	Antigo local de armazenamento de pneus, nas dependências do Aterro.....	95
Figura 5.31 -	Ponto de coleta em supermercado de pilhas usadas.....	96
Figura 5.32 -	Produtos eletroeletrônicos encontrados no CTR.....	97
Figura 5.33 -	Contêiner da Startup Molécoola em Ilhabela.....	98
Figura 5.34 -	Projeção populacional e de geração de resíduos sólidos urbanos.....	112

Figura 5.35 -	Quantidade de resíduos destinados à coleta regular nos cenários tendencial e normativo.....	139
Figura 5.36 -	Quantidade de materiais passíveis de reciclagem destinados à coleta seletiva nos cenários.....	140
Figura 5.37 -	Comparação entre as quantidades de resíduos das coletas regular, seletiva de úmidos e de secos para os cenários tendencial e normativo.....	141

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 -	Divisão dos resíduos sólidos conforme a PNRS.....	25
Quadro 3.2 -	Mudanças após a implementação da PNRS.....	29
Quadro 3.3 -	Tipologia dos materiais recicláveis.....	42
Quadro 4.1 -	Metodologia 5W2H.....	61
Quadro 5.1 -	Taxa de serviço de recolhimento de resíduos sólidos em Ilhabela.....	101
Quadro 5.2 -	Legislações Municipais abrangendo RSU.....	103
Quadro 5.3 -	Principais objetivos abrangendo a coleta regular.....	104
Quadro 5.4 -	Principais objetivos abrangendo a coleta seletiva.....	105
Quadro 5.5 -	Principais objetivos abrangendo o sistema de varrição, capina e poda.....	107
Quadro 5.6 -	Matriz SWOT.....	109
Quadro 5.7 -	Cenário Tendencial.....	114
Quadro 5.8 -	Cenário Normativo.....	115
Quadro 5.9 -	Metas para coleta regular.....	117
Quadro 5.10 -	Metas para coleta seletiva de resíduos secos.....	118
Quadro 5.11 -	Metas para resíduos de limpeza urbana.....	119
Quadro 5.12 -	Metas para resíduos passíveis de logística reversa.....	120
Quadro 5.13 -	Metas para compostagem.....	121
Quadro 5.14 -	Metas para educação ambiental.....	122
Quadro 5.15 -	Plano de ação para coleta regular.....	124
Quadro 5.16 -	Plano de ação para coleta seletiva de resíduos secos.....	125
Quadro 5.17 -	Plano de ação para resíduos de limpeza urbana.....	126
Quadro 5.18 -	Plano de ação para resíduos passíveis de logística reversa.....	127
Quadro 5.19 -	Plano de ação para compostagem.....	128
Quadro 5.20 -	Plano de ação para educação ambiental.....	129

Quadro 5.21 -	Indicadores de desempenho para coleta regular.....	131
Quadro 5.22 -	Indicadores de desempenho para coleta seletiva de resíduos secos.....	132
Quadro 5.23 -	Indicadores de desempenho para resíduos de limpeza urbana.....	133
Quadro 5.24 -	Indicadores de desempenho para resíduos passíveis de logística reversa.....	134
Quadro 5.25 -	Indicadores de desempenho para compostagem.....	135
Quadro 5.26 -	Indicadores de desempenho para educação ambiental.....	136

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 -	Geração per capita de resíduos domiciliares em Ilhabela.....	77
Tabela 5.2 -	Geração per capita de materiais recicláveis em Ilhabela.....	84
Tabela 5.3 -	Composição dos materiais recicláveis em Ilhabela.....	86
Tabela 5.4 -	Quantidade de materiais recicláveis no CTR em 2017.....	87
Tabela 5.5 -	Quantidade de materiais recicláveis no CTR em 2018.....	87
Tabela 5.6 -	Responsáveis pelo manejo dos RSU em 2013.....	99
Tabela 5.7 -	Responsáveis pelo manejo de RSU em 2019.....	100
Tabela 5.8 -	Fatores de escala adotados para a projeção da geração de resíduos.....	111
Tabela 5.9 -	Projeção de geração de resíduos.....	112
Tabela 5.10 -	Composição gravimétrica média dos resíduos provenientes da coleta regular em 2013.....	137
Tabela 5.11 -	Composição gravimétrica de resíduos de coleta regular no cenário tendencial.....	138
Tabela 5.12 -	Composição gravimétrica dos resíduos de coleta regular para o cenário normativo.....	138
Tabela 5.13 -	Geração de materiais destinados à coleta seletiva de resíduos secos no cenário normativo.....	139
Tabela 5.14 -	Levantamento dos gastos municipais com a contratação dos serviços de coletas seletiva e regular de resíduos sólidos urbanos.....	142
Tabela 5.15 -	Estimativa de gastos anuais com o manejo dos resíduos de coleta regular e comparação entre os cenários tendencial e normativo.....	142
Tabela 5.16 -	Estimativa de gastos anuais com coleta seletiva de resíduos secos e comparação entre os cenários tendencial e normativo.....	143
Tabela 5.17 -	Estimativa de gastos anuais com coleta seletiva de resíduos úmidos e comparação entre os cenários tendencial e normativo.....	144
Tabela 5.18 -	Custos totais da gestão de resíduos sólidos urbanos nos cenários tendencial e normativo.....	144
Tabela 5.19 -	Balanço Econômico Final.....	145

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CDHU	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano
CDR	Combustíveis Derivados de Resíduos
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CGU	Controladoria-Geral da União
CIISC	Comitê Interministerial de Inclusão dos Catadores de Materiais Recicláveis
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTR	Centro de Triagem de Recicláveis
EESC-USP	Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo
ENGAJ	Engenharia Ambiental Júnior
ETA	Estação de Tratamento de Água
FAUM	Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Mackenzie
FDTE	Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia
GAEMA	Grupo de Atuação Especial do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
MNCR	Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
ONU	Organização das Nações Unidas
PEIb	Parque Estadual de Ilhabela
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos de Construção Civil
RLU	Resíduos de Limpeza Urbana
RDO	Resíduos Domiciliares

RSS	Resíduos de Serviços de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEADE	Sistema Estadual de Análise de Dados
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
Sinir	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos
Sisnama	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
TGCA	Taxa Geométrica de Crescimento Anual
UC	Unidade de Conservação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
URE	Usinas de Recuperação Energética de Resíduos Sólidos
UTGR	Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos Sólidos

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. OBJETIVOS.....	23
2.1. Objetivo Geral	23
2.2. Objetivos Específicos	23
3. REVISÃO DE LITERATURA	24
3.1. Resíduos Sólidos	24
3.1.1. Definição e Classificação.....	24
3.1.2. Gestão e Gerenciamento Integrado.....	26
3.2. Legislação.....	27
3.2.1. Política Nacional de Resíduos Sólidos	27
3.2.2. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	30
3.3. Resíduos Sólidos Urbanos.....	31
3.3.1. Resíduos Domiciliares	31
3.3.2. Resíduos Úmidos	31
3.3.3. Resíduos Secos	32
3.3.4. Resíduos de Limpeza Urbana	32
3.3.5. Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços.....	33
3.3.6. Resíduos Passíveis de Logística Reversa.....	33
3.4. Segregação, Acondicionamento e Armazenamento.....	35

3.5. Coleta e Transporte	36
3.5.1. Coleta Seletiva.....	36
3.5.2. Coleta Informal	37
3.5.3. Coleta Regular.....	38
3.5.4. Estação de Transbordo	38
3.6. Tratamento (Destinação Final)	40
3.6.1. Compostagem.....	41
3.6.2. Reciclagem	42
3.6.3. Processos Térmicos	43
3.6.4. Processos Alternativos	46
3.7. Disposição Final	46
4. MATERIAIS E MÉTODO	50
4.1. Diagnóstico	50
4.1.1. Levantamento Documental	51
4.1.1.1. Projeto: Aterro Água Branca - FDTE	51
4.1.1.2. Projeto: Consultoria para FDTE referente ao Aterro Municipal de Ilhabela - ENGAJ	52
4.1.1.3. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Ilhabela.....	53
4.1.2. Visita Técnica e Contato com os Gestores Públicos	54
4.1.3. Análise SWOT	55
4.2. Prognóstico	56
4.2.1. Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos.....	57
4.2.2. Definição de Cenários	58
4.3. Planejamento Estratégico.....	59
4.3.1. Objetivos e Metas.....	59
4.3.2. Plano de Ação.....	60

4.3.3. Indicadores de Desempenho	61
4.3.4. Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos para o Cenário Normativo.....	62
4.3.5. Análise Econômica	63
4.4. Considerações.....	63
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	65
5.1. Diagnóstico.....	65
5.1.1. Aspectos Gerais do Município.....	65
5.1.1.1. Caracterização Socioeconômica.....	66
5.1.1.2. Abastecimento de Água.....	67
5.1.1.3. Esgotamento Sanitário.....	68
5.1.2. Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos	73
5.1.2.2. Coleta Regular.....	76
5.1.2.3. Coleta Seletiva de Resíduos Secos.....	84
5.1.2.4. Limpeza Urbana (Varrição, Capina e Poda)	90
5.1.2.5. Resíduos Passíveis de Logística Reversa	94
5.1.2.6. Competências e Responsabilidades.....	99
5.1.2.7. Custos Aproximados	100
5.1.2.8. Legislações Municipais Aplicáveis	102
5.1.3. Ihabela como Unidade de Conservação.....	71
5.1.4. Análise SWOT	103
5.1.4.1. Verificação dos objetivos do PMGIRS	103
5.1.4.2. Matriz SWOT	108
5.2. Prognóstico.....	110
5.2.1. Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos	110
5.2.2. Definição de Cenários.....	113
5.2.3. Planejamento Estratégico.....	116

5.2.3.1. Objetivos e Metas	116
5.2.3.2. Plano de Ação	123
5.2.3.3. Indicadores de Desempenho	130
5.2.3.4. Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos para o Cenário Normativo.....	137
5.2.3.5. Análise Econômica	141
5.2.3.5.1. Balanço Econômico Final.....	144
6. CONCLUSÕES.....	146
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	148
REFERÊNCIAS	149

1. INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial pode ser considerada como um marco histórico para a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Foi a partir das décadas de 1930 e 1940 que se iniciou a produção de objetos de consumo em grandes quantidades, atrelada ao aumento considerável do volume e variedade dos resíduos gerados nas áreas urbanas do país (BATISTA, 2017).

A princípio, o destino final dos resíduos sólidos gerados no Brasil eram os lixões, áreas periféricas nas quais esses eram depositados a céu aberto, na ausência de técnicas que garantissem a segurança sanitária e ambiental necessária. No entanto, com o consequente crescimento populacional e o decorrente aumento da geração de resíduos, surge a necessidade da criação de estruturas de gestão e gerenciamento para os resíduos sólidos urbanos, sendo essas possibilitadas pelo avanço no ramo científico (BATISTA, 2017).

Nesse contexto, em 2010 é sancionada a Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404 do mesmo ano, a qual institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) e visa desenvolver, além da mudança comportamental da sociedade, o engajamento do poder público, por meio da definição de princípios, objetivos e instrumentos, bem como das diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, as responsabilidades dos geradores e do poder público e os instrumentos econômicos aplicáveis.

O atendimento à atual Legislação Federal pode ser considerado como um grande desafio à administração pública nos municípios do país, em se tratando planejamento urbano e ambiental, perante a falta de recursos institucionais, econômico-financeiros, técnicos e humanos. As dificuldades também persistem nas demandas que compreendem a infraestrutura urbana, em obediência às determinações da Lei de Regulação do Setor de Saneamento Básico, Lei nº 11.445/2007, e da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010, que atribuem aos municípios a titularidade pela prestação desses serviços, essenciais à população e ao meio ambiente (FDTE, 2019).

Tais dificuldades podem ser evidenciadas pelos dados fornecidos em 2016, pela Organização das Nações Unidas - ONU Brasil, os quais revelam que cerca de 80 mil toneladas diárias de resíduos sólidos são descartadas de forma inadequada no país. Além do mais, foram encontrados 1.775 lixões a céu aberto, nos quais muitos catadores

trabalham em más condições. Outro dado relevante gerado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na pesquisa nacional de saneamento básico realizada em 2008, revela que, do total de 5.562 municípios com serviço de manejo dos resíduos sólidos, apenas 994 possuem coleta seletiva de resíduos recicláveis, sendo que destes, somente 377 municípios fazem a coleta seletiva em toda a cidade.

O desafio dos municípios em realizar a gestão ambientalmente correta dos resíduos, juntamente à falta de soluções consorciadas e aos limites de recursos para a gestão mais avançada dos resíduos, tudo isso demanda ações mais imediatas para resolver o problema, sem, contudo, pular as etapas necessárias para o sucesso do gerenciamento dos resíduos (FDTE, 2019).

Assim sendo, a implantação de planos municipais de gerenciamento integrado de resíduos sólidos faz-se imprescindível. Deve-se estabelecer um conjunto de ações nas etapas de manejo dos resíduos, incluindo a destinação e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos e rejeitos, considerando a realidade e as especificidades de cada município, de forma a torná-los efetivos.

A partir das considerações anteriores e dando ênfase principalmente às dificuldades enfrentadas pelos agentes responsáveis pela administração dos resíduos, tomou-se como estudo de caso o município de Ilhabela, localizado no litoral norte do estado de São Paulo. Além das dificuldades compartilhadas pelos demais municípios do Brasil, o local em questão apresenta a peculiaridade de ser um território sub-continental, o qual conta com uma significativa população flutuante, responsável por grande parte da geração de resíduos sólidos. Ademais, apresenta mais que 80% de seu território com cobertura vegetal de Mata Atlântica, distribuída em três unidades de conservação, o que torna a região uma das maiores reservas desse bioma no planeta, declarada reserva de biosfera pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) (MUNDI, 2012).

Dessa maneira, a composição do presente relatório se pautou na elaboração de um diagnóstico contemplando a caracterização e avaliação do atual contexto da gestão de resíduos sólidos urbanos, evidenciando potencialidades e fragilidades da mesma. A partir dessa base de dados, seguiu-se para a proposição de cenários com alternativas de intervenção que podem ser implementadas no sentido de se adequar às exigências estabelecidas pela PNRS. Espera-se então que este trabalho sirva como subsídio à gestão do poder público municipal no sentido de caminhar para o estabelecimento de práticas

eficazes de gerenciamento que tragam reflexos positivos nos âmbitos social, ambiental e econômico.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente estudo tem como objetivo propor uma alternativa de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Ilhabela-SP que vise a redução de resíduos encaminhados ao aterro sanitário, tendo como base a ordem de prioridade instituída pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

2.2. Objetivos Específicos

- Elaborar diagnóstico da gestão e do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos do Município de Ilhabela-SP;
- Avaliar a implementação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Ilhabela (PMGIRS), elaborado em 2013;
- Aplicar a ferramenta SWOT para análise da gestão de resíduos sólidos urbanos;
- Propor dois cenários, sendo um tendencial e outro de intervenção que vise reduzir o volume de resíduos que são encaminhados à estação de transbordo;
- Propor um plano de ação com indicadores de desempenho para monitoramento futuro;
- Elaborar e avaliar balanço econômico dos cenários propostos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Resíduos Sólidos

3.1.1. Definição e Classificação

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 10.004/2004) define resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Por sua vez, a Política Nacional de Resíduos Sólidos define resíduos sólidos como:

Art. 3º - Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

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

Com essas definições, nota-se a diversidade de complexidade dos resíduos sólidos, sendo estes caracterizados, de forma grosseira, por materiais que não possuem valor de uso ou utilidade, ou são indesejáveis para seu proprietário. No entanto, é importante salientar que tais materiais avaliados como resíduos para uma pessoa, podem tornar-se matéria prima de um novo produto ou processo. A partir do momento em que esses materiais não puderem mais ser reaproveitados, reutilizados ou reintroduzidos na cadeia de seu ciclo de vida, passam a ser considerados como rejeito e devem ser dispostos da forma mais adequada.

Os resíduos sólidos são classificados pela ABNT NBR 10.004/2004 quanto à periculosidade, de acordo com as seguintes classes:

- a. Resíduos Classe I - Perigosos:** aqueles que podem apresentar riscos à saúde pública, ao meio ambiente, podendo ser inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos ou patogênicos, de acordo com suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas;
- b. Resíduos Classe II - Não perigosos:** resíduos que não se enquadram na classe I, subdivididos em duas classes:
- i. Resíduos Classe II A - Não inertes:** aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou de resíduos classe II B. Podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
 - ii. Resíduos Classe II B - Inertes:** quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa e submetidos a um contato dinâmico ou estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme a ABNT NBR 10.006/2004, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados, de acordo com os padrões dessa norma.

Além da periculosidade, de acordo com a PNRS, os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à origem, conforme o Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Divisão dos resíduos sólidos conforme a PNRS - continua

Classificação	Origem
Resíduos domiciliares (RDO)	Atividades domésticas em residências urbanas
Resíduos de limpeza urbana (RLU)	Varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
Resíduos sólidos urbanos (RSU)	Resíduos domiciliares e de limpeza urbana
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Gerados nessas atividades, excetuados os resíduos de limpeza urbana, resíduos de serviços públicos de saneamento básico, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil e resíduos de serviços de transporte
Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Gerados nessas atividades, excetuados os resíduos sólidos urbanos
Resíduos industriais	Processos produtivos e instalações industriais
Resíduos de serviços de saúde (RSS)	Serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS)

Quadro 3.1 - Divisão dos resíduos sólidos conforme a PNRS - conclusão

Classificação	Origem
Resíduos da construção civil (RCC)	Construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis
Resíduos agrossilvopastoris	Atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades
Resíduos de serviço de transportes	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passageiros de fronteira
Resíduos de mineração	Atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

Fonte: adaptado de Brasil (2010).

Ressalta-se que, com relação à classe dos resíduos sólidos urbanos, podem ser incluídos, além dos resíduos domiciliares e resíduos de limpeza urbana, os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços se caracterizados como não perigosos e em razão de sua natureza, composição ou volume.

Quanto à periculosidade, a PNRS classifica os resíduos seguindo-se a mesma definição da ABNT NBR 10.004/2004 que, por sua vez, acrescenta a divisão dos resíduos não perigosos nas classes A e B, como citado anteriormente.

3.1.2. Gestão e Gerenciamento Integrado

De acordo com a Lei nº 12.305/2010 Art. 3º Inciso X, que institui a PNRS, o gerenciamento de resíduos sólidos pode ser descrito como o conjunto de ações realizadas, de forma direta ou indireta, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) ou com Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

A Lei (Art. 3º Inciso XI) também define a gestão integrada de resíduos sólidos como sendo o conjunto de ações que envolvem diferentes órgãos da administração pública e a sociedade civil, com o objetivo de propor soluções para a coleta, o tratamento e a disposição final dos resíduos, considerando-se as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social. Sendo assim, os municípios devem ser os responsáveis pela implementação da gestão integrada, criando um cenário positivo. Tal ação é realizada por

meio do desenvolvimento de um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

A distinção entre os conceitos de gestão e gerenciamento é de grande importância, uma vez que esses possuem peculiaridades. A gestão compreende todas as normas e leis, assim como a tomada de decisão e o planejamento estratégico, sendo de responsabilidade do setor público. Por sua vez, o gerenciamento é caracterizado pelas operações que envolvem os resíduos, por meio de técnicas e instrumentos, podendo ser realizado tanto pelo setor público, como por serviços terceirizados (TAGUCHI, 2010).

3.2. Legislação

3.2.1. Política Nacional de Resíduos Sólidos

Em reflexo à crescente demanda por políticas públicas referentes à temática resíduos sólidos, foi sancionada em agosto de 2010, pela Lei Federal nº 12.305, e regulamentada em dezembro do mesmo ano, pelo Decreto Federal nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

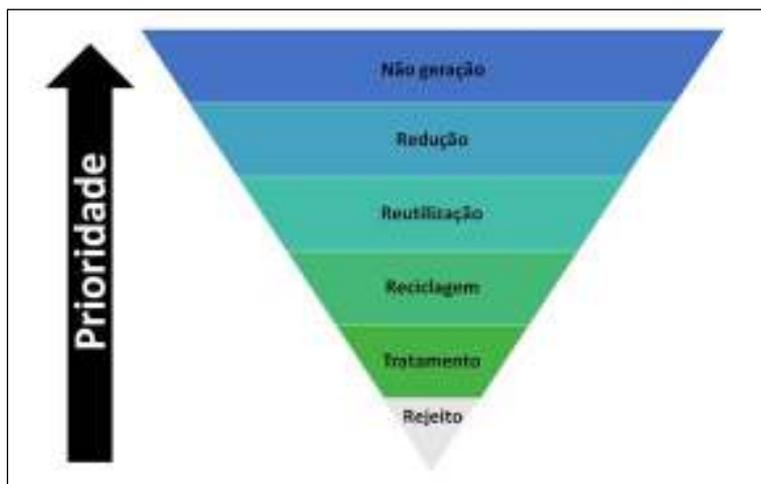
Após quase 20 anos de tramitação no Congresso, a PNRS despontou como o primeiro conjunto de diretrizes e ações, em nível federal, específico para resíduos sólidos. Até então, cabia aos Municípios e Estados legislar sobre a questão, individualmente.

De acordo com o Art. 4º, a Política Nacional de Resíduos Sólidos contempla um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações exercidos pelo governo federal unicamente, ou em regime de cooperação com estados, Distrito Federal, municípios ou particulares, tendo em vista a gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

Um dos destaques da legislação é a introdução da responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na logística reversa dos resíduos e embalagens pré-consumo e pós-consumo.

Além disso, a PNRS determina quinze principais objetivos, dentre os quais estão a gestão integrada, a articulação entre as diferentes esferas do poder público e destas com o setor empresarial e a ordem de prioridade quanto à gestão e gerenciamento, ilustrada pela Figura 3.1.

Figura 3.1 - Ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos conforme PNRS



Fonte: FIESP, 2010.

Com a finalidade de viabilizar esses objetivos, a PNRS também estabelece alguns instrumentos, em seu Art. 8º, como o licenciamento ambiental e a criação de padrões de qualidade ambiental pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), os quais já encontram-se em pleno funcionamento (MELO, 2012). Entretanto, com relação à coleta seletiva, à logística reversa, à implementação de cooperativas e/ou associação de catadores, essas ainda dependem de legislações específicas para serem efetivas.

Em suma, o propósito da PNRS, segundo Melo (2012), é viabilizar uma estrutura normativa federal que possibilite solucionar os graves problemas enfrentados atualmente pela gestão de resíduos sólidos, além de uniformizar as leis estaduais e municipais que tratam da temática. No entanto, após nove anos de sua regulamentação, ainda observa-se o não cumprimento de inúmeras diretrizes impostas pela Política nos diferentes setores envolvidos.

O Quadro 3.2, a seguir, apresenta as mudanças que deveriam ser ocasionadas pela PNRS.

Quadro 3.2 - Mudanças após a implementação da PNRS

SETOR	PREVISÃO
Poder Público	Municípios realizarão planos de metas sobre resíduos com a participação dos catadores.
	Eradicação dos lixões em quatro anos, ou seja, até 2014.
	Prática da compostagem pelas prefeituras.
	Controle de custos e medição da qualidade do serviço.
Catadores	Controle das cooperativas pelos municípios.
	Treinamento e capacitação dos trabalhadores.
	Aumento da quantidade e melhora na qualidade da matéria prima reciclada.
	Inclusão social e filiação às cooperativas.
Empresas	Reciclagem estimulada por instrumentos financeiros.
	Estímulo às ações empresariais.
	Avanço da reciclagem e consequente geração de negócios.
	Maior retorno dos produtos à indústria após o uso pelo consumidor.
População	Segregação dos resíduos na fonte geradora.
	Mobilização dos moradores por meio de campanhas educativas.

Fonte: CEMPRE (2013).

O Relatório de Avaliação por Área de Gestão nº 9 de Resíduos Sólidos do Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União (CGU), publicado em janeiro de 2018, avaliou se o governo federal estava cumprindo seu papel na execução da Política, destacando diversas evidências de que os resultados pós PNRS não foram eficientes. Segundo o Relatório, foram identificadas as seguintes fragilidades:

- a) Elaboração e revisão do Plano Nacional de Resíduos Sólidos:

- Versão preliminar do Plano não foi publicada e somente em 2019, ou seja, nove anos após a instituição da PNRS é que se tem a perspectiva de se ter um Plano Nacional aprovado e válido;
- b) Organização do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (Sinir):
 - A versão atual do sistema não atende às exigências de informações previstas no citado Decreto e tampouco cumpre a finalidade prevista;
- c) Descontinuidade do aporte de recursos aos entes federados e aos consórcios:
 - Houve descontinuidade do aporte de recursos orçamentários para a elaboração de planos de resíduos sólidos e ausência de ações atuais de incentivo aos consórcios de manejo de resíduos sólidos;
- d) Elaboração dos Planos Estaduais e Intermunicipais de Resíduos Sólidos:
 - Apenas doze Estados já elaboraram seus Planos, o que representa cerca de 45% dos mesmos;
- e) Elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos:
 - Apenas 2.325 municípios declararam possuir Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos;
- f) Implantação da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos:
 - 3.355 municípios ainda não dispõem de infraestrutura de aterro sanitário, ou seja, 60% dos municípios brasileiros.

Com o levantamento realizado, percebe-se que ainda existe a falta de cumprimento das diretrizes impostas pela Política, por parte de todas as esferas envolvidas. Por isso, é preciso efetivar um planejamento, com metas de curto, médio e longo prazo, desde as esferas municipais ou de consórcios, até a esfera nacional.

3.2.2. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos é um instrumento da PNRS que tem como objetivo a estruturação do setor público na gestão dos resíduos sólidos. Consiste no diagnóstico, em escala municipal, sobre os resíduos sólidos gerados, com o intuito de analisar a situação presente, e o conseqüente prognóstico, contemplando a projeção da situação atual e o estudo de alternativas de melhoria, a fim de desenvolver um gerenciamento adequado dos resíduos sólidos existentes na região analisada.

Nesse sentido, o PMGIRS deve definir objetivos específicos e metas a serem alcançadas, além dos meios para a sua concretização, corroborando para a elaboração de programas, projetos e ações que buscam melhorar a gestão de tais resíduos, considerando as diretrizes impostas pela PNRS. Seu conteúdo mínimo está disposto, em forma de itens, no Art. 19º da mesma.

3.3. Resíduos Sólidos Urbanos

O aumento da produção de resíduos sólidos urbanos nas últimas décadas está atrelado às mudanças no estilo de vida e forma de produção e consumo da sociedade, ocasionados pelo desenvolvimento da economia, crescimento da população, urbanização e avanço tecnológico. Sendo assim, os centros urbanos são os maiores responsáveis e impactados pela geração exacerbada de resíduos, os quais são presentes não só em grande quantidade, mas em diversidade, podendo assim ser, muitas vezes, perigosos aos ecossistemas e à saúde humana (GOUVEIA, 2012).

Os resíduos resultantes das atividades domésticas e comerciais em centros urbanos são classificados pela ABNT NBR 10.004/2004 como Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). Estes são divididos em três grupos: resíduos domiciliares, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços e resíduos de limpeza urbana.

3.3.1. Resíduos Domiciliares

A PNRS define os resíduos domiciliares como aqueles cuja geração se faz nas atividades diárias de residências urbanas. Em geral, são compostos por matéria orgânica e inorgânica, ou seja, restos de alimentos, papel e papelão, sanitários, plástico, metal e vidro (SOUZA, GUADAGNIN, 2009).

Atualmente, a coleta de resíduos domiciliares encontra-se organizada a partir da classificação desses em dois tipos: úmidos e secos.

- **Resíduos Úmidos**

Os resíduos úmidos são compostos por resíduos orgânicos e rejeito. Os resíduos orgânicos são passíveis de compostagem, caracterizados por materiais de origem biológica, podendo ser provenientes da vida animal ou vegetal. Por sua vez, quando todas

as possibilidades de redução, reutilização, reciclagem e tratamento forem esgotadas, o resíduo que sobra é denominado rejeito. Este é composto, principalmente, por materiais não recicláveis, embalagens sujas e resíduos sanitários.

- **Resíduos Secos**

Os resíduos secos são caracterizados por embalagens em geral, plásticos, metais, vidros e papéis. Tem-se que estes resíduos são materiais passíveis de reciclagem, ou seja, possuem características que proporcionam a reutilização ou transformação de seus componentes em matéria prima para outros produtos.

Vale ressaltar que, dependendo da tecnologia adotada para a reciclagem, os tipos de resíduos considerados como passíveis de reciclagem podem variar. Além disso, o manejo inadequado desses materiais podem acabar por transformá-los em rejeitos, como é o caso de embalagens de papel engorduradas e caixas de leite não lavadas.

3.3.2. Resíduos de Limpeza Urbana

Assim como os domiciliares, a PNRS define os resíduos de limpeza urbana como os provenientes dos serviços de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana, como área de feiras livres, limpeza de praias, galerias, córregos, restos de podas de árvores, entre outros (CASARIN, 2013).

A Lei Estadual nº 12.300/2006 institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) e define os princípios e diretrizes, tais como:

Art. 26º - A taxa de limpeza urbana é o instrumento que pode ser adotado pelos Municípios para atendimento do custo da implantação e operação dos serviços de limpeza urbana.

Art. 28º - Os usuários dos sistemas de limpeza urbana deverão acondicionar os resíduos para coleta de forma adequada, cabendo-lhes observar as normas municipais que estabelecem as regras para a seleção e acondicionamento dos resíduos no próprio local de origem, e que indiquem os locais de entrega e coleta.

§ 1º - Cabe ao Poder Público Municipal, por meio dos órgãos competentes, dar ampla publicidade às disposições e aos procedimentos do sistema de limpeza urbana, bem como da forma de triagem e seleção, além dos locais de entrega dos resíduos.

Art. 29º - O Estado deve, nos limites de sua competência e atribuições.

IV - fomentar a elaboração de legislação e atos normativos específicos de limpeza urbana nos Municípios, em consonância com as políticas estadual e federal.

O Artigo 7º da PNRS também define os RLU como escopo de um de seus objetivos, indicando assim, a importância da elaboração de um sistema que assegure sua “regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos” (BRASIL, 2010). Além disso, estes resíduos fazem parte do conteúdo mínimo de um PMGIRS.

3.3.3. Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços

A PNRS define os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, como sendo os gerados nessas atividades, excetuados os resíduos domiciliares, resíduos dos serviços públicos, resíduos de serviço de saúde, resíduos de construção civil, e resíduos de serviços de transporte. Ainda, segundo seu Art. 13º, quando caracterizados como Classe II (não perigosos), podem ser tratados como resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

Conforme o Art. 20º da mesma Lei, os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços são os geradores de resíduos perigosos ou então aqueles que, apesar de não perigosos, são julgados pelo poder público municipal como não semelhantes aos resíduos domiciliares em características como natureza, volume e composição. Assim sendo, é de responsabilidade desses empreendimentos a gestão dos seus próprios resíduos, os quais devem ser manejados de maneira adequada de acordo com seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Cada município classifica os estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços conforme o volume de geração de resíduos, em grandes ou pequenos geradores. Segundo a PNRS, os grandes geradores possuem a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida de seus produtos, buscando minimizar a quantidade de resíduos, bem como reduzir os potenciais impactos à saúde humana e ao meio ambiente.

3.3.4. Resíduos Passíveis de Logística Reversa

A logística reversa pode ser definida como uma área da logística empresarial, a qual tem a preocupação com aspectos logísticos do retorno de diferentes tipos de bens industriais, sendo eles bens de pós-venda e pós-consumo, ao ciclo produtivo, por meio

da reutilização controlada do bem e de seus componentes, ou da reciclagem dos materiais que o constitui, agregando-lhes valores econômico, ecológico, legal, logístico e entre outros (LEITE, 2000).

Por sua vez, a Lei 12.305/2010 define a logística reversa como sendo um instrumento social e econômico, por meio da realização de procedimentos que viabilizam a coleta e restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, reaproveitando-os em seu ciclo ou outros ciclo produtivos, ou então dando uma destinação final ambientalmente correta.

Em outras palavras, a logística reversa é a implementação de uma prática em que os resíduos gerados em processos industriais ou até mesmo domésticos, são devolvidos à cadeia produtiva como matéria prima para produção de outros bens. Esta prática gera benefícios tanto econômicos, como sociais e ecológicos, por meio da valorização de bens que, à priori, seriam descartados como resíduos.

A PNRS, em seu Art. nº33, estabelece os tipos de resíduos que devem estar estruturados e implementados no sistema de logística reversa, mediante retorno desses produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos. Sendo assim, devem ser incluídos os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens;
- Pilhas e Baterias;
- Pneus;
- Óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista, e
- Produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

Além do mais, o Art. 19º da Lei 12.305 de 2010, solicita a identificação, no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, dos resíduos sólidos e dos geradores sujeitos ao plano de gerenciamento específico ou sistema de logística reversa, o qual deve compreender produtos comercializados em embalagens plásticas, metálicas ou de vidro e os demais produtos e embalagens de acordo com o grau e extensão de impactos negativos à saúde pública e ao meio ambiente.

3.4. Segregação, Acondicionamento e Armazenamento

Dentre as etapas de manejo dos resíduos sólidos, pode-se citar as de segregação, acondicionamento e armazenamento como sendo aquelas realizadas pela própria fonte geradora.

A segregação é a operação de separação de resíduos no momento da geração, de acordo com sua tipologia, ou seja, aqueles que não são compatíveis, contribuindo para a qualidade dos resíduos que podem ser reutilizados ou reciclados, além de reduzir o volume de resíduos perigosos ou especiais a serem tratados ou dispostos em aterros sanitários, proporcionando melhorias sociais e ambientais (SOUZA, 2017).

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 275, de 25 de abril 2001 estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva, de acordo com a Figura 3.2.

Figura 3.2 - Código de cores segundo Resolução CONAMA nº 275



Fonte: Carvalho (2018).

Por sua vez, o processo de acondicionamento trata-se da colocação dos resíduos gerados e já segregados, em recipientes apropriados, revestidos, evitando riscos de vazamento e/ou de contaminação em condições regulares de higiene, para posterior estocagem ou coleta (ARRUDA, 2018). Conforme as NBRs 12.235/1992 e 11.174/1990,

voltadas respectivamente para o armazenamento de resíduos perigosos e classes II e III, o acondicionamento dessas classes de resíduos pode ser realizado em contêineres, tambores, tanques e/ou a granel.

A etapa de manejo subsequente ao acondicionamento é denominada armazenamento, definido pela ABNT NBR 12.235/1992 como a “contenção temporária de resíduos, em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, à espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda às condições básicas de segurança”. A escolha do local de armazenamento também deve considerar os seguintes fatores, segundo a ABNT NBR 11.174/1990: uso do solo, topografia, geologia, recursos hídricos, acesso, área disponível e meteorologia.

3.5. Coleta e Transporte

3.5.1. Coleta Seletiva

A coleta seletiva pode ser definida como um sistema de recolhimento de materiais passíveis de reciclagem, tais como papéis, plástico, vidros e metais, bem como de resíduos orgânicos passíveis de compostagem, previamente separados na fonte geradora. Estas coletas podem ser denominadas coleta seletiva de resíduos secos e úmidos, respectivamente. Estes materiais após um pré-beneficiamento, são então vendidos às indústrias recicladoras ou aos sucateiros (CEMPRE, 2014).

As formas de coleta seletiva mais comuns no Brasil são a coleta porta-a-porta e a coleta por Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). A primeira pode ser realizada tanto pelo setor público ou privado, a depender do tipo de prestador do serviço público de limpeza e manejo dos resíduos sólidos, quanto por associações ou cooperativas de catadores.

Os PEVs, por sua vez, são pequenos depósitos ou contêineres onde os munícipes se dirigem, voluntariamente, para a disposição de resíduos passíveis de reciclagem. Localizam-se em pontos estratégicos, cuidadosamente escolhidos, normalmente próximos a um conjunto de residências, estabelecimentos e pequenos geradores.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a implantação da coleta seletiva é tida como uma obrigação por parte dos municípios, sendo que as metas referentes a esse tipo de coleta fazem parte do conteúdo mínimo que deve constar nos PMGIRS (BRASIL, 2010).

Entre os anos de 2000 e 2008, houve um aumento de 120% no número de municípios que desenvolvem programas de coleta seletiva de resíduos secos, que chegaram a 994, estando a maioria localizada nas regiões Sul e Sudeste. Este marco, embora importante, ainda não ultrapassa 18% dos municípios brasileiros, indicando que tais programas ainda necessitam de um aprofundamento (BRASIL, 2011). Por sua vez, a coleta seletiva de resíduos úmidos ainda é muito escassa no país, tanto que não foram encontrados dados de desenvolvimento de programas municipais, apenas iniciativas pontuais de instituições, como o projeto Revolução dos Baldinhos, em Florianópolis - SC.

3.5.2. Coleta Informal

Apesar do aumento dos indicadores de coleta seletiva no país, ainda é muito comum a presença de catadores trabalhando individualmente, de maneira informal.

Conforme o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, a coleta informal pode ser entendida como a coleta de resíduo realizada por catadores autônomos, dispersos pela cidade, cuja quantidade não é contabilizada pelos órgãos municipais. Geralmente, eles realizam a venda desses resíduos para os sucateiros, que comercializam diretamente com as indústrias.

A inclusão social dos catadores é objeto de uma série de medidas indutoras na forma de leis, decretos e instruções normativas de fomento à atividade de catação. Um exemplo é a constituição do Comitê Interministerial de Inclusão dos Catadores de Materiais Recicláveis (CIISC) em 2003 e a instituição do Programa Pró-Catador, a qual tem como finalidade integrar e articular as ações do Governo Federal voltadas ao apoio e ao fomento à organização dos catadores (BRASIL, 2011). Além disso, existe hoje o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) que, há cerca de 20 anos, vem organizando os catadores e catadoras pelo Brasil buscando valorizar a categoria (MNCR, 2015).

3.5.3. Coleta Regular

A coleta regular de resíduos domiciliares é definida como aquela com a remoção do resíduo acondicionado com frequência mínima de uma vez por semana, tanto para zonas urbanas quanto para zonas rurais (SNIS, 2017).

Atualmente, é mais comum a coleta de rejeitos e resíduos orgânicos. Entretanto, conforme a PNRS, devem ser encaminhados para a disposição final apenas os rejeitos, significando que a coleta regular deveria se resumir apenas a esses. Os resíduos orgânicos, passíveis de compostagem e os materiais recicláveis deveriam ser coletados por meio da coleta seletiva ou diferenciada, como já citado anteriormente.

Conforme Cabral (2015), a coleta de resíduos domiciliares, comerciais, de feiras livres e provenientes da limpeza de praia, também denominada coleta porta-a-porta, compõe um dos serviços contidos no processo que compreende a coleta e destinação final de resíduos urbanos. Esta é uma etapa essencial na limpeza urbana, sendo a sua gestão de responsabilidade da administração pública, mas podendo ser executada por empresas terceirizadas.

3.5.4. Estação de Transbordo

A estação de transbordo caracteriza-se por uma instalação intermediária, onde se realiza o traslado dos resíduos em casos nos quais a distância entre a área de coleta e o aterro sanitário é muito grande e inviável para se efetuar inúmeras viagens. Diante desta problemática, surgem as estações de transbordo, locais nos quais a carga de resíduos de um veículo coletor é depositada em outro de capacidade maior. Este veículo de maior capacidade, quando cheio, é responsável por transportar os resíduos até o aterro sanitário (SÃO PAULO, 2019).

As estações de transbordo podem ser de quatro tipos:

I. Estações com transbordo direto

O transbordo direto é o método mais utilizado atualmente. Este tipo de estação é caracterizado pela presença de um desnível entre os pavimentos, para que os caminhões de coleta descarreguem os resíduos diretamente no veículo de transferência, não havendo um local para armazenamento temporário dos resíduos. Dessa forma, estas estações

exigem um maior número de veículos de transferência, para certificar que os caminhões de coleta não necessitem esperar nas estações (NUNES, 2015).

II. Estações com armazenamento

Diferentemente das estações de transbordo direto, as estações com armazenamento são aquelas que possuem um local para a estocagem dos resíduos, exigindo um menor número de veículos. Este tipo de estação é abordado em locais onde há picos de vazamento, ou seja, quando os horários de coletas das cidades são parecidos, e há um alto volume de resíduos que chega no mesmo horário (NUNES, 2015).

III. Estações com compactação

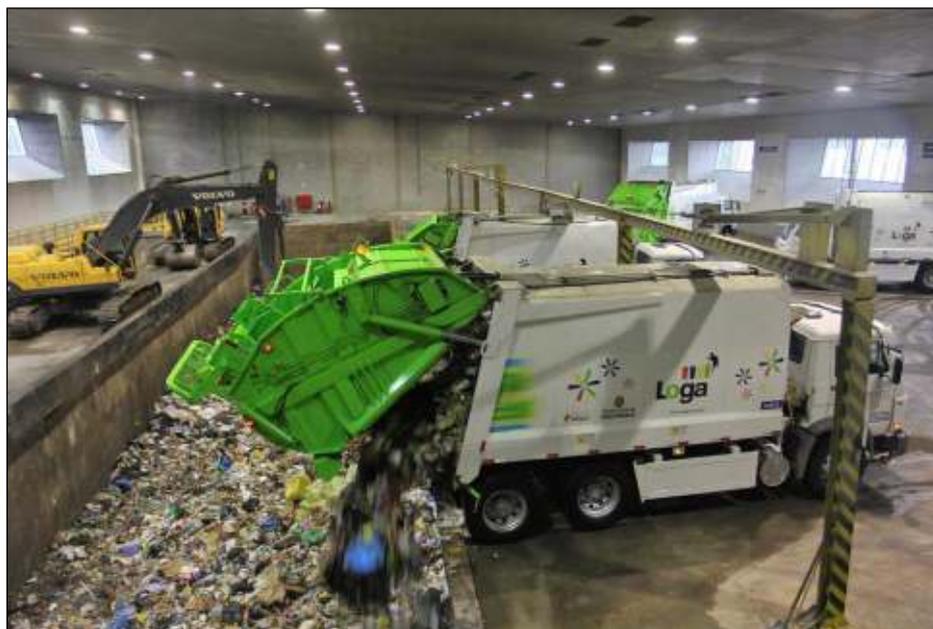
As estações de transbordo com compactação adotam um sistema hidráulico localizado no interior dos veículos de transferência que comprime os resíduos, aumentando a massa específica dos mesmos. Dessa forma, tem-se uma maior quantidade de resíduos por veículo de transporte, gerando redução de gastos financeiros (NUNES, 2015).

IV. Estações sem compactação

As estações de transbordo sem compactação necessitam de lugares com maior área, portanto, modelos comuns são aqueles que contam com pátios pavimentados, cobertura e fechamento lateral, para que não haja exposição dos resíduos ou riscos de vazamentos, seguindo a legislação. A transição dos resíduos para os veículos de transferência pode ser feito por meio de escavadeiras hidráulicas ou pás carregadeiras, agilizando o processo (NUNES, 2015).

As Figuras 3.3 e 3.4 a seguir exemplificam as estações de transbordo com armazenamento e de transbordo direto.

Figura 3.3 - Estação de transbordo com armazenamento



Fonte: LOGA (2017).

Figura 3.4 - Estação de transbordo direto



Fonte: Amaral (2017).

3.6. Tratamento (Destinação Final)

Segundo diretrizes fornecidas pela PNRS, na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve-se seguir uma ordem de prioridade, na qual a destinação final

ambientalmente adequada deve ser realizada quando esgotadas as possibilidades de não geração, redução e reutilização. A partir disso, pode-se então seguir para as formas de tratamento, incluindo a reciclagem, recuperação e o aproveitamento energético e, por último, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Entende-se por tratamento, os procedimentos e atividades destinados a reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos resíduos sólidos, transformando-os em material inerte ou biologicamente estável (IBAM, 2001). Nesse contexto, segundo Leite (2016), quando se buscam tecnologias para o tratamento de resíduos, a PNRS tem como exigências em seu Art. 9º: (i) processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis; (ii) a exigência de que a gestão dos resíduos deva obedecer a uma ordenação básica de processos até o descarte final dos rejeitos.

Atualmente, os tratamentos de resíduos domiciliares mais utilizados no Brasil são a compostagem, a reciclagem e os tratamentos térmicos, em especial a incineração, detalhados a seguir.

3.6.1. Compostagem

Segundo a ABNT NBR 13.591/1996, a compostagem é definida como um processo de decomposição da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvidos em duas etapas distintas: degradação ativa e maturação.

Essa alternativa já é encontrada em escala comercial e tem se mostrado eficiente no tratamento dos resíduos orgânicos, de origem animal e vegetal. Como benefícios decorrentes desta aplicação, tem-se a redução do volume de rejeitos destinados aos aterros sanitários e consequente aumento de sua vida útil, a eliminação de patógenos e a utilização do composto como condicionador do solo, fornecendo nutrientes minerais.

Para a transformação dos resíduos orgânicos em substâncias estáveis (composto), é necessário o controle de parâmetros que atuam como variáveis do processo. Segundo Schalch (2018), dentre os principais estão: origem da matéria prima, tipo de microrganismos envolvidos, relação entre carbono e nitrogênio, pH, odor, umidade, temperatura e granulometria.

No Brasil, o percentual de matéria orgânica na massa de resíduos sólidos urbanos é considerado alto, em torno de 50% a 60% (SCHALCH, 2018). Entretanto, esse resíduo não é coletado separadamente e acaba sendo encaminhado para a disposição final, juntamente com os resíduos domiciliares, em aterros sanitários. Do total estimado de resíduos orgânicos coletados, somente 1,6% é encaminhado para tratamento via compostagem (BRASIL, 2011).

Com relação às legislações atuais que controlam a instalação de usinas de compostagem e utilização do composto, podem-se citar a resolução CONAMA 001/86, o Decreto-Lei 86.955/82 e a Portaria 01/83 da Secretaria de Fiscalização Agropecuária do Ministério da Agricultura.

3.6.2. Reciclagem

Segundo a PNRS, define-se reciclagem como o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes.

No Brasil, grande parte dos resíduos domiciliares gerados são passíveis de reciclagem, entretanto esse processo depende da disponibilidade de tecnologias economicamente viáveis (USSIER, 2014). Segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2017), o setor ainda é pouco explorado, sendo que apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos são encaminhados para a reciclagem. O Quadro 3.3 a seguir apresenta os materiais que, usualmente, são reciclados.

Quadro 3.3 - Tipologia dos materiais recicláveis - continua

Material	Reciclável	Não Reciclável
Papel	Papéis de escritório, papelão, caixas em geral, jornais, revistas, livros, listas telefônicas, cadernos, papel cartão, cartolinas, embalagens longa-vida, listas telefônicas, livros.	Carbono, celofane, papel vegetal, termofax, papéis encerados ou plastificados, papel higiênico, lenços de papel, guardanapos, fotografias, fitas ou etiquetas adesivas.
Plástico	Sacos, CDs, disquetes, embalagens de produtos de limpeza, garrafas PET, canos e tubos, plásticos em geral.	Plásticos termofixos, embalagens plásticas metalizadas, isopor.

Quadro 3.3 - Tipologia dos materiais recicláveis - conclusão

Material	Reciclável	Não Reciclável
Vidro	Garrafas de bebida, frascos em geral, potes de produtos alimentícios, copos.	Espelhos, cristais, vidros de janelas, vidros de automóveis, lâmpadas, ampolas de medicamentos, cerâmicas, porcelanas, tubos de TV e de computadores.
Metal	Latas de alumínio, latas de produtos alimentícios, tampas de garrafa, embalagens metálicas de congelados, folha-de-flandres.	Clips, grampos, esponjas de aço, tachinhas, pregos e canos.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2016a?).

Quanto às vantagens do processo de reciclagem, podem-se citar a redução do consumo de recursos naturais, a economia de energia e água, a diminuição do volume de resíduos encaminhados aos aterros sanitários e a geração de emprego por meio das indústrias recicladoras. Por isso, tem-se como um dos objetivos da PNRS o incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados.

3.6.3. Processos Térmicos

O tratamento térmico de resíduos sólidos caracteriza-se como um processo no qual é aplicada uma grande quantidade de energia em forma de calor, com temperaturas e tempo de duração variáveis, de acordo com a tecnologia adotada. O resultado é a mudança nas características do resíduo, como a redução de volume e periculosidade (MACHADO, 2013).

De acordo com a Portaria Interministerial N°274, que dispõe sobre a recuperação energética dos resíduos sólidos, esta forma de destinação final é considerada ambientalmente adequada e passível de ser adotada, desde que considere as alternativas prioritárias de não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, conforme estabelecido no Art. 9º da Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010.

Além disso, a Portaria define que as unidades aplicadas ao tratamento térmico de resíduos sólidos urbanos com recuperação de energia térmica gerada por meio de combustão são denominadas Usinas de Recuperação Energética de Resíduos Sólidos (URE). São encaminhados à URE, os resíduos de limpeza urbana e resíduos domiciliares

e/ou comerciais caracterizados como não perigosos. Dentre os diversos tipos de tratamento térmicos, os principais são descritos a seguir.

I. Secagem

A secagem térmica é designada pela remoção da fração líquida presente nos resíduos sólidos, a qual é transformada e levada a um meio gasoso pelo processo de vaporização térmica (DAVID, 2002). Os sistemas de secagem podem ser classificados em secadores de contato direto e indireto, sendo eles caracterizados, respectivamente, pelo contato direto entre o material e o ar aquecido, e o uso de uma placa trocadora de calor, que intermedia o calor do ar para o material (ANDREOLI, 2001).

Sendo assim, o processo de secagem térmica faz-se uma opção para a diminuição de peso e volume dos resíduos sólidos, com consequente diminuição dos custos de transporte e disposição final. A secagem térmica ainda elimina os microrganismos patogênicos presentes (JÚNIOR, 2008).

II. Pirólise

A pirólise é o processo de tratamento pela degradação termoquímica dos resíduos sólidos, ou seja, a conversão térmica responsável pelo rompimento de ligações carbono-carbono e na formação de ligações carbono-oxigênio. Neste processo, a biomassa é reduzida a carbono, entretanto, a outra parte, é oxidada e hidrolisada dando origem a fenóis, carboidratos, álcoois, aldeídos, cetonas e ácidos carboxílicos. A combinação entre esses produtos primários forma moléculas mais complexas tais como ésteres, produtos poliméricos, etc. (ROCHA et al., 2004). Em geral, ocorre a altas temperaturas, entre 200 e 900°C e na ausência total ou quase total de oxigênio (MACHADO, 2013).

III. Gaseificação

O processo de gaseificação é caracterizado pela transformação da matéria orgânica em gases combustíveis ou produtos químicos com alto valor agregado, como metano e hidrogênio. Neste método, é removido carbono da matéria prima, para produção dos gases (BASU, 2013). Assim sendo, há um crescimento do interesse pela gaseificação de resíduos sólidos nas últimas décadas, tendo em vista as preocupações acerca do aquecimento global e da diminuição das reservas de combustíveis fósseis (NEATHERY, 2010).

Pode-se utilizar de diversos tipos de reagentes para a gaseificação, incluindo a biomassa proveniente de aterros sanitários. Dessa forma, tal processo pode converter o passivo ambiental em fonte de energia e créditos de carbono (ARAÚJO, 2016).

IV. Incineração

A incineração é a queima de materiais em alta temperatura, geralmente acima de 900°C, junto de uma quantidade adequada de ar, em um intervalo de tempo pré-estabelecido. Os compostos orgânicos são reduzidos aos seus constituintes minerais, considerados como sólidos inorgânicos. São eles: óxido de carbono, vapor d'água e cinzas. Este processo é responsável por reduzir drasticamente o volume de resíduos e a quantidade dos impactos ambientais, por meio da destruição das toxinas presentes nos resíduos, além de recuperar a energia para a geração de vapor ou eletricidade (CEMPRE, 2018).

V. Plasma

O plasma é considerado o quarto estágio da matéria, um gás ionizado, formado posteriormente aos estados sólido, líquido e gasoso (BARTHOLOMEU et al., 2011). Em se tratando de resíduos sólidos, o tratamento térmico de plasma se dá pela introdução de uma grande quantidade de energia aos resíduos, em um sistema fechado e isolado, até que toda a matéria se transforme em plasma. Devido à heterogeneidade dos resíduos sólidos urbanos, o plasma é formado por gás ionizado de diversos tipos de elementos químicos, o qual forma diversos tipos de fases a altas temperaturas. Estes gases são então filtrados e direcionados a uma turbina a gás e convertidos em energia mecânica e, posteriormente, elétrica (MACHADO, 2014).

São adequados ao tratamento de plasma térmico as cinzas tóxicas, pneus, solo contaminado, borra de tinta, papel contaminado, borra de óleo, resíduos urbanos, resíduos hospitalares, gases tóxicos, resíduo tóxico industrial e resíduos radioativos (UERJ, 2011).

De acordo com a PNRS, para que o tratamento de plasma ocorra, não se deve incluir os resíduos recicláveis e reaproveitáveis, correspondentes a aproximadamente 45% do total de resíduos sólidos produzidos no Brasil. Considerando-se o aproveitamento da fração orgânica, restaria menos de 3% do total de resíduos para o tratamento. Além do mais, os custos desta tecnologia são muito altos, levando ao baixo investimento do país na mesma (MACHADO, 2014).

3.6.4. Processos Alternativos

Os processos alternativos atuais de tratamento e destinação final de resíduos sólidos urbanos convergem para a produção de biomassa ou Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR). O CDR é um termo que se aplica a materiais com um valor calorífico elevado (normalmente, cerca de 18 megajoules por quilograma), recuperados da coleta de resíduos. Os principais beneficiários desse material são caldeiras industriais, fornos de cimento e as centrais de energia elétrica (FADE, 2013).

Normalmente, o CDR é composto de material orgânico com baixa umidade, e não deve possuir frações de contaminação crítica (por exemplo, metais pesados, como Cr, Cd, Pb, Hg, etc), nem substâncias orgânicas críticas (substâncias halogenadas, medicamentos ou resíduos infectados, etc).

As principais etapas de produção do CDR são as seguintes:

- I. Remoção dos componentes indesejados dos resíduos, no momento da coleta ou imediatamente após, nos centros de triagem.
- II. Trituração, para a otimização das fases sucessivas, conforme a instalação de combustão para a qual o CDR se destina.
- III. Secagem para evitar possíveis processos de fermentação e para melhorar o poder calorífico do CDR.
- IV. Peletização, para aumentar a densidade de energia como uma função do transporte ou armazenamento.

(Adaptado de FADE, 2013)

Os principais usuários do CDR e biomassa são as indústrias de cimento, os incineradores de resíduos com recuperação de energia, além das indústrias de geração de energia industrial.

3.7. Disposição Final

A PNRS estabelece, em seu Art. 47º, proibidas as seguintes formas de disposição final de resíduos e rejeitos:

- I – lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;
- II – lançamento in natura a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração;

- III – queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;
- IV – outras formas vedadas pelo poder público.

Sendo assim, define a forma de disposição final ambientalmente adequada como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros sanitários, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT - NBR 8419/1992), define-se aterro sanitário como:

Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou a intervalos menores, se necessário.

Os aterros sanitários podem ser diferenciados de acordo com a forma a qual são projetados e operados, podendo ser em vala, em trincheira, em encosta ou em área.

I. Aterro em Valas/Trincheiras

A disposição dos RSU ocorrem abaixo do nível original do terreno, utilizando-se de escavações existentes ou preenchendo valas escavadas para o recebimento dos resíduos. A operação pode ser mecanizada ou não, a depender das dimensões das trincheiras ou valas construídas. A Figura 3.5 a seguir exemplifica essa tipologia de aterro.

Figura 3.5 - Aterro em vala/trincheira



Fonte: UFJF (2012).

II. Aterro em Encosta

Os resíduos são depositados em taludes pré-existentes, encostas de morros ou pedreiras e áreas de mineração desativadas, sendo em seguida compactados mecanicamente. A Figura 3.6 exemplifica essa tipologia de aterro.

Figura 3.6 - Aterro em encosta



Fonte: UFJF (2012).

III. Aterro em Área

Normalmente instalado em locais de topografia plana e lençol freático raso onde os resíduos são depositados acima da cota do terreno natural, formando elevações do formato de troncos de pirâmides. A Figura 3.7 exemplifica essa tipologia de aterro.

Figura 3.7 - Aterro em área



Fonte: UFJF (2012).

Sendo assim, o aterro sanitário é uma forma de disposição baseada em técnicas sanitárias, as quais contam com processos como impermeabilização do solo, compactação e cobertura frequente das camadas de resíduos, coleta e tratamento de gases, assim como tratamento do chorume. Estes procedimentos técnicos-operacionais têm como objetivo a minimização dos potenciais impactos ambientais, como a proliferação de vetores, mau cheiro, contaminação das águas subterrâneas, entre outros (PORTELLA, RIBEIRO, 2014).

No entanto, com o crescimento descontrolado dos grandes centros urbanos e o consequente aumento da geração de resíduos sólidos urbanos, a adoção de aterros sanitários enfrenta limitações. Portanto, para o cumprimento das determinações da PNRS, antes de encaminhar os resíduos sólidos ao aterro sanitário, deve-se primeiramente reciclá-los, tratá-los e/ou reutilizá-los, visando prolongar sua vida útil. Dessa forma, devem ser enviados ao aterro sanitário apenas rejeitos, resíduos que não podem ser mais recuperados sob nenhuma forma, ou ainda, aqueles para os quais não existe mercado (FADE, 2013).

4. MATERIAIS E MÉTODO

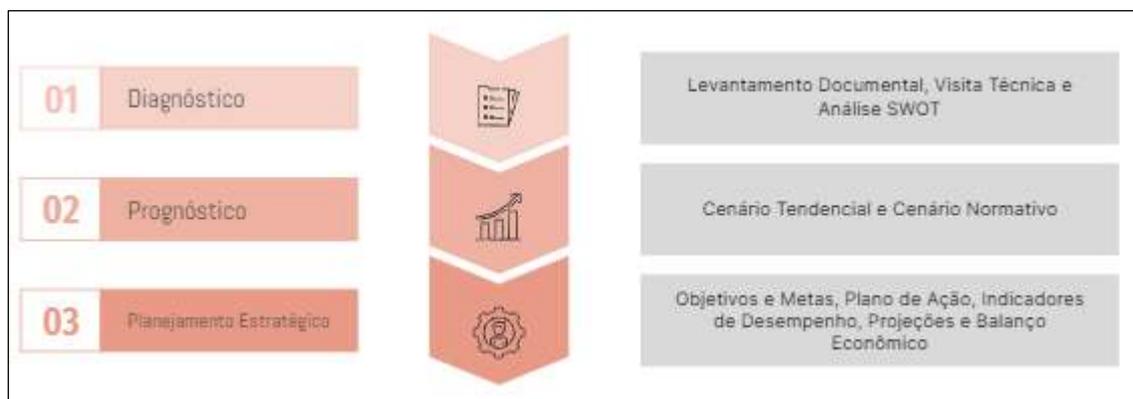
Para o alcance dos objetivos propostos e a realização da concepção conceitual do estudo, iniciou-se o presente trabalho com um levantamento bibliográfico. Este foi realizado por meio de consultas às legislações e normas vigentes nos âmbitos nacional, estadual e municipal, dissertações, teses, artigos científicos e livros técnicos relacionados ao tema de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.

Em seguida, dividiu-se o estudo em três partes principais, sendo elas:

- I. Diagnóstico - contemplando a caracterização do local de estudo e a descrição da situação atual do gerenciamento de RSU;
- II. Prognóstico - compreende a proposição de cenários para a gestão e o gerenciamento dos resíduos em questão;
- III. Planejamento Estratégico - compreende o estabelecimento dos objetivos, metas e do plano de ação para o cenário escolhido.

A Figura 4.1 ilustra as etapas do trabalho.

Figura 4.1 – Divisão das etapas de realização do trabalho



Fonte: As autoras (2020).

4.1. Diagnóstico

O diagnóstico do presente estudo abrange tanto o levantamento dos aspectos locais do município de Ilhabela, contendo dados referentes às características geográficas, socioeconômicas e ao saneamento básico, quanto o histórico e situação atual da gestão e

gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no local. Refere-se a uma avaliação do atual contexto da gestão, evidenciando potencialidades e fragilidades da mesma.

A compreensão da realidade local possibilita a análise e o planejamento adequado de metas e ações que promovam uma gestão de resíduos sólidos eficiente, assim como beneficiem a sociedade em questões ambientais e socioeconômicas. Além do mais, um diagnóstico detalhado pode auxiliar a formulação de políticas públicas que permitam a inclusão de medidas preventivas (FERNANDEZ, 2012).

Os dados compreendidos pelo diagnóstico foram obtidos por meio de levantamento documental, visitas técnicas, contato com gestores públicos e ferramentas de análise de gestão, conforme descrito adiante.

4.1.1. Levantamento Documental

O levantamento documental consistiu nas análises de documentos e estudos, além do levantamento de material técnico existente, incluindo o histórico do antigo Aterro Municipal. Para isso, utilizou-se, principalmente, dos relatórios técnicos produzidos pela Engenharia Ambiental Júnior. (ENGAJ) e pela Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE), nos anos de 2018 e 2019, detalhados a seguir. Além disso, tomou-se como base de dados o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Ilhabela, elaborado em 2013, que também será detalhado posteriormente.

4.1.1.1. Projeto: Aterro Água Branca - FDTE

A FDTE é uma fundação de direito privado, independente e sem fins lucrativos, fundada em 1972 por docentes e pesquisadores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Promove o desenvolvimento da engenharia por meio de projetos para o mercado e para a sociedade.

Entre 30 de agosto de 2018 e 28 de fevereiro de 2019, a FDTE realizou, conforme demanda da Prefeitura de Ilhabela, o projeto intitulado “Aterro Água Branca”, um projeto técnico contemplando o levantamento em campo, análises, avaliações, estudos, apresentação de rotas tecnológicas e capacitação institucional para o aprimoramento da gestão de resíduos que envolva a área do antigo Aterro de Ilhabela.

O projeto foi dividido em quatro fases:

- I. Gerenciamento do Projeto:** relação de atividades permanentes do projeto, destacando as entregas do mesmo;
- II. Ações Imediatas:** elaboração de estudos, análises e avaliações necessárias sobre a topografia do local, focando nos volumes de RLU e RCC acima da cota do status estabelecido pela CETESB e do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), indicando-se o volume de resíduos a ser retirado imediatamente;
- III. Diagnóstico (Investigações):** coleta, avaliação e análise de um conjunto de dados fornecidos pelo Município de Ilhabela e obtidos em ensaios em campo, na área do antigo Aterro e entorno, e testes laboratoriais. A partir dessas análises, a avaliação de alternativas tecnológicas para a destinação dos resíduos RCC e RLU, considerando as boas práticas e dos requisitos governamentais atuais;
- IV. Plano de Ação:** escolha da rota tecnológica mais apropriada por parte da Prefeitura e elaboração do plano de encerramento do local e de implementação da rota escolhida.

Para a composição do presente trabalho, utilizou-se a base de dados dos relatórios produzidos na fase de Diagnóstico (Investigações), com destaque às informações coletadas em vistoria de campo referentes à gestão de resíduos sólidos urbanos.

4.1.1.2. Projeto: Consultoria para FDTE referente ao Aterro Municipal de Ilhabela - ENGAJ

Com o objetivo de elaborar um diagnóstico mais completo e a proposição de alternativas diversificadas para a gestão de resíduos sólidos urbanos de Ilhabela, a FDTE procurou a ENGAJ para a realização de um projeto de consultoria ambiental que complementasse o projeto “Aterro Água Branca”, descrito anteriormente.

A ENGAJ é uma consultoria ambiental formada em 2016 por graduandos do curso de Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP).

O projeto realizado pela ENGAJ, intitulado “Consultoria para FDTE referente ao Aterro Municipal de Ilhabela”, iniciou-se em 03 de setembro de 2018 e finalizou-se em

28 de fevereiro de 2019. O escopo do projeto foi subdividido em três fases, descritas a seguir.

- I. Elaboração do Relatório Diagnóstico:** detecção e mapeamento da extensão da área a ser recuperada; caracterização do volume e proporção da massa de resíduos sólidos; avaliação da estabilidade dos taludes; investigação da qualidade das águas subterrâneas e superficiais; avaliação dos possíveis impactos sobre o solo e recursos hídricos (superficiais e subsuperficiais); considerações referentes às questões sociais ligadas ao entorno da área a ser estudada, bem como ao tempo de desativação da atividade no local e alternativas para encerramento;
- II. Elaboração do Plano de Operação para o Centro de Triagem de Recicláveis:** especificações dos processos internos, diretrizes referentes à gestão da qualidade, elaboração do treinamento e capacitação dos colaboradores;
- III. Treinamento e Capacitação:** realizados presencialmente com os colaboradores do Centro de Triagem de Recicláveis.

No trabalho em questão, utilizou-se a base de dados do Relatório Diagnóstico, produzido na primeira fase do projeto, com destaque para a situação do antigo Aterro Municipal e de seu entorno, bem como do Centro de Triagem de Materiais Recicláveis de Ilhabela.

4.1.1.3. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Ilhabela

O PMGIRS de Ilhabela foi elaborado, em 2013, por um consultor, Engenheiro Ambiental, e uma equipe técnica multidisciplinar, da própria prefeitura, que realizaram levantamentos em campo e consideraram os estudos e programas existentes no próprio município, bem como a PNRS. Com base na caracterização do município e na caracterização dos resíduos gerados pela população, foram apresentadas propostas, ações e metas adequadas à realidade de Ilhabela para promoção do gerenciamento integrado de cada tipo de resíduo.

Conforme a PNRS, o PMGIRS deve ter um horizonte de planejamento de 20 anos e revisões previstas, pelo menos, a cada 4 anos. No entanto, para o município de Ilhabela,

a revisão do plano não aconteceu. Por isso, para a composição do presente trabalho, utilizou-se de informações disponíveis no PMGIRS, que datam de 2013, não sendo possível a obtenção de alguns dados mais atuais sobre a gestão, gerenciamento, geração e composição dos resíduos sólidos urbanos.

4.1.2. Visita Técnica e Contato com os Gestores Públicos

Nos dias 23 a 26 de outubro de 2019 foi realizada uma visita ao município de Ilhabela, visando, além da obtenção de dados para a realização do diagnóstico, a verificação das práticas e ações estabelecidas no PMGIRS de 2013. Essa contou com entrevistas, tanto na prefeitura, quanto na área do antigo Aterro Municipal, além de conversas informais com estabelecimentos locais (hotéis, pousadas e restaurantes) e dados observativos, os quais foram registrados como fotografias.

Para a obtenção de dados e informações relevantes para a composição do presente estudo, procurou-se a Secretaria Municipal de Meio Ambiente. O contato com os responsáveis pela gestão dos resíduos se deu via email, telefone e de forma presencial, em visita técnica. Em reunião com a Secretaria, obtiveram-se dados relevantes para a composição da fase de diagnóstico, especificamente sobre a atual situação da gestão dos resíduos domiciliares e de limpeza urbana e seus respectivos responsáveis pelas etapas de manejo. Ainda, foi possível visitar a área do antigo Aterro Municipal e do Centro de Triagem de Materiais Recicláveis (CTR), onde foram realizadas entrevistas à equipe responsável pela coordenação das atividades no local. Com isso, obtiveram-se informações sobre a logística de entrada e saída de caminhões, dados quantitativos de pesagem de resíduos, número de funcionários em atividade, horários de funcionamento e esclarecimentos sobre o histórico do aterro e CTR, além da produção de registros fotográficos.

Além do contato com os gestores públicos, ressalta-se a importância de abranger a visão da população local geradora de resíduos. Para isso, foram realizadas conversas informais com estabelecimentos localizados na região urbana, como hotéis, pousadas e supermercados, a fim de obter informações sobre a separação dos resíduos, efetividade e frequência da coleta municipal, manejo dos resíduos especiais (óleos, pilhas e baterias, lâmpadas, pneus, etc.) e dificuldades enfrentadas. Buscou-se também informações sobre a existência de iniciativas de coleta, como catadores informais e empresas privadas.

Ademais, foram feitos registros fotográficos do manejo de resíduos sólidos urbanos na região, tanto nas áreas de calçadas públicas, praias, ruas e estabelecimentos de grande porte, quanto nas fachadas residenciais.

4.1.3. Análise SWOT

Nesta etapa, aplicou-se a análise SWOT nos dados obtidos no levantamento documental e na visita técnica, para a identificação das principais forças, oportunidades, fraquezas e ameaças, em se tratando da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de Ilhabela.

Originada na década de 1960, por Kenneth Andrews e Roland Cristensen, professores da Harvard Business School, a análise SWOT estuda o funcionamento de uma organização segundo quatro variáveis: Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças) (RODRIGUES, et al., 2005). As forças e fraquezas são consideradas como fatores internos da gestão, enquanto as oportunidades e ameaças são externos, sobre os quais não se pode ter controle.

É utilizada com o objetivo de analisar o ambiente e serve de base para planejamentos estratégicos e de gestão de uma organização, por meio da manutenção dos pontos fortes, redução da intensidade dos pontos fracos, aproveitando oportunidades e protegendo-se de ameaças (MCCREADIE, 2008). Quando houver a predominância de alguma dessas variáveis, podem-se buscar certas estratégias como sobrevivência (predominância de pontos fracos e ameaças), manutenção (predominância de pontos fortes e ameaças), crescimento (predominância de pontos fracos e oportunidades) e desenvolvimento (predominância de pontos fortes e oportunidades).

A Figura 4.2 exhibe de forma simplificada a estrutura de uma matriz SWOT utilizada no estudo.

Figura 4.2 - Esqueleto da Matriz Swot

	Fatores positivos		Fatores negativos
Ambiente interno	S Strengths (Forças)	Itens de reflexão	W Weaknesses (Fraquezas)
Ambiente externo	O Opportunities (Oportunidades)	Itens de reflexão	T Threats (Ameaças)

Fonte: adaptada de CASAROTTO (2018).

A análise SWOT correspondeu ao reconhecimento, tanto na composição atual do sistema municipal de gestão de resíduos do município, quanto nos subprocessos nele existentes, dos principais aspectos que caracterizam a sua posição estratégica num determinado momento, nos níveis internos e externos ao setor (SHS CONSULTORIA, 2014).

Os ambientes interno e externo da matriz foram analisados segundo itens de reflexão, para melhor padronização. O ambiente interno abrange a legislação municipal, o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e o perfil administrativo. Por sua vez, o ambiente externo contempla os perfis cultural e territorial do local, além da legislação e normatização vigentes.

A partir daí, foram levantados os aspectos positivos e negativos referentes a cada um dos ambientes, de acordo com os itens de reflexão. Com a matriz SWOT finalizada, seguiu-se ao prognóstico.

4.2. Prognóstico

Define-se como prognóstico uma hipótese feita com base em circunstâncias atuais que podem indicar o provável futuro de um processo. No caso em questão, o prognóstico foi realizado com base tanto nos dados atuais, quanto no cumprimento de ações que preveem melhorias futuras no município de Ilhabela.

Com a finalidade de sanar as principais problemáticas levantadas durante a análise SWOT, desenvolveu-se o prognóstico por meio da elaboração de alternativas de intervenção referentes à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

Primeiramente, definiu-se o horizonte de planejamento de 10 anos, seguindo-se o mesmo horizonte estabelecido no PMGIRS de Ilhabela, elaborado em 2013. As etapas seguintes contam com a projeção da geração de resíduos, a definição de cenários, os objetivos e metas e, por fim, a elaboração do plano de ação, detalhadas a seguir.

4.2.1. Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos

A projeção da geração de resíduos sólidos urbanos em Ilhabela para o horizonte de projeto de 10 anos se deu em função da taxa de crescimento populacional, obtida por meio de dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), e da geração per capita de resíduos diária do ano de 2019, calculada por meio de dados fornecidos pela Prefeitura.

Primeiramente, realizou-se o cálculo dos índices de geração per capita de resíduos totais, assim como os provenientes das coletas regular e seletiva, separadamente. A partir dos dados de geração, obtiveram-se as médias de geração mensal total, de rejeitos e de materiais passíveis de reciclagem, e, em seguida, calcularam-se os valores da geração per capita, aplicando-se a Equação I a seguir.

$$IG_{per\ capita} = \frac{M_{geração}}{P_{2019}} \times 1000 \quad (I)$$

Em que:

$IG_{per\ capita}$: Índice de geração per capita de resíduos [kg/hab.dia];

$M_{geração}$: Média de geração de resíduos [t/dia];

P_{2019} : População do ano de 2019 [hab];

Em seguida, com os valores dos índices de geração per capita para o ano de 2019 calculados, adotou-se um fator de escala de 0,1 kg/hab.dia para o aumento da geração total per capita de resíduos sólidos urbanos a cada 5 anos, a partir de 2020. Assim sendo, o fator de escala adotado para os materiais passíveis de reciclagem e rejeitos foi de 0,05 kg/hab.dia, ou seja, 50% do fator da geração total.

O aumento dos fatores de escala escolhidos justifica-se pelo crescimento do poder aquisitivo e do acesso a mais e novos tipos de produtos. Existe também uma tendência de estabilização ou mesmo decréscimo de geração a longo prazo, devido à maior conscientização ambiental da população, porém, essa não se enquadra no horizonte de projeto de apenas 10 anos.

Com o índice de geração per capita de cada ano (2020, 2025 e 2030), realizou-se a projeção total da geração de resíduos sólidos urbanos, isto é, a soma das gerações de resíduos destinados as coletas regular e seletiva, conforme a Equação II.

$$G_t = \frac{P_{ANO} \times IG_{T \text{ per capita}} \times 365}{1000} \quad (\text{II})$$

Em que:

G_t : geração total de resíduos [t/ano];

P_{ANO} : população no ano de interesse [hab];

$IG_{T \text{ per capita}}$: Índice de geração total de resíduos per capita [kg/hab.dia].

Para maior clareza dos resultados obtidos, gerou-se um gráfico contendo a geração total de RSU e a geração dos resíduos destinados às coletas regular e seletiva, nos anos de 2019, 2020, 2025 e 2030. Este gráfico foi utilizado posteriormente para as projeções do cenário normativo.

4.2.2. Definição de Cenários

A elaboração de cenários em um processo de planejamento visa a descrição de um futuro - possível, imaginável ou desejável - a partir de suposições, partindo da situação de origem até a situação futura. Dessa forma, o processo de construção de cenários promove uma reflexão sobre as alternativas e permitem o desenvolvimento de condições racionais para a tomada de decisões estratégicas e definição dos objetivos, metas e ações com relação aos resíduos sólidos urbanos.

No estudo em questão, traçaram-se dois cenários: tendencial e normativo. O primeiro trata-se de um cenário previsível, em que, dada a situação atual do município, não foram feitas novas mudanças nos quesitos da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Já o cenário normativo é aquele no qual os processos da gestão e

gerenciamento são realizados de maneira adequada, de acordo com as normas e leis vigentes, assim como o atingimento das metas propostas.

4.3. Planejamento Estratégico

O planejamento estratégico compreende a criação de objetivos, metas e do plano de ação, os quais visam alcançar o cenário pretendido, além do desenvolvimento de indicadores de desempenho, objetivando avaliar a implementação do plano. Ademais, foram realizadas as projeções de geração de resíduos no cenário normativo, possibilitando a comparação com o cenário tendencial e consequente análise econômica.

As etapas mencionadas estão descritas a seguir.

4.3.1. Objetivos e Metas

Os objetivos e metas foram elencados para que se alcance o cenário normativo, ou seja, para que haja a implementação adequada e efetiva dos processos de gestão e gerenciamento dos RSU.

O objetivo geral do presente trabalho é a otimização dos processos de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, mais especificamente a redução da quantidade de resíduos que tem como destinação o transbordo, assim como dos impactos ambientais causados por esta atividade.

Por sua vez, os objetivos específicos são avanços intermediários e devem ser alcançados para atingir o objetivo geral, e foram traçados de acordo com as tipologias de resíduos sólidos urbanos gerados no local.

Para o alcance dos objetivos propostos no horizonte de planejamento de 10 anos, as ações e metas deverão ser implantadas em horizontes temporais distintos, sendo eles:

- Ações e metas de curto prazo: devem ser atingidas em até 3 anos;
- Ações e metas de médio prazo: devem ser atingidas em até 7 anos;
- Ações e metas de longo prazo: devem ser atingidas em até 10 anos.

4.3.2. Plano de Ação

Após a elaboração do cenário normativo e definição dos objetivos, elaborou-se o plano de ação. Esta ferramenta fornece orientações para que se atinjam os resultados almejados, por meio do detalhamento dos objetivos elencados em atividades de execução. Para isso, utilizou-se da metodologia 5W2H, a qual contempla a estruturação e o detalhamento da implantação de ações de forma organizada e clara, vide Figura 4.3.

Figura 4.3 - Metodologia 5W2H



Fonte: MIWA, XAVIER (2019).

De acordo com o SEBRAE (2018), a técnica 5W2H permite, a qualquer momento, identificar dados e rotinas mais importantes de um projeto ou de uma unidade de produção. O método é constituído de sete perguntas, utilizadas para implementar soluções, conforme ilustrado na Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Metodologia 5W2H

O quê? (What)	Qual a atividade? Qual é o assunto? O que deve ser medido? Quais os resultados dessa atividade? Quais atividades são dependentes dela? Quais atividades são necessárias para o início da tarefa? Quais os insumos necessários?
Quem? (Who)	Quem conduz a operação? Qual a equipe responsável? Quem executará determinada atividade? Quem depende da execução da atividade? A atividade depende de quem para ser iniciada?
Onde? (Where)	Onde a operação será conduzida? Em que lugar? Onde a atividade será executada? Onde serão feitas as reuniões presenciais da equipe?
Por quê? (Why)	Por que a operação é necessária? Ela pode ser omitida? Por que a atividade é necessária? Por que a atividade não pode fundir-se com outra atividade? Por que A, B e C foram escolhidos para executar esta atividade?
Quando? (When)	Quando será feito? Quando será o início da atividade? Quando será o término? Quando serão as reuniões presenciais?
Como? (How)	Como conduzir a operação? De que maneira? Como a atividade será executada? Como acompanhar o desenvolvimento dessa atividade? Como A, B e C vão interagir para executar esta atividade?
Quanto custa? (How much)	Quanto custa a operação atual? Qual é a relação custo / benefício? Quanto tempo está previsto para a atividade?

Fonte: adaptada de LISBOA, GODOY (2012).

Para a execução do plano de ação do presente trabalho, além da definição de quando a ação será realizada, ou seja, seu prazo (curto, médio ou longo), optou-se por acrescentar sua duração, isto é, se a ação será pontual ou contínua.

4.3.3. Indicadores de Desempenho

A apresentação de indicadores no PMGIRS é determinada como exigência pela PNRS, em seu Artigo 19º, inciso VI

Art. 19. O plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

[...]

VI - indicadores de desempenho operacional e ambiental dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;

[...]

Os indicadores de desempenho são considerados elementos essenciais para que os gestores públicos possam avaliar a eficiência e eficácia de serviços prestados. Para que possam ser calculados, utiliza-se tanto de dados internos, aqueles produzidos diretamente

pela entidade gestora, assim como de dados externos, sendo estes coletados externamente. Os resultados obtidos permitem a comparação com anos anteriores ou futuros, e conseqüentemente, indicam a necessidade ou não de mudanças para o cumprimento do plano de ação.

Consonante a isso, identificou-se a necessidade da proposição dos mesmos para a verificação do desempenho e o acompanhamento das atividades a serem desenvolvidas segundo o plano de ação. Os indicadores propostos no presente trabalho relacionam-se majoritariamente aos objetivos e metas elencados para que se alcance as projeções realizadas no cenário normativo. Além disso, para cada indicador, foram estabelecidos os responsáveis pela aferição, conforme estrutura organizacional da administração pública, e a periodicidade da mesma, seguindo-se os prazos propostos dentro do horizonte de planejamento de 10 anos.

4.3.4. Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos para o Cenário Normativo

Para a projeção da geração de resíduos no cenário normativo, utilizou-se como base os mesmos valores de geração total calculados no cenário tendencial, uma vez que esses valores não serão alterados. As metas sugeridas no plano de ação resultam em modificações na proporção de resíduos encaminhados para as coletas, entretanto, o somatório de resíduos se mantém como a quantidade total atual.

Dessa forma, utilizou-se dos valores da composição gravimétrica dos resíduos de coleta regular por trecho do município, fornecidos em 2013 pelo PMGIRS, para calcular a média do percentual gravimétrico. Em seguida, aplicaram-se as metas de alteração de quantidade de resíduos propostas no cenário normativo às coletas regular e seletiva, resultando em novos valores de geração de resíduos para cada uma, nos anos de 2023, 2027 e 2030.

Para maior clareza dos resultados obtidos, criou-se um gráfico contendo as gerações dos resíduos destinados às coletas regular e seletiva. Além disso, para comparar as gerações de cada tipologia de resíduos entre os cenários tendencial e normativo, criaram-se outros três gráficos.

4.3.5. Análise Econômica

A análise econômica desenvolvida no presente estudo teve como objetivo verificar se o balanço econômico final do plano de ação foi positivo ou negativo.

Como referências para a estimativa de custos, foram utilizados os valores discriminados nos contratos de prestação de serviço das empresas terceirizadas de coleta de resíduos sólidos urbanos, vigentes a partir do ano de 2019 e com duração aproximada de 12 meses. Para o serviço de coleta regular dos resíduos, utilizou-se o contrato da empresa Beta Ambiental LTDA (Contrato N°227/2019). Com relação à coleta seletiva de resíduos secos e úmidos, os valores foram adquiridos do contrato com a empresa Electra Serviços de Infraestrutura Urbana LTDA (Contrato N°065/2019). Ambos os contratos se encontram disponíveis no portal de transparência online da Prefeitura Municipal de Ilhabela. Vale ressaltar que não foram consideradas alterações nos valores desses serviços ao longo do horizonte de projeto. No entanto, sabe-se que esses valores podem se alterar de acordo com a situação econômica dos anos posteriores.

A partir dos dados de geração de resíduos para os cenários tendencial, obtido no item 4.3.1 *“Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos”*, e normativo, obtido no item 4.4.4 *“Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos para o Cenário Normativo”*, e dos custos discriminados nos contratos, estimou-se, para cada prazo do horizonte de projeto, os gastos anuais da Prefeitura com os serviços referentes ao gerenciamento dos resíduos. Tendo o detalhamento dos custos anuais desses serviços para ambos os cenários, foi possível estimar o balanço econômico final quando implementadas as ações propostas.

4.4. Considerações

Durante a realização do presente trabalho, foi necessária a adaptação da metodologia de trabalho diante das dificuldades encontradas. Dentre estas, podem-se citar:

- Mudanças constantes e rápidas na situação do município com relação ao manejo dos resíduos sólidos urbanos, principalmente de poda e capina e materiais passíveis de reciclagem, durante a realização do Diagnóstico;

- Informações coletadas presencialmente com os agentes públicos em discordância com os contratos dos prestadores de serviços;
- Administração dos dados de geração de resíduos não é padronizada, além de mal organizada;
- Problemas na comunicação com a Prefeitura pela ausência de respostas aos emails enviados;
- Comunicação falha entre os responsáveis das diferentes áreas que abrangem a gestão de resíduos sólidos urbanos do município, gerando desorganização das tarefas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção foi dividida em três subseções, sendo elas: Diagnóstico, Prognóstico e Planejamento Estratégico. A divisão foi feita em sequência lógica, visando as etapas de desenvolvimento e implementação de projeto, assim como é apresentado, de maneira geral, em Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

5.1. Diagnóstico

O diagnóstico contempla a caracterização geral do município estudado e o cumprimento do Art. nº 19 da Lei 12.305 de 2010, segundo a qual deve-se analisar a situação dos resíduos sólidos gerados contendo a origem, o volume, a caracterização e as formas de destinação e disposição final adotadas.

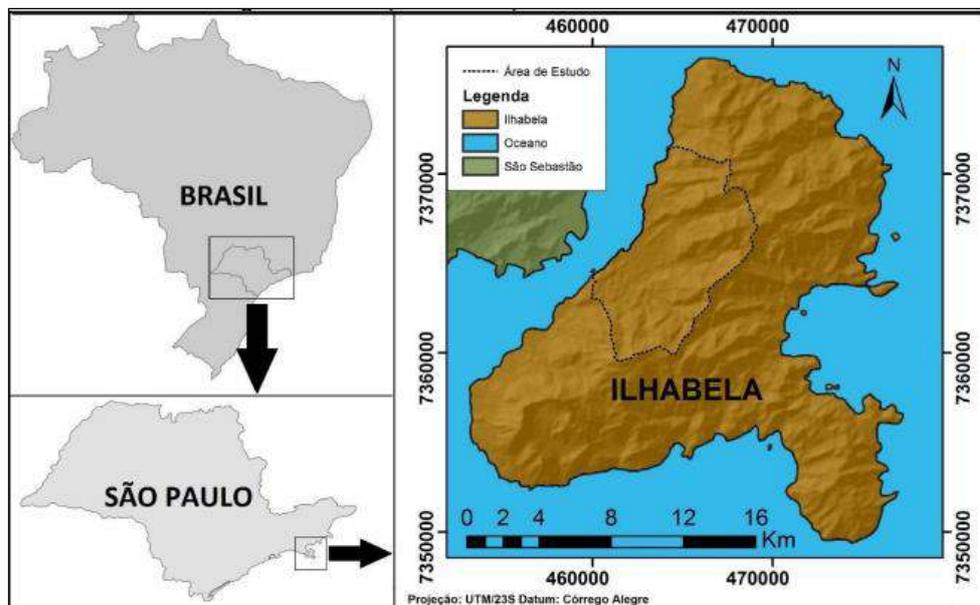
Para o presente trabalho, o diagnóstico enfatiza apenas a situação dos RSU, que inclui os resíduos de limpeza urbana e os resíduos das coletas regular e seletiva, isto é, domiciliares e de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, caracterizados como não perigosos. Ademais, complementou-se a caracterização com os serviços desenvolvidos pelo município e as legislações aplicáveis.

5.1.1. Aspectos Gerais do Município

O município de Ilhabela localiza-se no litoral norte de São Paulo, conforme ilustrado na Figura 5.1, na Região Administrativa de São José dos Campos e Região de Governo de Caraguatatuba, cerca de 210 km distante da capital paulista. Limita-se a noroeste com o Canal de São Sebastião e a norte, leste e sul com o Oceano Atlântico, tendo seu acesso realizado via balsa, a partir da cidade de São Sebastião.

O município abrange uma área de mais de 346,40 km² (IBGE, 2018), dos quais grande parte está inserida em unidades de conservação e permanecem livres de ocupação, o que leva a uma densidade demográfica bastante reduzida de 95,18 hab/km². Entretanto, a maior parte da população se concentra na área urbana, cerca de 99,31%, de acordo com o censo SEADE (2019).

Figura 5.1 - Localização do município de Ilhabela



Fonte: Diniz (2015); BRASIL (2015).

5.1.1.1. Caracterização Socioeconômica

De acordo com o censo do SEADE de 2019, Ilhabela possui a menor população entre os municípios do litoral paulista: 32.968 habitantes, distribuídos por 3 distritos. A população é predominantemente jovem, 21,42% tem menos de 15 anos e 10,82% possui mais de 60 anos. Apesar de preponderante, a primeira faixa etária mencionada apresentou uma expressiva diminuição em relação ao censo de 2000, quando este percentual era de 28,92%. Já a faixa acima de 60 anos aumentou de 6,37% para 10,82%, o que indica um estreitamento da base da pirâmide etária, ou seja, maior envelhecimento da população.

De acordo com o censo do IBGE de 2010, a taxa geométrica de crescimento anual (TGCA) entre 1991 e 2000 foi de 4,91% a.a., reduzindo a 3,12% a.a. entre 2000 e 2010, acompanhando a tendência geral da região. Apesar disso, ainda se trata do terceiro maior crescimento entre os municípios do litoral paulista.

Além do mais, a população urbana possui um crescimento gradativo no município, enquanto a população rural passou por um pico entre os anos de 1990 e 1995, com posterior redução, chegando a 194 habitantes em 2010. Sendo assim, a população urbana encontra-se em grande maioria no município.

Segundo o censo do IBGE de 2010, 28,21% dos 14.640 domicílios de Ilhabela são de uso ocasional, ocupados principalmente na temporada de verão pela população

flutuante, a qual abrange cerca de 19 mil pessoas, atraídas pelo tradicional turismo balneário que ocorre na região. O crescimento dos domicílios de uso ocasional acompanha as tendências dos municípios litorâneos, sendo que entre 2000 e 2010 faz-se menor que o percentual do crescimento dos domicílios ocupados permanentemente, indicando uma fixação crescente dos moradores na ilha (INSTITUTO PÓLIS, 2012).

Quanto ao Produto Interno Bruto (PIB), dados fornecidos pelo IBGE em 2017 indicam um valor estimado de R\$ 184.493,91 per capita, sendo 79,1% das receitas oriundos de fontes externas.

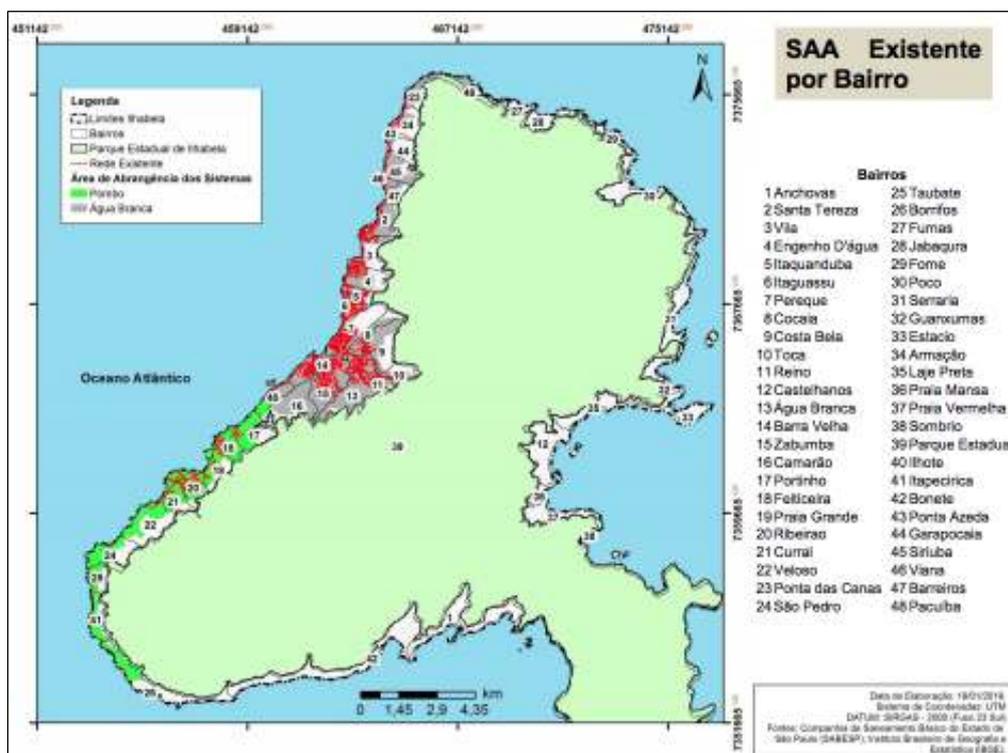
Dentre as atividades econômicas praticadas no município, o setor de serviços é aquele que apresenta maior parte da composição do PIB, seguido pelo setores industrial e agropecuário, sendo este último de pouquíssima influência. Sendo assim, pode-se concluir que a grande representatividade do setor de serviços relaciona-se à importância do turismo e do comércio na região. A participação da agropecuária caracteriza-se pela pesca e, indica a existência de uma considerável taxa de informalidade neste segmento.

5.1.1.2. Abastecimento de Água

Ilhabela conta com dois principais sistemas públicos, operados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), responsáveis pelo abastecimento de água do município e com capacidade total de 150 L/s. São eles: Estação de Tratamento de Água (ETA) de Água Branca, responsável pela região central e tendo como manancial o Ribeirão das Tocas, e ETA Pombo, atendendo a região sul e tendo como manancial o Ribeirão São Sebastião. Além destes, existe um sistema menor, situado a região norte, na praia de Armação (INSTITUTO PÓLIS, 2012).

A Figura 5.2 a seguir ilustra a dimensão e alcance da rede de abastecimento de água do município.

Figura 5.2 - Sistemas de Abastecimento de Água existentes no município



Segundo dados operacionais da SABESP, há 120,70 km de extensão de redes de água, 11 reservatórios e uma capacidade de reserva de 3.544 m³. Entretanto, como pode-se verificar, as áreas compreendidas pelo abastecimento encontram-se na área central do município, onde há maior concentração populacional, enquanto as regiões mais afastadas da mancha urbana apresentam-se isoladas do sistema municipal. Segundo dados de 2012 do Instituto Pólis, existem cerca de 76 sistemas isolados, operados por empresas particulares, responsáveis pelo atendimento de cerca de 6.627 habitantes, sendo grande parte de população fixa. Apesar desses sistemas abrangerem parte considerável da população, apresentam más condições sanitárias, pois 74 deles não possuem tratamento.

5.1.1.3. Esgotamento Sanitário

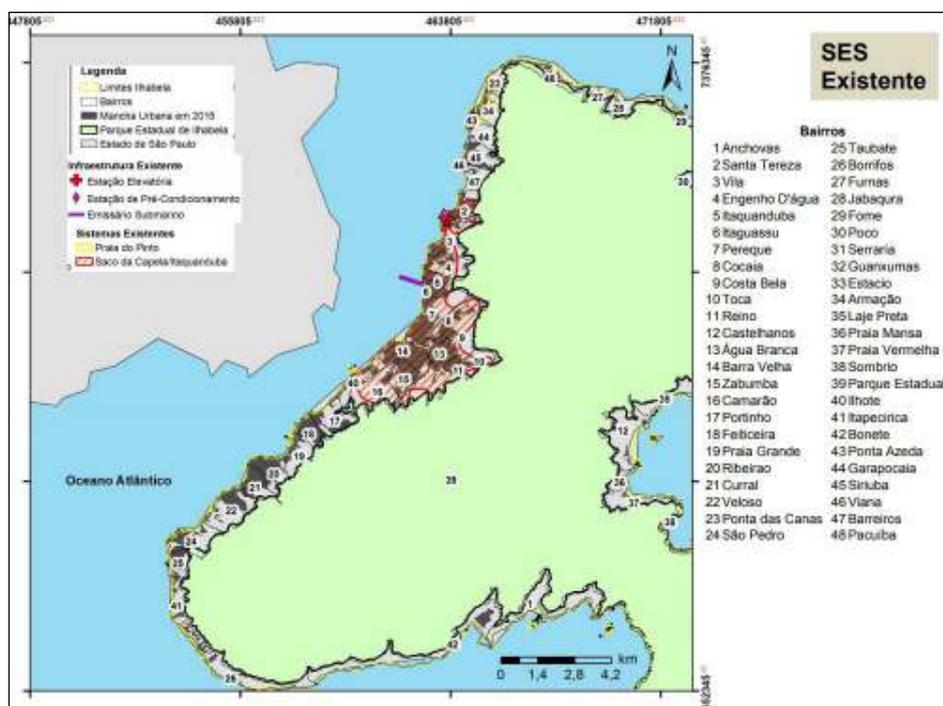
O sistema público de esgoto de Ilhabela apresenta altos níveis de precariedade. Segundo dados fornecidos pela SABESP (2019?), a coleta e o tratamento de esgoto possuem uma capacidade total de 164 L/s e são realizados pelos seguintes sistemas:

Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU), Itaquanduba e Praia do Pinto.

De acordo com o Diagnóstico Serviço de Esgotamento Sanitário, realizado pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Mackenzie, em 2019, o sistema de esgotamento sanitário existente no município conta com 76 km de rede coletora, com índices de cobertura e abastecimento de 65% e 55% em relação à água, respectivamente. Além do mais, são atendidos 55 mil habitantes, levando-se em conta as populações fixa e flutuante. Existem duas unidades de tratamento de esgoto e os corpos receptores são o Canal de São Sebastião e o Córrego da Praia do Pinto, pertencentes aos sistemas Itaquanduba e Praia do Pinto, respectivamente.

A Figura 5.3 ilustra o mapa com os sistemas de esgotamento sanitário existentes no município e bairros atendidos.

Figura 5.3 - Sistemas de Esgotamento Sanitários existentes no município de Ilhabela



Fonte: UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (2019a).

Nota-se, a partir da Figura 5.3, a ausência do atendimento pelo sistema público em diversas áreas afastadas do centro do município. Dentre estas, como é o caso de Castelhanos, Bonete e Jabaquara, existem fossas sépticas, caracterizando um autoatendimento, segundo o IBGE (INSTITUTO PÓLIS, 2012).

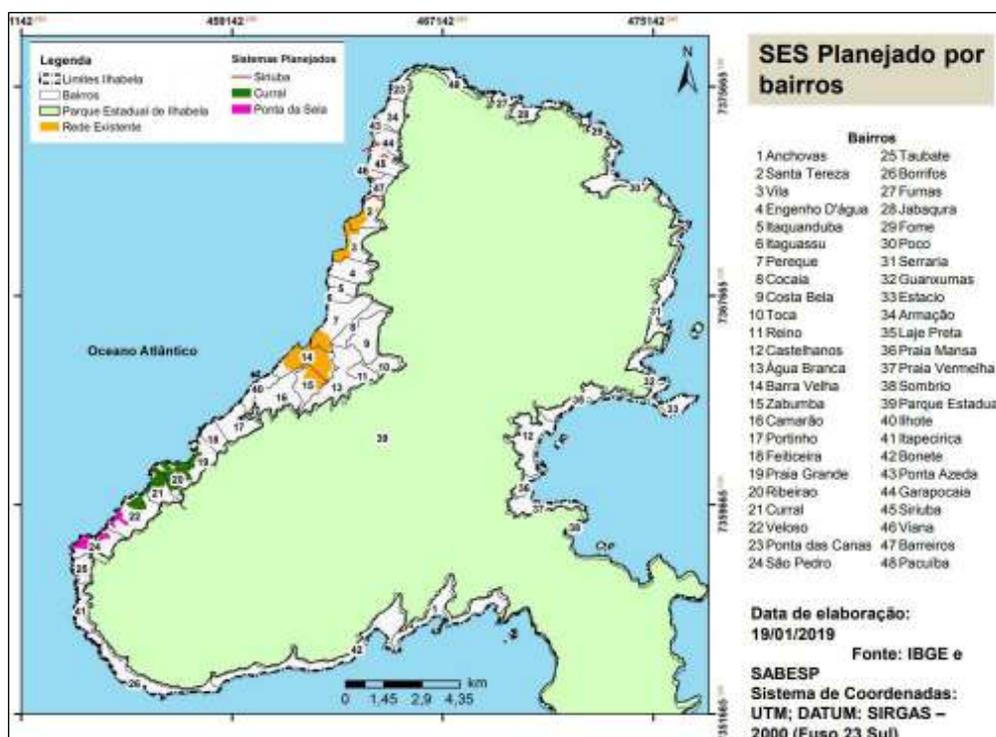
De acordo com a SABESP (2011), o índice de atendimento do sistema de esgotamento sanitário do município era de 5%, em 2008, tendo evoluído para 6% em 2009, 37% em 2010 e com previsão de expansão de 66% em 2011, até 75% em 2015. Por sua vez, no Produto 2 do Plano Integrado de Saneamento de Ilhabela, o índice era de 4%, em 2009, sendo 100% do esgoto coletado pré-condicionado e disposto no oceano, por meio de emissário submarino.

No entanto, em janeiro de 2019, foi registrado que apenas 43% do município de Ilhabela contava com coleta de esgoto. Nesse mesmo período, a precariedade da coleta e tratamento do esgoto causou uma imagem negativa à cidade, pois apenas uma das dezenove praias da região encontrava-se apropriada para banho (CASEMIRO, 2019).

Visto tal problemática, em abril do mesmo ano, foi assinado pelo ex-prefeito de Ilhabela, Márcio Tenório, um projeto executivo para a implantação de 24 km de redes coletoras na região Sul do município, abrangendo os bairros Praia Grande, Bexiga, Curral e Veloso.

A Figura 5.4, produzida em janeiro de 2019, ilustra a abrangência do sistema de esgotamento sanitário planejado e os bairros que serão atendidos pelo projeto.

Figura 5.4 - Sistema de Esgotamento Sanitário planejado no município de Ilhabela



Fonte: UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (2019a).

Diante dos dados apresentados com relação aos sistemas de esgotamento e abastecimento de água do município, observa-se que há ainda grande precariedade dos serviços municipais e uma crescente demanda pelos mesmos, principalmente em épocas de temporada e feriados prolongados. No entanto, existem iniciativas por parte dos gestores municipais para lidar com esses e outros problemas locais.

Em setembro de 2019 houve, em audiência pública, a apresentação do Plano Municipal de Saneamento Básico, contando com a presença de representantes da sociedade civil e autoridades municipais e do Ministério Público de São Paulo. A apresentação do plano foi realizada por professores e consultores do Instituto Presbiteriano Mackenzie, contratado pela Prefeitura para a elaboração do plano. Foram realizados esclarecimentos acerca dos sistemas de esgotamento sanitário e as alternativas de localização apresentadas para as Estações de Tratamento de Esgoto; Sistemas de Abastecimento de Água; Sistemas de Drenagem Urbana e Comunidades Tradicionais. O projeto foi enviado à Câmara para apreciação dos vereadores e representa um marco importante para a cidade, uma vez que aponta diretrizes para a ampliação dos sistemas e abrange muito além das exigências legais de atualização do documento público (FELIPE, 2019).

5.1.2. Ilhabela como Unidade de Conservação

O arquipélago de Ilhabela é composto por 19 ilhas, ilhotas e lajes, com um total de aproximadamente 34.754ha (IBGE, 2011). Localizado dentro da Unidade de Conservação (UC) do Parque Estadual de Ilhabela (PEIb), o município de Ilhabela é sede da ilha de São Sebastião, abrangendo uma área de 33.737ha. Os limites da UC na ilha definem-se por meio de cotas altimétricas que alternam entre 200, 100 e 0 metros (BRASIL, 2015).

Por sua vez, o Parque Estadual de Ilhabela atua como responsável pela conservação de parte considerável da Mata Atlântica e ecossistemas associados, abrangendo diversos tipos ambientes, formações vegetais e fisionomias que vão desde altitudes de 1.375 metros, como é o caso do pico de São Sebastião, até florestas de terras baixas, restingas e os ecossistemas de praia, dunas e costões rochosos (FDTE, 2019).

O Parque Estadual de Ilhabela possui grande valorização quanto à conservação, uma vez que engloba um patrimônio natural eminente, destacando-se sua biodiversidade e seus recursos hídricos, os quais se fazem presentes em grande quantidade e boa

qualidade, além do importante patrimônio arqueológico, histórico e cultural (BRASIL, 2015).

Com o objetivo de definir as ações de gestão do Parque, assim como delimitar sua Zona de Amortecimento, criou-se, em 2015, o Plano de Manejo do Parque, desenvolvido pelo governo de São Paulo, em parceria com outras organizações. Dessa forma, foi possível harmonizar suas necessidades de conservação ambiental com as de atendimento à população e sua união com o ambiente externo (FDTE, 2019).

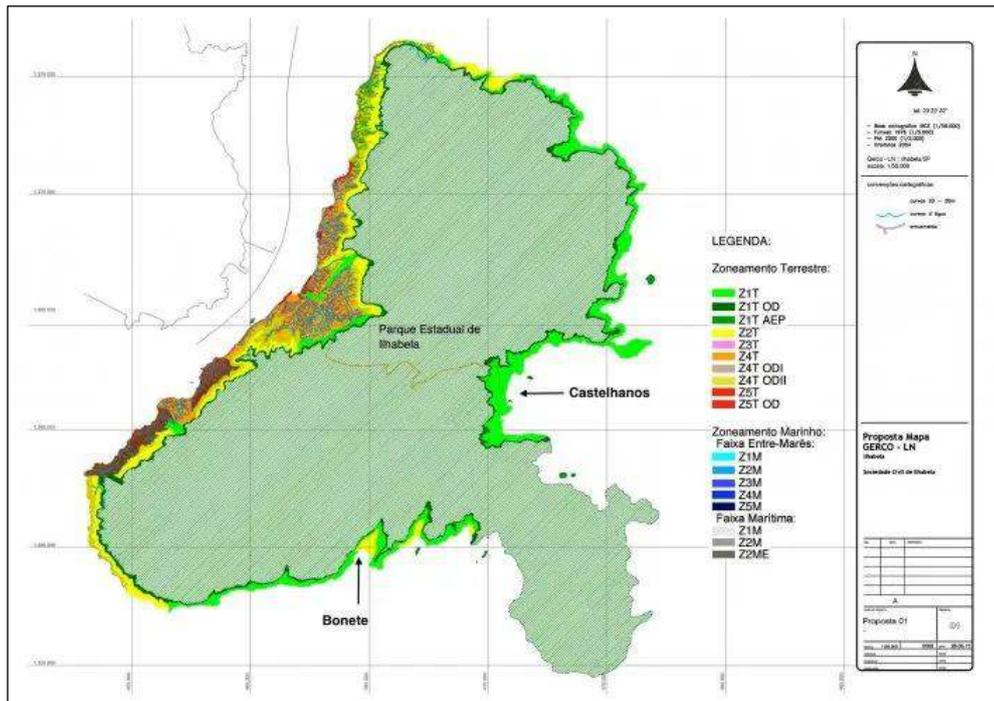
Neste Plano de Manejo foram definidas propostas de zoneamento do Parque, ou seja, o ordenamento territorial do mesmo, por meio do estabelecimento de usos distintos para cada zona, visando melhores resultados no manejo da Unidade de Conservação (IBAMA, 2002).

De acordo com a Lei Federal nº 9.985/00, a qual institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), define-se como zoneamento:

Definição de setores ou zonas em uma Unidade de Conservação com objetivos de manejo e normas específicas, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz.

Sendo assim, buscando-se atender aos objetivos gerais das Unidades de Conservação de Proteção Integral e aos objetivos específicos de manejo do PEIb, foram definidas oito Zonas: Intangível, Primitiva, Uso Extensivo, Uso Intensivo, Histórico-Cultural, Recuperação, Uso Especial e Uso Conflitante, além da Zona de Amortecimento, as quais podem ser visualizadas na Figura 5.5 (FDTE, 2019).

Figura 5.5 - Zoneamento do Parque Estadual de Ilhabela



Fonte: Estadão (2019).

5.1.3. Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos

Para melhor organização do diagnóstico, realizou-se um breve histórico sobre o antigo Aterro Municipal, seguindo-se de uma abordagem detalhada das etapas de geração, segregação e acondicionamento; armazenamento; coleta e transporte; transbordo; tratamento e destinação final; e disposição final divididos por categoria de coleta de resíduos sólidos urbanos, isto é, coleta regular, coleta seletiva de resíduos secos e limpeza urbana (varrição, capina e poda). A Figura 5.6 retrata as etapas de manejo citadas.

Figura 5.6 - Etapas do manejo de resíduos sólidos urbanos no município de Ilhabela



Fonte: as Autoras (2020).

5.1.3.1. Histórico do Aterro Municipal

Conforme a Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Município de Ilhabela, o Vazadouro de Lixo iniciou sua operação no ano de 1986 e a mesma foi finalizada em junho de 2004.

Os locais de disposição de resíduos não apresentavam qualquer forma de proteção ambiental, incluindo impermeabilização e sistemas de drenagem de lixiviados e gases. Tais locais eram, até 2004, divididos por canaletas feitas no próprio solo, por onde o lixiviado oriundo da decomposição dos resíduos e as águas pluviais eram drenados até uma lagoa de infiltração.

Devido às condições operacionais do local na época e em razão de ausência de mecanismos de proteção ambiental, em 07 de outubro de 2004, a Prefeitura Municipal de Ilhabela assinou um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), junto ao Ministério Público e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), cujo objetivo principal era o encerramento da disposição inadequada de RDO, provenientes da coleta regular. Dessa forma, foi elaborado um Projeto de Readequação, Encerramento e Recuperação do antigo Vazadouro, pela empresa Geotech, visando o encapsulamento dos resíduos depositados inadequadamente e a construção de drenos para o lixiviado e gases.

Em 2005, foram realizadas as obras previstas do projeto em questão, incluindo alguns serviços complementares, como implantação parcial de sistemas de drenagem, remoção, afastamento e tratamento de lixiviados, implantação parcial de sistema de drenagem de gases, instalação da nova estação de transbordo, implantação do centro de seleção, triagem e reciclagem dos resíduos inertes e da construção civil e área de gerenciamento de resíduos de poda (FDTE, 2019). A partir deste momento, a área antes conhecida como Vazadouro de Lixo passou a ser identificada pela prefeitura como Aterro Municipal. Entretanto, desde o encerramento do recebimento de RDO, a área passou a receber, de maneira irregular, RLU e RCC.

Assim, diante do cenário no qual a capacidade de vida útil do Aterro apresentava-se esgotada, somada aos riscos ambientais e tendo como premissa a necessidade de atendimento ao PMGIRS e ao TAC, foram emitidos contra o município Autos de Infração/Imposição de Penalidade de Advertências, objetivando a resolução da problemática. Entretanto, como constatado por meio dos serviços da FDTE e da ENGAJ, até o ano de 2018, algumas das obrigações definidas no TAC ainda não haviam sido cumpridas.

Em 25 de abril de 2019, o Ministério Público Estadual, Grupo de Atuação Especial do Meio Ambiente (GAEMA) e a CETESB determinaram o fechamento do Aterro para recebimento de podas e resíduos da construção civil, a fim de impedir o aumento do volume de resíduos existentes. No dia 26 de abril, a Prefeitura comunicou o fechamento do local à população e proibiu a entrada de novas caçambas de RCC e podas.

Atualmente, caminhões cadastrados pela Prefeitura estão realizando a retirada dos materiais depositados no local, operação que se iniciou no mês de setembro de 2019. Esse material é encaminhado frequentemente à Ideal Terraplenagem, empresa localizada em São Sebastião e responsável pelo processamento dos resíduos de construção civil e podas. Parte do material considerado como rejeito, por apresentar-se misturado, é levado diretamente ao transbordo e segue para a Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos de Jambeiro - UTGR Jambeiro ou para o Aterro Sanitário de Jacaréí.

A Figura 5.7 traz a linha do tempo com os principais marcos do histórico do Aterro Municipal.

Figura 5.7 – Histórico do Aterro Municipal de Ilhabela-SP



Fonte: as Autoras (2020).

5.1.3.2. Coleta Regular

Segundo informações obtidas por meio da Prefeitura Municipal de Ilhabela (2013), com base em dados referentes ao ano de 2012, eram gerados cerca de 1.000 t/mês de resíduos domiciliares, recolhidos pela coleta regular, em período de alta temporada, envolvendo os meses de janeiro, fevereiro, julho e dezembro, enquanto nos demais meses a geração estipulada era de cerca de 760 t/mês.

Por sua vez, dados referentes ao ano de 2019, disponibilizados pela Prefeitura em visita técnica, informam que a geração de resíduos domiciliares aumentou para um valor de 1.400 t/mês em alta temporada, e 1.000 t/mês nos demais períodos.

Conforme dados obtidos pelo SEADE, referentes aos anos de 2009 a 2012, e de informações obtidas pela Prefeitura, foi possível estimar a geração per capita de resíduos domiciliares destinados à coleta regular, conforme a Tabela 5.1.

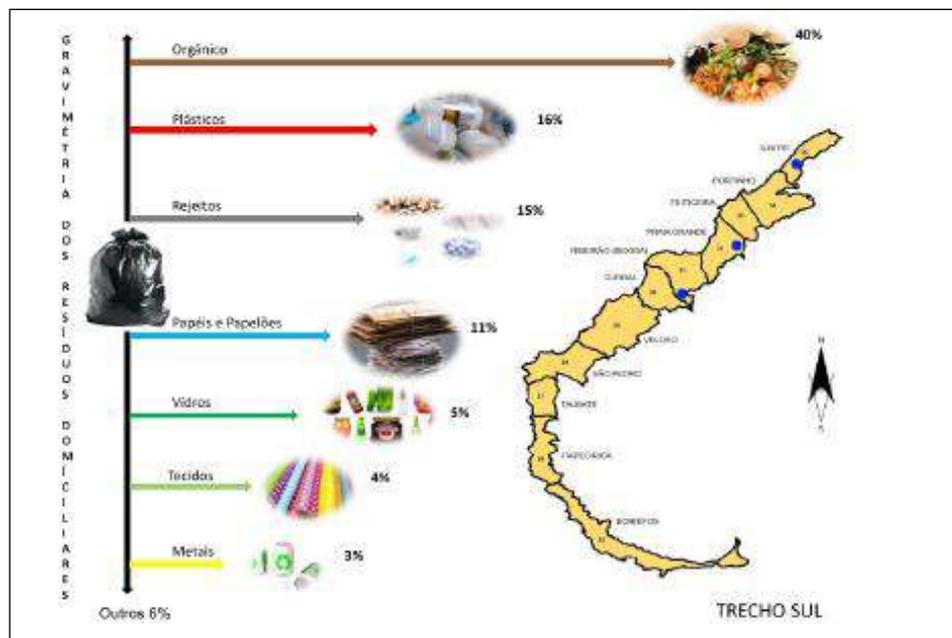
Tabela 5.1 - Geração per capita de resíduos domiciliares em Ilhabela

Ano	População urbana (hab)*	Coleta regular de resíduos domiciliares média (t/mês)	Coleta regular de resíduos domiciliares (t/dia)	Per capita (kg/hab.dia)
2009	27.363	658	24,05	0,879
2010	28.125	663	23,57	0,838
2011	28.684	795	27,72	0,967
2012	29.255	840	28,71	0,981
2019	32.968	1.000	33,33	1,0

Fonte: *SEADE (2019); Adaptado de ILHABELA (2013).

Objetivando-se englobar todos os trechos que compõem o sistema de coleta regular, em 2013 foi realizada a gravimetria dos resíduos em cinco locais: Trecho Sul, Trecho Barra Velha-Reino, Trecho Perequê-Toca, Trecho Norte e Trecho de Difícil Acesso. Assim sendo, as Figuras 5.8 a 5.12, a seguir, retratam a composição desses resíduos (ILHABELA, 2013).

Figura 5.8 - Trecho Sul



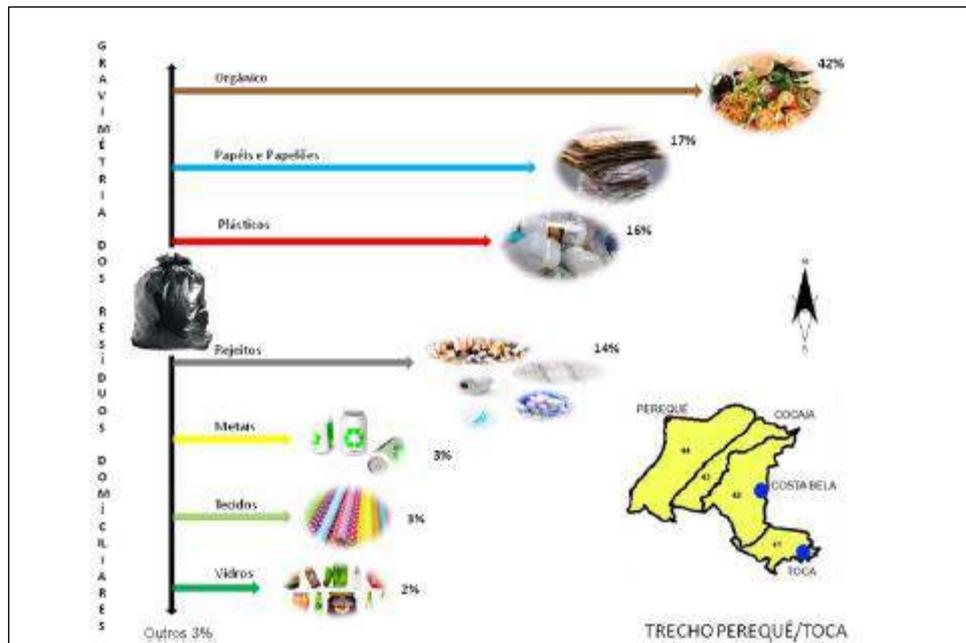
Fonte: ILHABELA (2013).

Figura 5.9 - Trecho Barra Velha-Reino



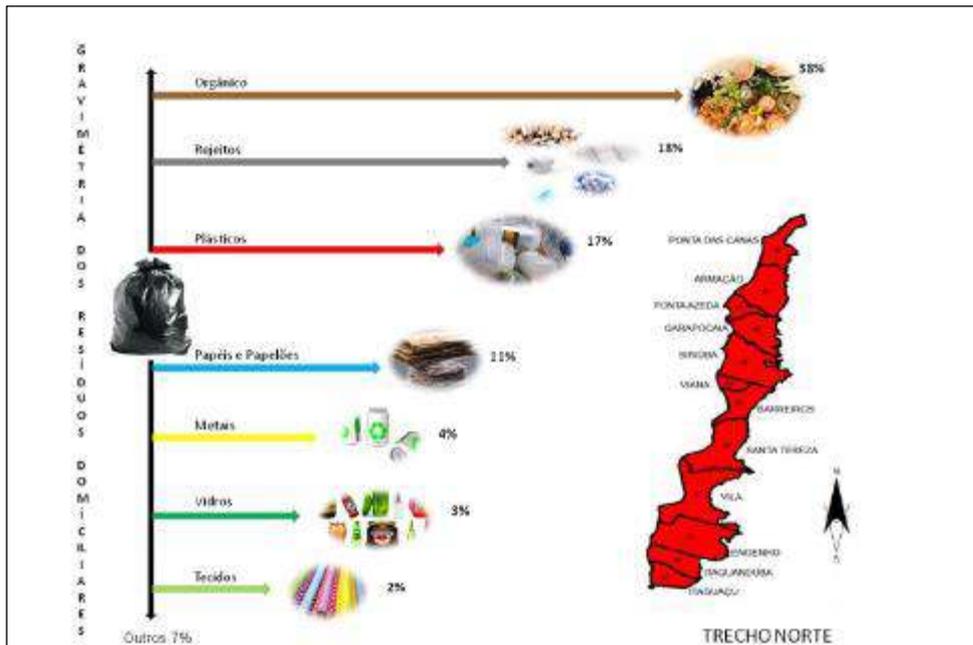
Fonte: ILHABELA (2013).

Figura 5.10 - Trecho Perequê-Toça



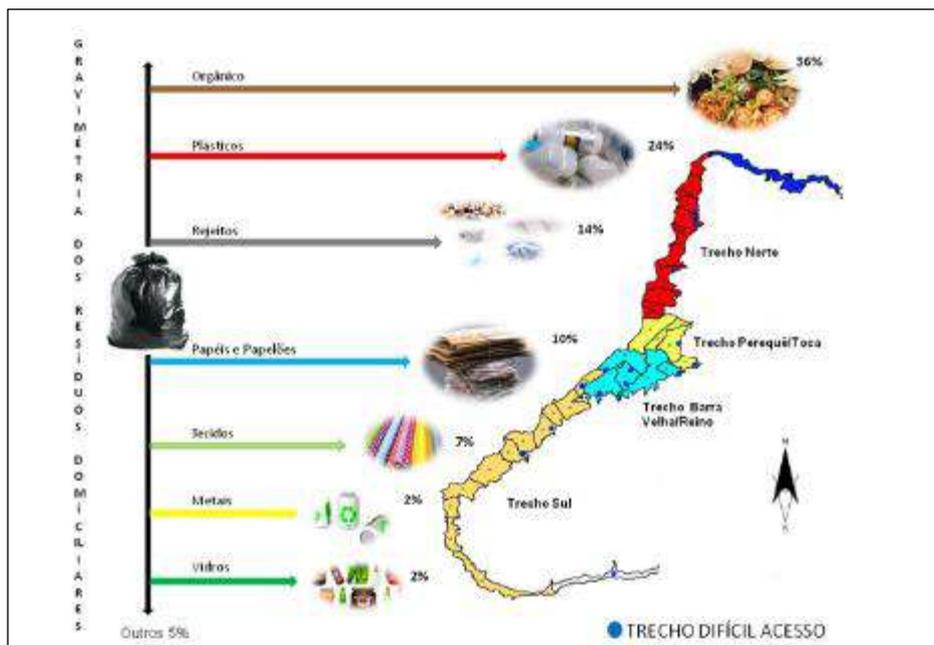
Fonte: ILHABELA (2013).

Figura 5.11 - Trecho Norte



Fonte: ILHABELA (2013).

Figura 5.12 - Trecho de Difícil Acesso



Fonte: ILHABELA (2013).

De maneira geral, como indicado nas figuras anteriores, pode-se observar que a maior parte dos resíduos gerados em todos os trechos são orgânicos e, conseqüentemente, passíveis de compostagem. Destaca-se o Trecho Perequê-Toca, que apresenta a maior quantidade de resíduos orgânicos (42%), principalmente em decorrência da maior

concentração de hotéis, pousadas, restaurantes, escolas e supermercados, seguido pelo Trecho Sul (40%), Trecho Norte (38%), Trechos de Difícil Acesso (36%) e Trecho Barra Velha-Reino (35%).

Em segundo lugar estão os resíduos passíveis de reciclagem, com porcentagens de geração de 38% (Trechos de Difícil Acesso e Perequê-Toca) e 35% (Trechos Sul, Barra Velha-Reino e Norte).

Por fim, encontram-se os rejeitos, que devem ser encaminhados adequadamente para o aterro sanitário, apresentando taxas de gerações de 30% (Trecho Barra Velha-Reino), 27% (Trecho Norte), 26% (Trechos de Difícil Acesso), 25% (Trecho Sul) e 20% (Trecho Perequê-Toca).

Apesar da composição gravimétrica dos resíduos destinados à coleta regular ser caracterizada não apenas por rejeitos, todos esses resíduos são dispostos em aterro sanitário. Dessa forma, a falta da conscientização da fonte geradora (residências, prestadores de serviços e estabelecimentos comerciais) acerca da segregação adequada dos resíduos sólidos urbanos acarreta no encaminhamento de um volume de resíduos que poderia ser reduzido.

Entre os meses de novembro e dezembro de 2019, houve a finalização do contrato com o Consórcio Molise e Peralta Ambiental, responsável pela coleta regular e transbordo dos resíduos domiciliares úmidos. A partir de então, tal serviço passou a ser realizado pela empresa Beta Ambiental LTDA.

Anteriormente à troca de contrato a frequência da coleta variava entre 2 a 5 dias por semana e, conforme dados da Prefeitura, era realizada no período diurno. Além disso, utilizavam-se de 4 caminhões compactadores com capacidade para carga de 8 toneladas cada e um caminhão com tração 4x4 com capacidade de 4 toneladas, utilizado na coleta dos resíduos em locais de difícil acesso, como ruas estreitas e locais cujas características topográficas sejam fator limitante.

Atualmente, os municípios acondicionam seus resíduos em sacos plásticos e os dispõem nas calçadas, em lixeiras suspensas ou em contêineres disponibilizados pela empresa responsável pela coleta, como representado nas Figuras 5.13 a 5.15.

Figura 5.13 - Locais de acondicionamento de resíduos em residências



Fonte: as Autoras (2019).

Figura 5.14 - Contêiner de acondicionamento de resíduos para múltiplas residências



Fonte: as Autoras (2019).

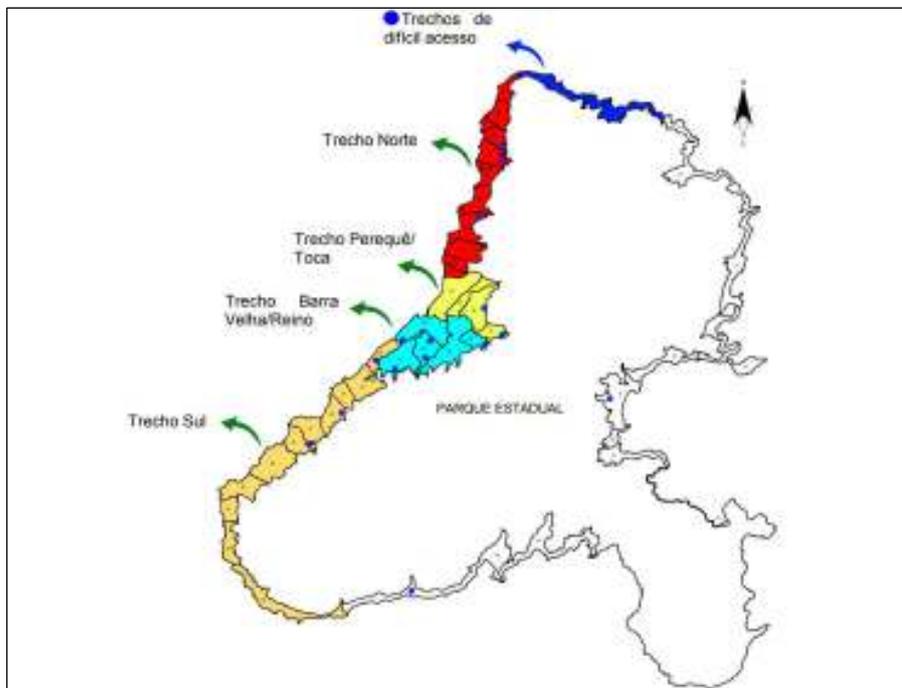
Figura 5.15 - Lixeira de acondicionamento de resíduos de condomínio



Fonte: as Autoras (2019).

Os trechos abrangidos pela frota estão representados pela Figura 5.16.

Figura 5.16 - Setores de coleta de resíduos domiciliares no município de Ilhabela



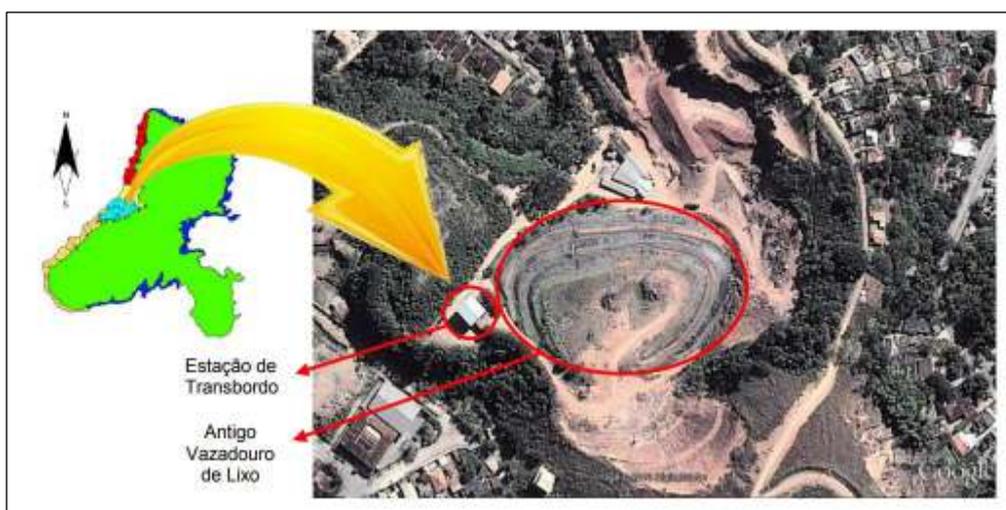
Fonte: ILHABELA (2013).

Nas comunidades locais não setorizadas na Figura 5.16, a coleta é realizada com a utilização de barcos dos próprios moradores contratados pela Prefeitura, responsáveis por levar os resíduos até a área urbana. No entanto, os resíduos provenientes desses locais não são segregados e tudo é destinado à coleta regular.

Por fim, os resíduos são transportados à estação de transbordo, localizada nas dependências do antigo Aterro.

Na área retratada na Figura 5.17, os caminhões compactadores da empresa que realiza a coleta, após completarem seu volumes de carga, fazem a descarga em um veículo de transferência, com capacidade entre 30 m³ e 60 m³, e são então encaminhados à Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos de Jambeiro - UTGR Jambeiro ou ao Aterro Sanitário de Jacareí (FDTE, 2019).

Figura 5.17 - Localização do Sistema de Transbordo de Ilhabela



Fonte: ILHABELA (2013).

Segundo a Prefeitura, a estação de transbordo tem capacidade para recebimento de duas carretas (caminhão rollon) de 80 toneladas cada. Ademais, ressalta-se que não há nenhum tipo de triagem no local e todo o resíduo é transferido para carretas de maior volume.

O local é composto por uma plataforma, coberta superiormente, onde ocorre a disposição dos resíduos provenientes da coleta regular. Para a operação, o local conta com um operador de retroescavadeira e um auxiliar de limpeza (FDTE, 2019). Esta configuração pode ser observada na Figura 5.18.

Figura 5.18 - Estação de Transbordo de Ilhabela



Fonte: as Autoras (2019).

Em pesquisa de campo realizada com moradores do entorno do antigo aterro pela ENGAJ (2019), constataram-se reclamações acerca do odor característico proveniente do local, intensificado em períodos de altas temperaturas, além da presença constante de urubus (*Coragyps Atratus*).

5.1.3.3. Coleta Seletiva de Resíduos Secos

A partir de dados obtidos do SEADE para os anos de 2009 e 2012, estipulou-se a geração per capita de materiais recicláveis, recolhidos pela coleta seletiva, no município, conforme a Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Geração per capita de materiais recicláveis em Ilhabela

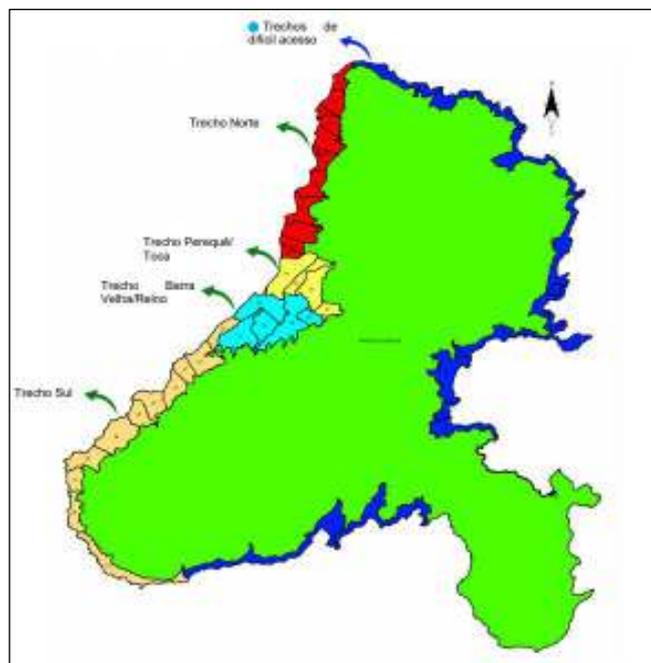
Ano	População urbana (hab)*	Coleta seletiva de resíduos secos (t/mês)	Coleta seletiva de resíduos secos (t/dia)	Per capita (kg/hab.dia)
2009	27.363	36,23	1,32	0,048
2010	28.125	49,57	1,76	0,062
2011	28.684	61,72	2,15	0,075
2012	29.255	90	3,08	0,105

Fonte: *SEADE (2019); Prefeitura Municipal de Ilhabela (2013).

Em 2001 houve a constituição formal da Associação Centro de Triagem de Materiais Recicláveis de Ilhabela (CTR), objetivando-se a organização da coleta seletiva. Esta é realizada atualmente pela empresa Electra Serviços, e ocorre em frequências que variam entre 1 a 3 dias por semana, a depender de fatores como a quantidade de moradores, de resíduos gerados, e da facilidade de acesso de cada bairro.

Uma equipe padrão consiste em um caminhão do tipo gaiola para coleta junto às residências, com um motorista e dois coletores, e um caminhão compactador para coleta de resíduos de grandes geradores, com um motorista e mais dois coletores. Como citado anteriormente, nos bairros de difícil acesso não há a segregação dos resíduos recicláveis, sendo estes transportados juntamente com os resíduos úmidos e levados por barqueiros para a área urbana, onde são coletados e enviados ao transbordo. A Figura 5.19 ilustra quais áreas do município são abordadas pela coleta seletiva de resíduos secos.

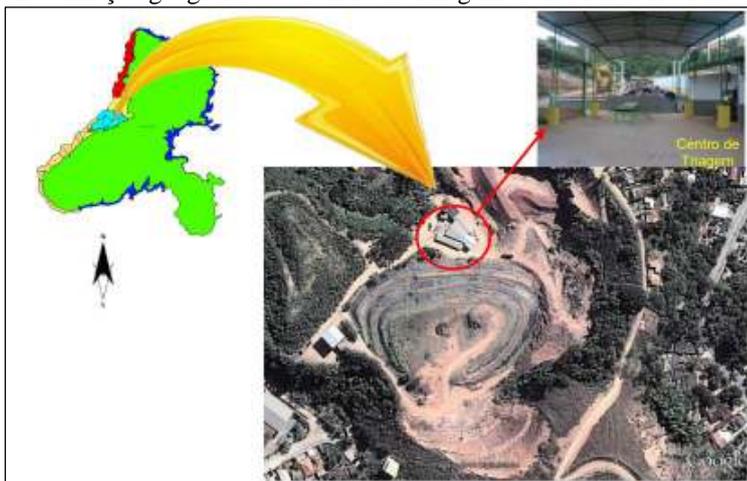
Figura 5.19 - Áreas abrangidas pela coleta seletiva de resíduos secos



Fonte: ILHABELA (2013).

Após coletado, o material pode ser encaminhado ao CTR, localizado em uma área delimitada onde hoje se encontra o antigo Aterro Municipal e a estação de transbordo, no bairro Água Branca, conforme Figura 5.20.

Figura 5.20 - Localização geográfica do Centro de Triagem de Resíduos Recicláveis de Ilhabela



Fonte: ILHABELA (2013).

Em 2018, o CTR contava com 20 associados, sendo 7 homens e 13 mulheres (ENGAJ, 2019), com salários entre R\$800,00 a R\$1,2 mil, dependendo da demanda de serviço. Apresentava um espaço físico de cerca de 465 m² com prensas, escritório, cozinha e almoxarifado (ILHABELA, 2013). Até março de 2019, o espaço contava com 4 prensas, no entanto, apenas 2 estavam em funcionamento (ENGAJ, 2019).

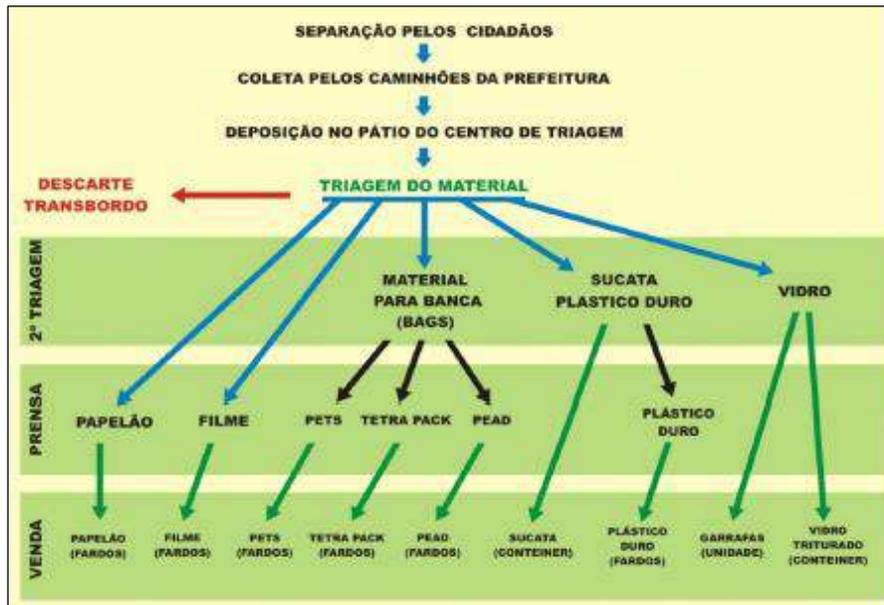
Conforme dados obtidos pela ENGAJ (2019) até março chegavam, diariamente, cerca de 4 a 6 caminhões no local, englobando diversos tipos de materiais, conforme a Tabela 5.3, inclusive materiais não recicláveis. Depois de prensados, os materiais eram acondicionados em bags e armazenados por 2 ou mais dias. As etapas do processo de triagem dos resíduos recicláveis no CTR estão representados na Figura 5.21.

Tabela 5.3 - Composição dos materiais recicláveis em Ilhabela

Tipo de Resíduo	Massa (t/mês)	Percentual
Papel/Papelão	50	55%
Plástico	12	13%
Plástico Filme	06	7%
Tetra Pack	02	2%
Sucatas	12	13%
Vidros	08	9%
Total	90	100%

Fonte: ILHABELA (2013).

Figura 5.21 - Fluxograma do processo de triagem dos materiais recicláveis



Fonte: ILHABELA (2013).

Ressalta-se que a quantidade de materiais recicláveis que chegava ao CTR era variável conforme os meses do ano, considerando-se os períodos de alta temporada. Como exemplo, menciona-se o papelão, cuja quantidade variava de 42 toneladas por mês, em meses de baixa temporada, para 72 toneladas por mês, em meses de alta temporada (ENGAJ, 2019).

As quantidades de materiais recicláveis recebidas pelo CTR nos anos de 2017 e 2018, até o mês de setembro estão dispostas nas Tabelas 5.4 e 5.5, respectivamente.

Tabela 5.4 - Quantidade de materiais recicláveis no CTR em 2017

Massa (t)	Veículos
1.607,99	1.852

Fonte: Adaptado de ENGAJ (2019).

Tabela 5.5 - Quantidade de materiais recicláveis no CTR em 2018 – continua

Mês	Massa (t)	Veículos
Janeiro	204,17	202
Fevereiro	133,84	135
Março	133,67	164
Abril	124,66	140

Tabela 5.5 - Quantidade de materiais recicláveis no CTR em 2018 – conclusão

Mês	Massa (t)	Veículos
Maio	106,66	127
Junho	106,94	147
Julho	106,94	147
Agosto	102,38	161
Setembro	114,93	128

Fonte: Adaptado de ENGAJ (2019).

Com o fechamento da área do antigo Aterro Municipal em abril de 2019, as atividades do CTR foram encerradas e, segundo dados da FDTE (2019), parte dos associados que trabalhavam no local foram realocados em outras funções ligadas à Prefeitura. A partir de então, com a coleta seletiva ocorrendo normalmente, os resíduos recicláveis passaram a ser acumulados na área do centro de triagem, à céu aberto, à espera de alguma medida provisória. A Figura 5.22 retrata a situação do CTR após o encerramento de suas atividades.

Figura 5.22 - Acúmulo de resíduos recicláveis na área do CTR



Fonte: as Autoras (2019).

No dia 26 de outubro de 2019, foi assinado o contrato entre a Prefeitura e a Compel, empresa de transporte de resíduos, para que se iniciasse o transbordo dos materiais passíveis de reciclagem, tanto dos que se encontravam acumulados na área do CTR, quanto dos provenientes da coleta seletiva do município. A quantidade de viagens ocorria de acordo com a demanda de volume dos resíduos.

Quanto à destinação final, os resíduos eram entregues à três cooperativas, sendo duas delas localizadas em Caraguatatuba e uma em São Sebastião. Segundo a Prefeitura, a Compel dispõe de uma área de armazenamento dos recicláveis quando as cooperativas encontram-se com sua capacidade de recebimento comprometida. Ainda, cabe à Compel certificar, por meio de relatórios entregues à Prefeitura, a destinação final adequada desses resíduos. A Figura 5.23 retrata a retirada dos materiais passíveis de reciclagem que estavam acumulados no galpão do CTR.

Figura 5.23 - Retirada dos materiais passíveis de reciclagem pela Compel



Fonte: as Autoras (2019).

Segundo dados fornecidos pela FDTE (2019), estão previstas obras de readequação do CTR, as quais permitirão a volta das atividades de triagem de materiais recicláveis. Essas obras previstas no plano de encerramento do antigo Aterro contemplam com reformas estruturais do galpão, assim como aquisição de novos equipamentos.

Ademais, o retorno das atividades pretende ser realizado por uma cooperativa terceirizada.

5.1.3.4. Limpeza Urbana (Varrição, Capina e Poda)

Com relação à limpeza urbana, a Prefeitura do município dispõe de equipamentos e equipes para a varrição em logradouros públicos, praças e jardins; capina e poda em áreas públicas; limpeza diária das praias voltadas para o continente; limpeza preventiva de valas e canais municipais. A Figura 5.24 retrata o serviço de poda realizado pelo município.

Figura 5.24 - Serviço municipal de podas



Fonte: as Autoras (2019).

Como dito anteriormente, até abril de 2019, o município aceitava o depósito de resíduos de podas na área do Aterro Municipal, depositados tanto por caminhões da Prefeitura como por transportes particulares. Conforme levantamentos realizados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente, em 2011, estimou-se a chegada diária de cerca de 50 caminhões de resíduos de poda e florestais, o correspondente a cerca de 100 toneladas mensais.

Por não haver o devido processamento do material, durante pesquisas de campo realizadas pela ENGAJ (2019), moradores relataram a ocorrência de incêndios em algumas épocas do ano, causados pela combustão espontânea decorrente da

decomposição dos resíduos. Tais incêndios exigem grande mobilização da Prefeitura, gastos com maquinário pesado, como retroescavadeiras, tratores de esteiras e caminhões pipa, além de gerarem incômodos à população e danos à saúde devido à exposição a fumaça expelida no local. Dessa forma, criou-se uma situação de descontrole com base no tratamento e processamento inadequados de restos de podas e jardins.

Com o encerramento das atividades na área do Aterro, foi disponibilizada pela Prefeitura uma área localizada ao lado do Campo do Galera, área pública de lazer e prática de esportes, para o armazenamento temporário desses resíduos, local este que foi autorizado pela CETESB para tal finalidade por tempo determinado.

Após a data limite estabelecida pela CETESB para o armazenamento desse material, foi aprovado pela Câmara o Projeto de Lei nº 058/2019, instituindo o “Programa Carona Legal”, objetivando esvaziar as áreas do Aterro Municipal e de armazenamento temporário dos RLU. O programa permite a utilização de caminhoneiros e caçambeiros credenciados do arquipélago, que saíam com seus veículos vazios da cidade, para a retirada dos resíduos de poda de ambas as áreas e destinação correta dos mesmos.

Atualmente, houve o completo esvaziamento dessa área de destino temporário. Segundo dados da Prefeitura, foram retiradas 9 mil toneladas de resíduos de poda do local. Hoje, nessa mesma área, encontram-se caminhões cadastrados pelo programa que aguardam, diariamente, para serem carregados com as podas recolhidas pelo município. Assim que recebem o carregamento, os veículos passam por uma pesagem e encaminham-se para São Sebastião, onde ocorre a destinação do material à Ideal Terraplenagem, usina que realiza o processamento dos mesmos. A Figura 5.25 retrata a área do Campo do Galera.

Figura 5.25 - Área de depósito de resíduos de poda, atualmente esvaziada pelo Programa Carona Legal



Fonte: as Autoras (2019).

Em setembro, conforme dados obtidos na Prefeitura, 23 empresas estavam cadastradas no Programa Carona Legal, com cerca de 35 caminhões, que recebiam pagamento por tonelada para fazer a retirada tanto dos resíduos de poda, quanto dos RCCs localizados na área do antigo Aterro Municipal. Desde o início do programa até o mês de setembro de 2019, a Prefeitura contabilizou uma retirada de 19 mil toneladas do material, sendo que a destinação de parte dele era a usina de processamento, enquanto a parte que não poderia ser reaproveitada era encaminhada diretamente aos aterros sanitários de Jambeiro ou Jacareí. Na Figura 5.26 pode-se visualizar a retirada desses materiais por caminhões.

Figura 5.26 - Caminhões realizando a retirada de materiais do Aterro Municipal



Fonte: as Autoras (2019).

Quanto ao manejo dos resíduos gerados em locais públicos, assim como dos provenientes de atividades de varrição nesses mesmo locais, existem lixeiras para segregação de rejeitos e recicláveis, dispostas ao longo das calçadas e praias, como pode ser observado nas Figuras 5.27 e 5.28. No entanto, não foi possível evidenciar a correta segregação destes resíduos, tanto por parte da população, quanto dos coletores e limpadores, e nem a logística de coleta desses resíduos.

Figura 5.27 - Serviço de varrição das praias



Fonte: as Autoras (2019).

Figura 5.28 - Lixeiras públicas



Fonte: as Autoras (2019).

Além do mais, o município conta, desde 2018, com uma iniciativa para o descarte de bitucas de cigarro, as quais são coletadas e passam pelo processo de reciclagem, transformando-as em papel. Este projeto é uma parceria entre a Secretaria do Meio Ambiente, a Poiato Recicla e a Flow Sustentável e contempla com a implantação de mais de 170 pontos de coleta espalhados pela Ilha. Em agosto de 2019 foi registrado que cerca de 750 mil bitucas foram alvo do descarte adequado. A Figura 5.29 retrata um dos pontos de descarte implementados pela iniciativa.

Figura 5.29 - Ponto de descarte de bitucas de cigarro



Fonte: as Autoras (2019).

5.1.3.5. Resíduos Passíveis de Logística Reversa

O município de Ilhabela não dispõe de legislação própria acerca do manejo específico para resíduos incluídos nessa categoria. Entretanto, foram observadas algumas iniciativas relevantes por parte tanto da Prefeitura, quanto dos munícipes e estabelecimentos comerciais:

- **Pneus**

Até a data de fechamento do Aterro Municipal, a Prefeitura dispunha de uma área coberta para o armazenamento de pneus, coletados posteriormente por uma empresa

privada, conforme retratado na Figura 5.30. Segundo dados obtidos pela FDTE, no ano de 2017 foi contabilizado o recebimento de 4.670 kg de pneus nesta área.

Figura 5.30 - Antigo local de armazenamento de pneus, nas dependências do Aterro



Fonte: FDTE (2019).

Atualmente, os pneus são armazenados em outro local e coletados pela empresa Reciclanip. A Prefeitura não forneceu mais informações sobre o local de armazenamento desse material.

- **Pilhas e baterias (portáteis)**

Conforme dados do PMGIRS de 2013, foi desenvolvido pela Prefeitura, por meio da Secretaria de Educação, o Projeto “Pilha de Pilhas”, junto aos alunos da rede pública municipal de ensino. No ano de 2012, 700 kg de pilhas e baterias foram descartadas de maneira correta por meio deste projeto. De acordo com dados fornecidos pela Prefeitura, até o ano de 2018, os únicos pontos de entrega voluntária de pilhas estavam instalados nas escolas municipais. Não existiam outros pontos de entrega e nem parcerias com a iniciativa privada.

Em 2019, durante visita técnica, foi observado um ponto de coleta de pilhas e baterias dentro de um supermercado, localizado na região do Perequê e retratado na Figura 5.31. Conforme informações fornecidas pelo estabelecimento, uma empresa terceira realiza a coleta desse material frequentemente. Não foi possível obter dados quantitativos sobre o resíduo, assim como o nome da empresa responsável pela destinação do mesmo.

Figura 5.31 - Ponto de coleta em supermercado de pilhas usadas



Fonte: as Autoras (2019).

Com o início das atividades da empresa Beta Ambiental LTDA, em dezembro de 2019, foi acordado que a mesma realizaria a coleta de pilhas e baterias, incluindo transporte, veículos, equipamentos, materiais e mão de obra. Estabeleceu-se que a empresa contratada deve apresentar, sempre que for realizado o serviço de coleta, comprovante da destinação adequada (local licenciado) destes resíduos.

- **Óleos, graxas e lubrificantes**

A Prefeitura Municipal, por meio da Secretaria de Educação, desenvolveu em 2009 o Projeto “Água e óleo não se misturam”, no qual as escolas realizam campanhas para arrecadação de óleo de cozinha usado. Parte desse material é recolhido de forma gratuita por uma empresa particular que, posteriormente, providencia a destinação final do mesmo. O restante é utilizado para ensinar os alunos e pais a produzir de sabão. Segundo dados do PMGIRS (2013), o projeto chegou a arrecadar e destinar, de forma ambientalmente adequada, cerca de 10.400 litros de óleo de cozinha.

- **Lâmpadas**

Não foi constatado nenhum programa ou disponibilização de pontos de recolhimento de lâmpadas fluorescentes inservíveis, por parte da Prefeitura, no

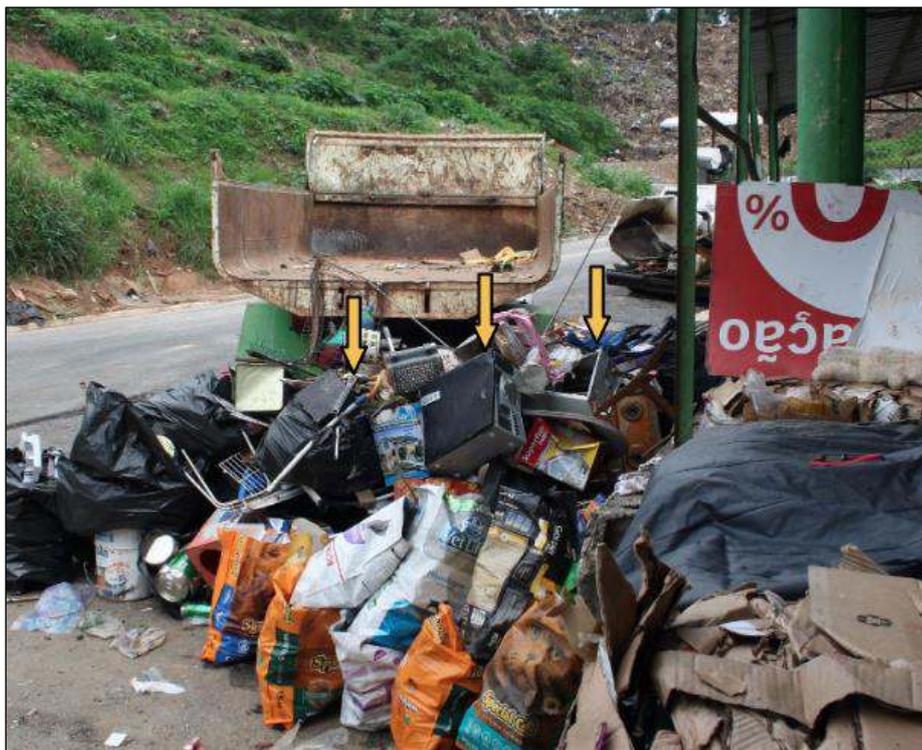
município. Todavia, no contrato com a Beta Ambiental LTDA também está incluída a coleta e destinação final adequada de lâmpadas (fluorescentes tubulares e compactas, vapor de mercúrio, vapor de sódio, vapores metálicos, mistas).

Apesar disso, os estabelecimentos locais que possuem pontos de entrega desse resíduo, como supermercados, ainda contam com serviços de coleta e transporte independentes. Os dados relativos às empresas prestadoras desse serviço, assim como às quantidades de geração desses resíduos não foram obtidos.

- **Produtos eletroeletrônicos**

Assim como no caso das lâmpadas, não foi observado nenhum programa para recolhimento de eletroeletrônicos inservíveis no município. Durante visita técnica, observou-se apenas a disposição desses produtos, como geladeiras, televisores e aparelhos de som, nas dependências do galpão do CTR, como retratado na Figura 5.32. Entretanto, a Prefeitura não forneceu maiores informações sobre a destinação final desses materiais ou se existem iniciativas de logística reversa.

Figura 5.32 - Produtos eletroeletrônicos encontrados no CTR



Fonte: Adaptado de ENGAJ (2019).

- **Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens**

No município de Ilhabela, não se tem conhecimento quanto ao uso de agrotóxicos, uma vez que não existe nenhum tipo de cultura ou cultivo de alimentos e plantas que necessitem destes defensivos (FDTE, 2019).

Outra iniciativa relevante observada em visita técnica no município é da Startup Molécoola, que instalou um contêiner na ilha após o fechamento do CTR. Esse local funciona como um ponto de entrega voluntária de materiais recicláveis, lâmpadas, pilhas, eletroeletrônicos, entre outros. O local não faz o recebimento de tecidos e resíduos úmidos. Os munícipes podem realizar o descarte desses materiais, gratuitamente, que são separados, pesados e contabilizados pelos colaboradores. Ao levarem esses resíduos, os munícipes acumulam pontos, que podem ser trocados por produtos, serviços ou descontos em estabelecimentos parceiros, como supermercados e restaurantes.

O PEV, que por enquanto é o único instalado pela Startup no município, está localizado no estacionamento de um supermercado, no bairro do Perequê e conta com 04 colaboradores, que realizam todas as atividades de recebimento, separação e pesagem dos materiais. Segundo informações fornecidas pelos próprios colaboradores, existem compradores que recolhem esses resíduos do PEV e destinam para usinas de reciclagem. Em apenas uma semana de operação do programa, foram recolhidas 700 toneladas de resíduos, conforme uma das colaboradoras entrevistada. Na Figura 5.33 pode-se observar o contêiner instalado.

Figuras 5.33 - Contêiner da Startup Molécoola em Ilhabela



Fonte: as Autoras (2019).

Alguns estabelecimentos entrevistados durante visita técnica, que se localizavam nas proximidades do PEV, disseram que já estão ou que iniciarão em breve a entrega de resíduos para a Molécoola, uma vez que, segundo eles, ao entregar no PEV, a certeza de uma destinação correta é maior do que ao entregar os resíduos ao serviço municipal.

5.1.3.6. Competências e Responsabilidades

A partir das descrições feitas anteriormente, relacionadas ao manejo dos resíduos sólidos urbanos, construiu-se as Tabelas 5.6 e 5.7, as quais sintetizam as etapas de manejo e os responsáveis por cada uma delas, de acordo com a tipologia dos resíduos nos anos de 2013 e 2019.

Tabela 5.6 - Responsáveis pelo manejo dos RSU em 2013

Executor (2013)					
	Limpeza Pública		Resíduos domiciliares		Logística Reversa
Atividade	Poda (orgânico)	Varição (rejeito)	Rejeito	Reciclável	Especiais
Acondicionamento	-	-	Gerador	Gerador	-
Coleta	Peralta Ambiental e Particulares	Peralta Ambiental	Peralta Ambiental	Peralta Ambiental	-
Armazenamento	-	Estação de transbordo	Estação de transbordo	CTR	-
Transbordo/ transporte	Peralta Ambiental	Peralta Ambiental	Peralta Ambiental	Peralta Ambiental	-
Destinação	-	-	-	Centro de Triagem de Recicláveis	-
Disposição final	Aterro Municipal	Aterro Sanitário UTGR	Aterro Sanitário UTGR	-	-

Fonte: adaptado de ILHABELA (2013).

Tabela 5.7 - Responsáveis pelo manejo de RSU em 2019

Executor (2019)					
	Limpeza Pública		Resíduos domiciliares		Logística Reversa
Atividade	Poda (orgânico)	Varrição (rejeito)	Rejeito	Reciclável	Especiais
Acondicionamento	Prefeitura	Prefeitura	Gerador	Gerador	Gerador
Coleta	Prefeitura e particulares	Beta Ambiental	Beta Ambiental	Electra	Pontos de coleta (supermercado do Frade, Moolécula)
Armazenamento	Estação de transbordo	Estação de transbordo	Estação de transbordo	CTR	Pontos de coleta (supermercado do Frade, Moolécula)
Transbordo/ transporte	Carona Legal e Ideal Terraplanagem	Molise	Molise	Compel	Empresa terceirizada
Destinação	Ideal Terraplanagem	-	-	Cooperativas São Sebastião e Caraguatatuba	Empresa terceirizada
Disposição final	-	Aterro Sanitário (Jambeiro ou Jacareí)	Aterro Sanitário (Jambeiro ou Jacareí)	-	-

Fonte: as Autoras (2019).

Comparando-se as duas tabelas acima, é possível evidenciar com maior clareza as mudanças na gestão dos resíduos sólidos que ocorreram desde a publicação do PMGIRS até agora, enfatizando as etapas de manejo que cabem ao Poder Público (armazenamento, transporte, destinação e disposição final).

5.1.3.7. Custos Aproximados

Durante o desenvolvimento do PMGIRS, foram realizadas análises e estudos para a definição dos setores de rotas de coleta, assim como o dimensionamento da frota. Isto foi feito com base nas características ambientais e físicas do município, estimativa de geração de resíduos, dentre outros (ILHABELA, 2013).

Sendo assim, de acordo com o PMGIRS de Ilhabela (2013), a Prefeitura do município desembolsa cerca de R\$ 6 mi/ano para todos os processos abrangidos pelo gerenciamento do sistema de limpeza pública municipal. Ademais, são arrecadados de cerca de R\$ 2.8 mi/ano com uma taxa de resíduos paga pela população juntamente ao

Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), que é cobrado de acordo com a tipologia de resíduo sólido e a área do imóvel.

De acordo com a Lei nº 156 de 2002, que institui o novo código tributário do município da Estância Balneária de Ilhabela e dá outras providências, a taxa de serviço de recolhimento de resíduos sólidos é cobrada com relação

[...] à utilização efetiva ou potencial dos serviços de coleta e remoção de lixo, prestados ou colocados, à disposição do imóvel alcançado pelo serviço, pelo Município, diretamente ou através de concessionários.

Essa taxa de serviço pode ser verificada no Quadro 5.1.

Quadro 5.1 - Taxa de serviço de recolhimento de resíduos sólidos em Ilhabela

Tipo RESIDENCIAL - R (Oriundo de prédios exclusivamente residenciais)		
R - Residencial	Imóveis com até 50m ²	R\$ 53,25
	Acima de 50m ² , por m ²	R\$ 1,20
Tipo COMERCIAL – C (Oriundo de prédios industriais, comerciais e de serviços)		
C1 - Preponderantemente úmido/orgânico	Imóveis com até 50m ²	R\$ 86,00
	Acima de 50m ²	R\$ 2,00/m ²
C2 - Preponderantemente seco/inorgânico	Imóveis com até 50m ²	R\$ 63,90
	Acima de 50m ²	R\$ 1,27/m ²
C3 - Sem clara caracterização	Imóveis com até 50m ²	R\$ 75,40
	Acima de 50m ²	R\$ 1,50/m ²
Tipo HOSPITALAR – H (Oriundo de quaisquer estabelecimentos geradores de resíduos infectantes)		
H - Hospitalar	Imóveis com até 50m ²	R\$ 113,87
	Acima de 50m ²	R\$ 2,12/m ²
Outros Resíduos		
Podas de árvores, galhos e congêneres		R\$ 60,00/m ³
Entulhos, restos de demolição e congêneres		R\$ 60,00/m ³
Remoções que demandem o uso exclusivo de veículo		R\$ 150,00/viagem
Taxa de serviço de conservação de calçamento		
I - Residencial		R\$ 7,24/m ²
II - Comercial, Indústria, Serviços		R\$ 10,13/m ²

Fonte: ILHABELA (2002).

Além disso, a Lei em questão também traz as seguintes informações adicionais:

No caso de estabelecimentos geradores de resíduos infectantes, o serviço de recolhimento poderá ter o seu valor calculado com base em estimativa de volume físico, à razão de R\$ 5,00/kg (cinco reais por quilo), cancelando-se o lançamento calculado com base na área construída, mediante requerimento do interessado instruído por planilha mensal de geração de resíduo, sujeita à verificação periódica. [...]

[...] Nos locais desprovidos de coleta mecanizada domiciliar, a Taxa de Remoção de Lixo poderá ser objeto de desconto em função da distância do ponto de coleta mais próximo ao domicílio, a partir de 100m (cem metros) de distância, mediante requerimento do interessado devidamente instruído pelas informações necessárias, limitando-se o desconto ao teto de 50% (cinquenta por cento).

[...] A Taxa de Serviço de Conservação de Calçamento tem como fato gerador à utilização efetiva ou potencial dos serviços de reparação e manutenção de ruas e logradouros públicos, pavimentados, inclusive os de recondicionamento de meio-fio, na zona urbana do município, prestados pelo Município, diretamente ou através de concessionários.

5.1.3.8. Legislações Municipais Aplicáveis

Como já citado anteriormente, em níveis nacionais e estaduais (São Paulo), respectivamente por meio da Lei nº 12.305/2010, a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e da Lei Ordinária nº 12.300/2006, a qual institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes, existem orientações a serem seguidas pelos municípios no que diz respeito aos objetivos a serem alcançados visando o gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos sólidos.

Em nível municipal, por sua vez, no que diz respeito ao município de Ilhabela, observa-se uma quantidade considerável de leis envolvendo os diferentes resíduos sólidos e o respectivo gerenciamento. No entanto, vale salientar que muitas das leis apresentadas pelo município necessitam de revisões, objetivando-se alterações e/ou atualizações com base nos dados mais recentes.

Dentre as leis municipais que vigoram atualmente, apresentam-se, no Quadro 5.2 a seguir, algumas delas no intuito de ressaltar o caráter legal envolvendo os resíduos sólidos, principalmente abrangendo os resíduos analisados no presente trabalho: RDO e RLU.

Quadro 5.2 - Legislações Municipais abrangendo RSU

Legislação Municipal	
Lei nº 154/2002	Dispõe Sobre a Coleta de Resíduos Sólidos de Grandes Geradores para a Redução de Incômodos à População, Prolongamento da Vida Útil do Aterro Municipal de Resíduos Sólidos e Melhoria de Potencial de Reciclagem do Material Coletado
Lei Ordinária nº 421/2006	Dispõe sobre a instituição do Plano Diretor de Desenvolvimento Socioambiental do Município de Ilhabela e dá outras providências
Lei Ordinária nº 472/2007	Dispõe sobre a obrigatoriedade de separação do lixo reciclável pelos órgãos públicos, empresas públicas e concessionárias de serviço público
Lei nº 554/2007	Dispõe sobre Obrigar as Empresas de Ônibus de Transporte Coletivo e os Veículos de Transporte Alternativo a Colocar no seu Interior Recipientes para Coleta de Lixo
Lei nº 594/2008	Autoriza o Executivo a Promover Programa para Educação Ambiental Denominado “Lixo Que Não É Lixo” nas Escolas da Rede Municipal de Ensino e dá outras Providências
Lei Ordinária nº 743/2009	Dispõe sobre a política municipal de educação ambiental da estância balneária de Ilhabela
Lei Ordinária nº 960/2012	Institui no âmbito do município, o movimento Recicla Ilhabela
Lei Ordinária nº 1023/2014	Modifica a Lei Nº368/2005 que dispõe sobre o transporte de entulho de obras e resíduos de podas de árvore e limpeza de jardins no município da Estância Balneária de Ilhabela
Lei Ordinária nº 1100/2015	Dispõe sobre o Conselho Municipal de Meio Ambiente e o Fundo Municipal de Meio Ambiente e dá providências correlatas”.
Projeto de Lei nº 058/2019	Carona Legal

Fonte: As autoras (2019).

5.1.4. Análise SWOT

Para a realização da análise por meio da Matriz SWOT das informações obtidas no diagnóstico, iniciou-se esta etapa uma avaliação do cumprimento dos principais objetivos e iniciativas propostas para o município pelo PMGIRS.

5.1.4.1. Verificação dos objetivos do PMGIRS

Segundo o PMGIRS de 2013, o município de Ilhabela dispunha de um prazo de até 6 anos (até 2019) para o cumprimento de objetivos com relação aos RSU, sendo divididos em coleta regular, coleta seletiva e sistema de varrição, capina e poda.

Dessa forma, nos Quadros 5.3 a 5.5 a seguir encontram-se os principais objetivos para cada uma das divisões propostas pelo plano, bem como o status desses objetivos (realizado, parcialmente realizado ou não realizado), que foram analisados em visita técnica ao local. As lacunas preenchidas com “-” indicam a ausência de dados que caracterizem tais objetivos anteriormente à implementação do PMGIRS (2013).

Quadro 5.3 - Principais objetivos abrangendo a coleta regular - continua

Coleta Regular			
Objetivo	Antes da implementação do PMGIRS	Melhoria esperada	Status
Mudança de horário de coleta na área central	Ocorre entre 07h e 17h	Nos locais de maior movimentação (Centro Histórico) ou que contam com apenas uma via de acesso principal e/ou no período de alta temporada, que os serviços sejam realizados entre 02h e 06h da manhã, evitando assim, que o caminhão tanto atrapalhe quanto fique parado no trânsito	Não Realizado
Educação Ambiental	-	Informar a população por meio da equipe de educação ambiental sobre as alterações na coleta, uma campanha de divulgação deverá ser realizada pela Prefeitura Municipal (ou empresa responsável)	Não Realizado
Busca de parcerias	-	Buscar parcerias para aquisição de materiais informativos, lixeiras urbanas e contêineres para serem instalados em locais chave	Parcialmente Realizado
Indicadores	-	Implantar um sistema de Indicadores (mínimo 5), visando a melhoria na qualidade e produtividade dos serviços de limpeza pública	-
Fiscalização	-	Aperfeiçoar a fiscalização para a questão do manejo e armazenamento, com objetivo de atenuar conflitos entre Prefeitura e cidadãos. Estipular prazos para adequações caso haja inconformidades no manejo e armazenamento dos resíduos	-
Alternativa de destinação final	Unidade de Tratamento e Gestão de Resíduos Sólidos (UTGR) da empresa Engep, na cidade de Jambéiro que dista 90km de Ilhabela	Construção de um Centro Integrado Tecnológico de Tratamento de Resíduos Sólidos para receber os resíduos (orgânicos) e recicláveis gerados em cada um dos quatro municípios. Os resíduos recicláveis segregados pelos municípios são encaminhados para estocagem e posterior venda. Os resíduos orgânicos devem ser segregados em reciclável, orgânico e rejeito. O orgânico pode ser utilizado para a geração de energia e/ou compostagem e o rejeito deve ser encaminhado para o aterro sanitário	Não Realizado
Questão dos Grandes Geradores	-	Realizar a caracterização dos grandes geradores, de acordo com as leis aplicáveis, e viabilizar um dispositivo de cobrança diferenciada, caso a Prefeitura opte pela coleta e destinação final dos resíduos por eles gerados	-

Quadro 5.3 - Principais objetivos abrangendo a coleta regular - conclusão

Coleta Regular			
Objetivo	Antes da implementação do PMGIRS	Melhoria esperada	Status
Diminuição da quantidade de resíduos enviados para destinação final	Geração de 1.000 e 760 ton/mês nos períodos de alta e baixa temporada, respectivamente	Sensibilizar por meio de campanhas porta a porta, nas escolas municipais e no comércio em geral, todos os munícipes, com o intuito de salientar sobre a importância da separação correta dos resíduos	Parcialmente Realizado
Projetos de compostagem	-	Viabilizar a implantação de projetos piloto de compostagem junto à população, Prefeitura e comércio. Visando a diminuição de resíduos encaminhados para o transbordo e tratamento final	Parcialmente Realizado

Fonte: As autoras (2020).

Quadro 5.4 - Principais objetivos abrangendo a coleta seletiva – continua

Coleta Seletiva			
Objetivo	Antes da implementação do PMGIRS	Melhoria esperada	Status
Mudança de horário de coleta na área central	Das 07h às 17h	Nos locais de maior movimentação ou que contam com apenas uma via de acesso principal e/ou no período de alta temporada, os serviços sejam realizados entre 02h e 06h da manhã, evitando assim, que o caminhão tanto atrapalhe quanto fique parado no trânsito	Não Realizado
Educação Ambiental	-	Informar a população por meio da equipe de educação ambiental sobre as alterações na coleta, uma campanha de divulgação deverá ser realizada pela Prefeitura Municipal (ou empresa responsável). Melhorar o trabalho de educação ambiental no sentido de aumentar a quantidade de resíduos recicláveis	Não Realizado
Busca de parcerias	-	Buscar parcerias para a construção de um novo Centro de Triagem	Parcialmente Realizado
Indicadores	-	Implantar um sistema de Indicadores (mínimo 5), visando a melhoria na qualidade e produtividade dos serviços de limpeza pública	-
Fiscalização	-	Aperfeiçoar a fiscalização para a questão do manejo e armazenamento, com objetivo de atenuar conflitos entre Prefeitura e cidadãos. Estipular prazos para adequações caso haja inconformidades no manejo e armazenamento dos resíduos	-

Quadro 5.4 - Principais objetivos abrangendo a coleta seletiva – conclusão

Coleta Seletiva			
Objetivo	Antes da implementação do PMGIRS	Melhoria esperada	Status
Alternativa de destinação final	Centro de Triagem de Recicláveis	Manter como destinação final o Centro de Triagem	Não Realizado
Troca de veículos	Veículos compactadores	Veículos com carroceria tipo gaiola	Parcialmente Realizado
Frequência de coletas	Segundas, quartas e sextas-feiras, sendo concomitantes à coleta convencional nos bairros Jd. Éden, Cocaia, Costa Bela I e II e Morro da Cruz	Sugere-se que a coleta seja realizada em dias diferentes da coleta dos resíduos úmidos, para evitar que os resíduos sejam coletados por caminhões coletores errados	Parcialmente Realizado
Criação de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs)	Não existência de PEVs	Firmar parceria com grandes geradores a fim de custear a implantação de 02 PEVs	Não Realizado
Palestras e Treinamentos	-	Parceria com SEBRAE e Associação Empresarial visando a sensibilização e capacitação de coletores (garis) e associados do Centro de Triagem	-
Serviços Sociais	-	Inscrever os associados nos programas e serviços sociais	-
Questão dos Grandes Geradores	-	Realizar a caracterização dos grandes geradores, de acordo com as leis aplicáveis, e viabilizar um dispositivo de cobrança diferenciada, caso a Prefeitura opte pela coleta e destinação final dos resíduos por eles gerados	-
Aumento do volume de recicláveis	São geradas 90 toneladas de resíduos recicláveis por mês no município.	Sensibilizar por meio de campanhas porta a porta, nas escolas municipais e no comércio em geral, todos os munícipes, com o intuito de salientar sobre a importância da separação correta dos resíduos	Parcialmente Realizado

Fonte: As autoras (2020).

Quadro 5.5 - Principais objetivos abrangendo o sistema de varrição, capina e poda

Sistema de Varrição, Capina e Poda			
Objetivo	Antes da implementação do PMGIRS	Melhoria esperada	Status
Equipe de trabalho e varrição	Trecho Sul: 08 varredores; Trecho Barra Velha I e II: 18 varredores; Trecho água Branca/Cocaia: 06 varredores; Trecho Perequê/Reino: 14 varredores; Trecho Norte: 24 varredores	Redimensionamento das equipes de varredores a fim da compatibilização entre quantidade de funcionários versus km de vias a serem varridas	-
Trocias de sacos de lixo	Sacos de lixo reforçado com capacidade para 100L	Efetuar se possível a troca da gramatura, cor ou composição (oxibiodegradáveis) dos sacos de lixo utilizados nos carrinhos (Lutocar), não sendo necessário o uso de saco reforçado para o acondicionamento de apenas folhagens e pequenos resíduos	-
Alternativa de destinação final	Os resíduos de poda e varrição são depositados na área do Aterro Municipal de Ilhabela	Os resíduos provenientes de capina, roçada e podas (apenas folhagens) podem ser triturados e depois compostados, gerando adubos para uso em plantios	Parcialmente Realizado
Treinamentos	-	Os funcionários, sempre que possível, devem ser treinados e/ou passar por reciclagem	-
Trabalho individualizado	-	Nos locais onde existe necessidade de varrição apenas uma vez por semana, se sugere a utilização de apenas um funcionário, acumulando as funções de varrer e recolher os resíduos	-
Pagamento de taxa	Pagamento de taxa de varrição inexistente	Tornar obrigatório o pagamento de taxa de varrição após a realização de grandes eventos (shows, eventos esportivos e religiosos)	-
Educação Ambiental	-	Por meio da equipe de educação ambiental, informar a população sobre a necessidade da manutenção e limpeza das vias públicas	Parcialmente Realizado

Fonte: As autoras (2020).

Como pode ser observado, a maior parte dos objetivos presentes no PMGIRS de Ilhabela não foram cumpridos. Sendo assim, em 2021, ano em que o documento deverá ser revisado, muitos dos objetivos ainda estarão pendentes, resultando no atraso do desenvolvimento do município acerca da gestão de resíduos sólidos urbanos e na necessidade de reconsiderar as prioridades em consonância à atualização do diagnóstico

realizado em 2013, visto que o cenário sofreu diversas alterações até o presente momento.

5.1.4.2. Matriz SWOT

A elaboração da matriz SWOT permitiu uma análise das forças e fraquezas, oportunidades e ameaças atuantes sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos de Ilhabela segundo itens de reflexão para os ambientes interno e externo. Como descrito na metodologia, o primeiro deles abrange a legislação municipal, o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e o perfil administrativo. Por sua vez, o ambiente externo contempla com os perfis cultural e territorial do local, além da legislação e normatização vigentes.

A análise dos sistemas segundo os itens selecionados serviu como um compilado das informações levantadas durante o diagnóstico. Isto possibilitou minimizar incertezas no processo posterior de elaboração dos cenários alternativos, desenvolvidos durante a etapa de Prognóstico.

A Matriz SWOT relativa ao atual sistema de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos do município de Ilhabela está apresentada no Quadro 5.6 a seguir.

Quadro 5.6 - Matriz SWOT (continua)

		FATORES POSITIVOS	FATORES NEGATIVOS
		FORÇAS	FRAQUEZAS
AMBIENTE INTERNO	<p>1. Legislação Municipal O município possui PMGIRS, realizado no ano de 2013; Presença de legislações municipais relacionadas ao meio ambiente; O município possui Plano Municipal de Saneamento Básico; Criação do substitutivo do Projeto de Lei nº 5819/2019 que institui o Carma Legal; Existência de um Plano de Manejo do Parque Estadual de Ibatuba;</p> <p>2. Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos</p> <p>2.1 Coleta Regular A coleta regular abrange uma área significativa do município; Os resíduos de coleta regular são destinados a aterros adequados; A coleta possui uma frequência na qual não há acúmulo de resíduos à espera da mesma; Existe a pesagem dos resíduos; A coleta regular abrange as comunidades locais; Existência de uma estação de transferência para o armazenamento temporário de resíduos;</p> <p>2.2 Coleta Seletiva A coleta seletiva abrange diferentes zonas do município (até as regiões de difícil acesso) e é realizada com frequência adequada; Controle de pesagem dos materiais; Os materiais atais e que foram acumulados na área do CTR estão sendo destinados de forma adequada; Existência de projetos para requalificação do CTR;</p> <p>2.3 Limpeza Urbana Limpeza constante das vias públicas, principalmente devido ao caráter turístico do município; Presença de lixeiras identificadas em locais públicos; Existência de placas educativas em locais públicos; Realização de parcerias entre prefeitura e empresas para conscientização e coleta de bitucas de cigarro; Serviço de poda e capina em locais públicos é realizado frequentemente pela prefeitura; Parcerias locais para o transporte dos resíduos provenientes de serviços de poda e capina;</p> <p>2.4 Outras Existência de iniciativas públicas e privadas para coleta e destinação de resíduos passíveis de logística reversa; Existência de algumas iniciativas de compostagem no município; Existência de área de tamanho apropriado para compostagem no município; Realização de projetos e estudos técnicos acerca da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos municipais;</p> <p>3. Perfil Administrativo Realização do PMGIRS pela própria prefeitura; Há iniciativas de educação ambiental; Competências e responsabilidades compartilhadas entre o setor público e privado; Existência de articulações entre as secretarias do município;</p>	<p>1. Legislação Municipal O PMGIRS não foi revisado em 2017; Falta de adaptação das leis às mudanças ocorridas desde 2013 nos quesitos de resíduos e meio ambiente;</p> <p>2. Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos</p> <p>2.1 Coleta Regular A coleta regular não atende 100% da população; Ausência de área local para disposição final dos rejeitos; Frequência e horários de coleta regular nem sempre de acordo com o estabelecido pelo PMGIRS; Condições inadequadas de estação de transferência proporcionam local para proliferação de vetores; Destinação significativa de resíduos sólidos orgânicos junto dos resíduos de coleta regular;</p> <p>2.2 Coleta Seletiva Encerramento das atividades do Centro de Triagem de Materiais Recicláveis; Acúmulo temporário de materiais passíveis de reciclagem na área do CTR devido à demora na contratação de nova empresa; Frequência e horários de coleta seletiva nem sempre de acordo com o estabelecido pelo PMGIRS; Má comunicação com a população acerca da coleta seletiva; Antigos associados do CTR perderam seus empregos; A coleta seletiva não atende 100% da população; Ausência de coleta seletiva nas comunidades locais; Ausência de coleta de resíduos passíveis de compostagem no município;</p> <p>2.3 Limpeza Urbana Ausência de área local para compostagem dos resíduos de poda e capina ou outras formas de destinação final; Não há segregação dos resíduos de varrição, sendo todos destinados como rejeito; Resíduos de poda e capina que eram depositos na antiga área do Antigo Aterro, que está sendo esvaziada, são destinados como rejeito;</p> <p>2.4 Outras Fiscalização falha do cumprimento do retorno de resíduos passíveis de logística reversa; Ausência de posto de entrega voluntária, vinculados à prefeitura, para resíduos passíveis de logística reversa; Iniciativas de compostagem por parte do município tem pouco alcance (somente em escolas municipais); Resíduos perigosos ou de responsabilidade do gerador não possuem fluxo sistemático de destinação;</p> <p>3. Perfil Administrativo Altos gastos com o transporte dos resíduos recicláveis, de poda e rejeitos ao continente; Disponibilidade de empresas terceirizadas; Falta de articulação entre os atores envolvidos no sistema de gestão de resíduos sólidos; Descontinuidade de projetos devido à alternância entre gestões públicas; Funcionários de outras secretarias municipais atuando dentro da Secretaria de Meio Ambiente por falta de recursos humanos; Falta de iniciativas de educação ambiental eficazes; Competências e responsabilidades compartilhadas entre o setor público e privado; Corpo administrativo pouco capacitado e com falta de mão de obra; Fomento de informações à população acerca do manejo adequado dos resíduos é insuficiente;</p>	

Quadro 5.6 - Matriz SWOT - conclusão

	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
AMBIENTE EXTERNO	<p>1. Perfil Cultural</p> <p>Possibilidade de investimentos em campanhas de conscientização ambiental destinadas principalmente à população flutuante;</p> <p>Contaminação entre gestores públicos e população é facilitada pelo baixo número de habitantes;</p> <p>Estímulo da economia por parte da população flutuante;</p> <p>Valorização da ilha pela população local, nos contextos econômico e ambiental.</p>	<p>1. Perfil Cultural</p> <p>A segregação de resíduos na feira gratuita e nas áreas públicas azada e inadequada;</p> <p>Aumento do descarte inadequado dos resíduos em períodos de alta temporada;</p> <p>Falta de interesse por parte, principalmente, da população flutuante acerca da correta adequação dos resíduos;</p> <p>População desinformada acerca do manejo correto de resíduos;</p>
	<p>2. Perfil Territorial</p> <p>A população é majoritariamente urbana e se encontra em áreas de fácil acesso, o que contribui para aplicação de técnicas de gestão de resíduos sólidos;</p> <p>O município é de pequeno porte, facilitando a implementação mais eficiente de medidas;</p> <p>Localiza-se próxima ao continente e em região urbanizada do litoral, facilitando o acesso;</p> <p>Maiores investimentos na educação ambiental por se tratar de uma área de Parque Estadual;</p> <p>A cobertura de ruas para entrada e saída na ilha permite um maior controle da quantidade de pessoas que frequentam o local.</p>	<p>2. Perfil Territorial</p> <p>Alto risco de contaminação do lençol freático;</p> <p>Infraestrutura de saneamento básico insuficiente para o atendimento da população flutuante;</p> <p>85% do território é Área de Preservação, limitando a disponibilidade de locais para destinação e disposição final dos resíduos;</p> <p>Ocupações ilegais em Áreas de Preservação por parte da população;</p> <p>Necessidade de realização do transbordo;</p> <p>Acesso ao continente apenas via ilha e transporte marítimo;</p> <p>Dificuldade de acesso da coleta às comunidades locais e do fornecimento de informação com relação ao manejo dos resíduos;</p>
	<p>3. Legislação e Normatização</p> <p>O processo de revisão do PMGIRS pode permitir a criação de novos empregos;</p> <p>Existência da PNRS como diretriz;</p> <p>Existência do Conselho Municipal do Meio Ambiente;</p> <p>Existência de empresas terceiras com potencial de contratação para o gerenciamento de resíduos sólidos;</p> <p>Existência de cooperativas e indústrias de processamento de resíduos nos municípios vizinhos;</p>	<p>3. Legislação e Normatização</p> <p>Falta de iniciativas de programas de educação ambiental eficientes principalmente envolvendo a população flutuante;</p> <p>Ausência de programas de incentivo e apoio à logística reversa;</p> <p>Risco de não renovação de contrato com terceiros para o gerenciamento dos resíduos sólidos;</p> <p>Negligência da gestão de Ativos Municipais resultando no fechamento do mesmo pelo Ministério Público Estadual;</p> <p>Inadecuada nos processos de contratação de serviços relacionados ao manejo de resíduos;</p>

Fonte: As autoras (2019).

Verifica-se que há uma proporção maior de elementos levantados para o ambiente interno quando comparados ao ambiente externo. Isto aponta o maior número de elementos controláveis por parte dos gestores públicos, facilitando a alteração do cenário atual para melhor, uma vez que as modificações dos fatores externos podem ser consequências das mudanças nos fatores internos.

5.2. Prognóstico

O item em questão contempla a definição de dois cenários futuros, dentro do horizonte de planejamento de 10 anos, considerando-se a análise SWOT realizada previamente. Para tal, iniciou-se essa etapa com as projeções populacional e de geração de resíduos domiciliares até o ano de 2030, possibilitando a proposição de cenários mais realistas.

5.2.1. Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos

Por meio dos dados de geração de RSU, fornecidos pela Prefeitura, e do número de habitantes referente ao ano de 2019, calculou-se a geração per capita total de resíduos, assim como das coletas regular e seletiva. Com a projeção populacional para os anos de

2020, 2025 e 2030, e a adoção dos fatores de escala mencionados no item 4.2.1 “*Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos*”, obteve-se a projeção de geração de resíduos no horizonte de 10 anos.

Os fatores de escala adotados para o cálculo da geração de resíduos nos anos citados estão presentes na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 - Fatores de escala adotados para a projeção da geração de resíduos

Geração per capita (kg/hab.dia)			
Ano	Rejeitos	Materiais passíveis de reciclagem	Total
2019	1,060	0,130	1,19
2020	1,065	0,135	1,20
2025	1,115	0,185	1,30
2030	1,165	0,235	1,40

Fonte: as Autoras (2020).

O Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (2014) indica uma geração média de resíduos sólidos urbanos per capita, para municípios com a população de 25.000 a 100.000 habitantes, de 0,8 kg/hab.dia. Comparando-se aos valores do município de Ilhabela, nota-se uma discordância relevante, justificada pelo fato de que o local em questão é uma estância turística e os meses de alta temporada fazem com que a média dessa geração seja significativamente maior.

A Tabela 5.9 apresenta a projeção de geração de resíduos sólidos urbanos para as coletas regular e seletiva, além do valor total.

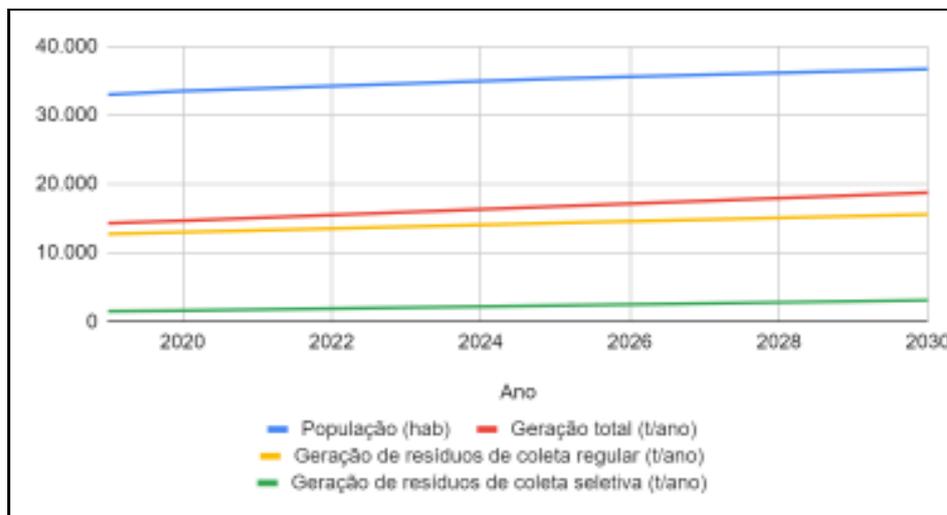
Tabela 5.9 - Projeção de geração de resíduos

Geração de Resíduos (t/ano)			
Ano	Coleta Regular	Coleta Seletiva de Resíduos Secos	Total
2019	12.755	1.564	14.320
2020	13.011	1.649	14.660
2025	14.352	2.381	16.733
2030	15.586	3.144	18.730

Fonte: as Autoras (2020).

Com os dados obtidos na Tabela 5.9, gerou-se ao gráfico representado pela Figura 5.34, buscando uma melhor visualização dos mesmos.

Figura 5.34 - Projeção populacional e de geração de resíduos sólidos urbanos



Fonte: as Autoras (2020).

É possível notar, a partir do gráfico, que a geração de resíduos é crescente ao longo do horizonte de 10 anos, acompanhando o crescimento populacional. Isso se explica pelo fato de que o intervalo de tempo em questão é considerado curto para a ocorrência de mudanças significativas nos fatores de escala de geração.

5.2.2. Definição de Cenários

A definição de cenários deu-se por meio de duas proposições. A primeira delas fundamenta-se na continuidade das ações já realizadas no município, sem novas iniciativas quanto à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, definindo, assim, o cenário tendencial. Por sua vez, a segunda proposição trata-se do desenvolvimento de um cenário no qual são estabelecidas ações e respectivas metas de implementação, visando melhorias na gestão e gerenciamento dos resíduos em questão, sendo este o cenário normativo.

Para cada cenário, levou-se em conta a divisão feita na matriz SWOT, de acordo com os ambientes interno e externo, e respectivos itens de reflexão.

Feitas estas considerações, apresentam-se a seguir, nos Quadros 5.7 e 5.8, os cenários tendencial e normativo para o setor de resíduos sólidos urbanos de Ilhabela.

Quadro 5.7 - Cenário Tendencial

CENÁRIO TENDENCIAL	
AMBIENTE INTERNO	AMBIENTE EXTERNO
<p>1. Legislação Municipal Grande parte das legislações ambientais existentes são ultrapassadas e continuarão não se adaptando à realidade do município;</p> <p>2. Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos</p> <p>2.1 Coleta Regular Continuidade da dependência da estação de transbordo devido à ausência de área local para disposição final dos resíduos; A coleta regular continua não atendendo 100% da população; Os resíduos passíveis de compostagem continuam sendo tratados como rejeitos;</p> <p>2.2 Coleta Seletiva Existência de um projeto para reforma do CTR e o estabelecimento de uma cooperativa de materiais recicláveis no local; A coleta seletiva continua não atendendo 100% da população e ocorre em horário diferente do estabelecido no PMGIRS; Os materiais acumulados na área do CTR foram totalmente retirados e destinados adequadamente; Ainda não há coleta seletiva de resíduos úmidos no município.</p> <p>2.3 Limpeza Urbana Continuidade das parcerias locais para transporte e destinação dos resíduos de poda e capina; Os resíduos de varrição não são segregados, e sim tratados como rejeito; Continuidade nos investimentos em educação ambiental da população e limpeza das vias públicas; Os resíduos acumulados no aterro foram retirados do local por completo;</p> <p>2.4 Outros A fiscalização do cumprimento do retorno de resíduos passíveis de logística reversa ainda é falha; Ausência de pontos de entrega voluntária, vinculados à prefeitura, para resíduos passíveis de logística reversa; As iniciativas de compostagem por parte da prefeitura atingem apenas algumas escolas municipais; Não há um fluxo de destinação de resíduos perigosos ou de responsabilidade do gerador; A área do aterro continua inutilizada;</p> <p>3. Perfil Administrativa Existência de iniciativas de educação ambiental, porém, ineficazes; Altos gastos com o transporte dos resíduos recicláveis, de poda e rejeitos ao continente; Insuficiência de funcionários capacitados; Descontinuidade de projetos devido à alternância entre gestões públicas; Continuidade da dependência de empresas terceirizadas; Existência de articulações entre as secretarias do município; Há pouca articulação entre os atores envolvidos na gestão dos resíduos;</p>	<p>1. Perfil Cultural A fonte geradora continua realizando a segregação de resíduos de forma inadequada, em áreas privadas e públicas; Maior descarte inadequado de resíduos em época de alta temporada; Desinteresse e desinformação por parte, principalmente, da população flutuante acerca do manejo dos resíduos; Estímulo da economia, em grande parte, pelo turismo;</p> <p>2. Perfil Territorial A população é majoritariamente urbana e de fácil acesso, viabilizando aplicação de técnicas de gestão de resíduos sólidos; Infraestrutura de saneamento básico continua ineficiente para o atendimento da população; Continuidade da ocorrência de ocupações ilegais em áreas de preservação; Ainda há necessidade do transbordo de resíduos; Permanência da dificuldade de acesso da coleta às comunidades locais e fornecimento de informações acerca do manejo dos resíduos; Limitação do acesso ao continente apenas por balça e transporte marítimo; Ainda não há o estabelecimento de um limite de quantidade de pessoas dentro da ilha; Ainda há cobrança de taxa para entrada e saída da ilha;</p> <p>3. Legislação e Normatização Existência de uma estrutura legal voltada à gestão de resíduos sólidos urbanos; porém ineficiente; Existência de burocracias que dificultam os processos de contratação de serviços relacionados ao manejo de resíduos;</p>

Fonte: as Autoras (2019).

Quadro 5.8 - Cenário Normativo

CENÁRIO NORMATIVO	
AMBIENTE INTERNO	AMBIENTE EXTERNO
<p>1. Legislação Municipal Adaptação das leis vigentes e criação de novas leis que considerem a atual realidade do município, em se tratando da gestão e do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos;</p> <p>2. Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos</p> <p>2.1 Coleta Regular Continuidade da dependência da estação de transbordo devido à ausência de área local para disposição final dos resíduos; Revisão e adequação da frequência e horários de coleta regular conforme trechos da ilha; Diminuição do volume de resíduos destinados à coleta regular; Adequação da área de transbordo; A pesagem dos resíduos continua sendo realizada; A coleta regular atende às demandas do município, incluindo as comunidades locais;</p> <p>2.2 Coleta Seletiva A coleta seletiva de resíduos secos abrange diferentes zonas do município (até as regiões de difícil acesso) e é realizada com frequência adequada; Há controle de pesagem dos materiais passíveis de reciclagem; Revisão e adequação da frequência e horários de coleta seletiva de resíduos secos conforme trechos da ilha; A coleta seletiva de resíduos secos atende às comunidades locais; A realocação da área do CTR está completa; Há uma cooperativa em pleno funcionamento no CTR; O percentual de resíduo encaminhado à coleta seletiva de resíduos secos foi reduzido;</p> <p>2.3 Limpeza Urbana Segregação dos resíduos em rejeitos, materiais passíveis de reciclagem e resíduos passíveis de compostagem; Continuidade de projetos de conscientização por meio de placas educativas em locais públicos; Estabelecimento e adequação de área local para a destinação final das pedras e capins; Resíduos de varrição continuam sendo tratados como rejeito;</p> <p>2.4 Outras Implementação de Postos de Entrega Voluntária para resíduos passíveis de logística reversa; Desenvolvimento e implementação de sistemas de compostagem que atendam grande parte do município, incluindo coleta seletiva de resíduos úmidos;</p> <p>3. Perfil Administrativa Adequação das iniciativas de educação ambiental para que atendam, com eficiência, as populações fixa e flutuante; Mudanças estruturais e contratação de mão de obra e/ou serviços especializados na gestão de resíduos sólidos; Continuidade da dependência de empresas terceirizadas;</p>	<p>1. Perfil Cultural Melhoria da segregação dos resíduos por parte da fonte geradora, tanto em residências, hotéis, pousadas, condomínios e estabelecimentos comerciais, quanto em locais públicos; Maior informação da população quanto ao manejo adequado dos resíduos sólidos urbanos;</p> <p>2. Perfil Territorial Ainda há necessidade do transbordo de rejeitos; A população é majoritariamente urbana e de fácil acesso, viabilizando aplicação de técnicas de gestão de resíduos sólidos; Infraestrutura de saneamento básico continua insuficiente para o atendimento da população; Continuidade da ocorrência de ocupações ilegais em áreas de preservação; Maior acessibilidade da coleta de resíduos nas comunidades locais e firmecimento de informações acerca do manejo dos mesmos; Limitação do acesso ao continente apenas por balsa e transporte marítimo; Ainda não há um limite estabelecido com relação ao número máximo de pessoas dentro da ilha; Ainda há cobrança de taxa para entrada e saída da ilha;</p> <p>3. Legislação e Normatização Melhoria na estrutura legal voltado à gestão de resíduos sólidos urbanos; Existência de burocracias que dificultam os processos de contratação de serviços relacionados ao manejo de resíduos;</p>

Fonte: as Autoras (2019).

Optou-se pela consideração do cenário normativo para o estabelecimento dos objetivos que passarão a nortear as proposições de metas e ações do presente trabalho.

5.2.3. Planejamento Estratégico

5.2.3.1. Objetivos e Metas

O objetivo geral a ser alcançado com o cenário normativo é a redução do volume de resíduos sólidos urbanos encaminhados ao transbordo e consequentes custos relacionados ao manejo dos mesmos.

Sendo assim, nesta etapa, dividiu-se o estabelecimento de objetivos específicos conforme os itens do cenário normativo, sendo eles Coleta Regular, Coleta Seletiva de Resíduos Secos, Limpeza Urbana, Logística Reversa, Compostagem e, por fim, Perfil Administrativo.

- I. Coleta Regular:** Readequação das etapas de manejo dos resíduos destinados à coleta regular;
- II. Coleta Seletiva de Resíduos Secos:** Readequação das etapas de manejo dos materiais passíveis de reciclagem destinados à coleta seletiva;
- III. Limpeza Urbana:** Promover melhorias nos processos de segregação e de destinação final dos resíduos de limpeza urbana;
- IV. Logística Reversa:** Viabilização e fiscalização da destinação adequada dos resíduos passíveis de logística reversa;
- V. Compostagem:** Desenvolvimento e implementação de sistemas de compostagem que atendam a grande parte do município;
- VI. Perfil Administrativo:** Adequação das iniciativas de educação ambiental para que atendam, com eficiência, as populações fixa e flutuante.

Para cada objetivo específico, elaboraram-se metas de curto, médio e longo prazo, respectivamente, de 3, 7 e 10 anos. Para isso, utilizou-se no método SMART, baseado em cinco fatores: específica (S), mensurável (M), atingível (A), relevante (R) e temporal (T). Os Quadros 5.9 a 5.14 a seguir contemplam os objetivos e metas levantados.

Quadro 5.9 - Metas para coleta regular

OBJETIVO	METAS		
	Curto (Até o 3º ano)	Médio (Até o 7º ano)	Longo (Até o 10º ano)
Readequação das etapas de manejo dos resíduos destinados à coleta regular	Reduzir em 15% a quantidade de materiais passíveis de reciclagem enviados ao transbordo, com base na última análise da composição gravimétrica realizada.	Reduzir em 30% a quantidade de materiais passíveis de reciclagem e em 10% de resíduos passíveis de compostagem enviados ao transbordo, com base na última análise da composição gravimétrica realizada.	Reduzir em 40% a quantidade de materiais passíveis de reciclagem e em 20% de resíduos passíveis de compostagem enviados ao transbordo, com base na última análise da composição gravimétrica realizada.
	Estruturar a frequência da coleta seletiva de resíduos secos de forma que não ocorra nos mesmos dias que as coletas regular e seletiva de resíduos úmidos.	Estruturar a frequência da coleta seletiva de resíduos secos de forma que não ocorra nos mesmos dias que as coletas regular e seletiva de resíduos úmidos.	Estruturar a frequência da coleta seletiva de resíduos secos de forma que não ocorra nos mesmos dias que as coletas regular e seletiva de resíduos úmidos.
	Abrangência de 100% da coleta regular na área urbana e desenvolvimento de projeto para maior alcance nas comunidades locais.	Abrangência de 100% da coleta regular na área urbana e aumento em 40% nas comunidades locais.	Abrangência de 100% da coleta regular na área urbana e aumento em 70% nas comunidades locais.
	Estruturar e implementar por completo projeto de readequação da estação de transbordo.	Manutenção e avaliação periódica da estação de transbordo.	Manutenção e avaliação periódica da estação de transbordo.
	Exigir que a empresa contratada faça a destinação ambientalmente adequada de 100% dos rejeitos transbordados.	Exigir que a empresa contratada faça a destinação ambientalmente adequada de 100% dos rejeitos transbordados.	Exigir que a empresa contratada faça a destinação ambientalmente adequada de 100% dos rejeitos transbordados.

Fonte: as Autoras (2019).

Quadro 5.10 - Metas para coleta seletiva de resíduos secos

OBJETIVO	METAS		
	Curto (Até o 3º ano)	Médio (Até o 7º ano)	Longo (Até o 10º ano)
Readequação das etapas de manejo dos materiais passíveis de reciclagem destinados à coleta seletiva	Aumentar em 15% a quantidade resíduos secos destinados à cooperativa de reciclagem.	Aumentar em 30% a quantidade de resíduos secos destinados à cooperativa de reciclagem.	Aumentar em 40% a quantidade de resíduos secos destinados à cooperativa de reciclagem.
	Estruturar a frequência da coleta seletiva de resíduos secos de forma que não ocorra nos mesmos dias que as coletas regular e seletiva de resíduos úmidos.	Estruturar a frequência da coleta seletiva de resíduos secos de forma que não ocorra nos mesmos dias que as coletas regular e seletiva de resíduos úmidos.	Estruturar a frequência da coleta seletiva de resíduos secos de forma que não ocorra nos mesmos dias que as coletas regular e seletiva de resíduos úmidos.
	Abrangência de 100% da coleta seletiva de resíduos secos na área urbana e desenvolvimento de projeto para alcance das comunidades locais.	Abrangência de 100% da coleta seletiva de resíduos secos na área urbana e 30% nas comunidades locais.	Abrangência de 100% da coleta seletiva de resíduos secos na área urbana e 50% nas comunidades locais.
	Reestruturação completa do CTR conforme demanda da cooperativa responsável pelo manejo dos materiais recicláveis.	Manutenção e avaliação periódica da estrutura da cooperativa.	Manutenção e avaliação periódica da estrutura da cooperativa.

Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.11 - Metas para resíduos de limpeza urbana

OBJETIVO	METAS		
	Curto (Até o 3º ano)	Médio (Até o 7º ano)	Longo (Até o 10º ano)
Promover melhorias nos processos de segregação, armazenamento e destinação final dos resíduos de limpeza urbana	Padronizar 30% dos pontos de armazenamento temporário de resíduos em praias, calçadas e demais locais públicos nas regiões central, norte e sul.	Padronizar 60% dos pontos de armazenamento temporário de resíduos em praias, calçadas e demais locais públicos nas regiões central, norte e sul.	Padronizar 100% dos pontos de armazenamento temporário de resíduos em praias, calçadas e demais locais públicos nas regiões central, norte e sul.
	Retirar 100% dos resíduos acumulados na área do antigo Aterro e estabelecer local para manejo de podas e capinas.	Realizar compostagem de 30% dos resíduos de poda e capina.	Realizar compostagem de 60% dos resíduos de poda e capina.

Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.12 - Metas para resíduos passíveis de logística reversa

OBJETIVO	METAS		
	Curto (Até o 3º ano)	Médio (Até o 7º ano)	Longo (Até o 10º ano)
Viabilização e fiscalização da destinação adequada dos resíduos passíveis de logística reversa	Estabelecer parceria formal com, no mínimo, 3 estabelecimentos localizados na região central, 2 na região norte e 1 na sul para armazenamento temporário de pilhas, baterias, lâmpadas, óleos e graxas.	Manutenção das parcerias nos estabelecimentos para armazenamento temporário de pilhas, baterias, lâmpadas, óleos e graxas.	Manutenção das parcerias nos estabelecimentos para armazenamento temporário de pilhas, baterias, lâmpadas, óleos e graxas.
	Estabelecer, no mínimo, 1 ponto de armazenamento temporário de pneus e eletroeletrônicos inservíveis.	Manutenção do(s) ponto(s) de armazenamento de pneus e eletroeletrônicos inservíveis.	Manutenção do(s) ponto(s) de armazenamento de pneus e eletroeletrônicos inservíveis.
	Garantir a coleta de resíduos passíveis de logística reversa com frequência de, no mínimo, 1 vez por trimestre.	Garantir a coleta de resíduos passíveis de logística reversa com frequência de, no mínimo, 1 vez por trimestre.	Garantir a coleta de resíduos passíveis de logística reversa com frequência de, no mínimo, 1 vez por trimestre.

Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.13 - Metas para compostagem

OBJETIVO	METAS		
	Curto (Até o 3º ano)	Médio (Até o 7º ano)	Longo (Até o 10º ano)
Desenvolvimento e implementação de sistemas de compostagem que atendam grande parte do município	Retirar 100% dos resíduos acumulados na área do antigo Aterro.	Implementar usina de compostagem e realizar projeto piloto para abrangência de 30% da área urbana com coleta seletiva de resíduos úmidos.	Abrangência de 50% da área urbana com coleta seletiva de resíduos úmidos.
	Estruturação de projeto para usina de compostagem e planejamento da logística da coleta seletiva de resíduos úmidos.	Reduzir em 10% a quantidade de resíduos passíveis de compostagem destinados ao transbordo, com base na última análise da composição gravimétrica realizada.	Reduzir em 20% a quantidade de resíduos passíveis de compostagem destinados ao transbordo, com base na última análise da composição gravimétrica realizada.

Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.14 - Metas para educação ambiental

OBJETIVO	METAS		
	Curto (Até o 3º ano)	Médio (Até o 7º ano)	Longo (Até o 10º ano)
Adequação das iniciativas de educação ambiental para que atendam, com eficiência, as populações fixa e flutuante	Realizar 2 campanhas educativas e de conscientização, por semestre, acerca da destinação de resíduos passíveis de logística reversa.	Realizar 2 campanhas educativas e de conscientização, por semestre, acerca da destinação de resíduos passíveis de logística reversa.	Realizar 2 campanhas educativas e de conscientização, por semestre, acerca da destinação de resíduos passíveis de logística reversa.
	Realizar 1 campanha educativa e 1 capacitação sobre a temática resíduos sólidos para funcionários públicos, por semestre.	Realizar 1 campanha educativa e 1 capacitação sobre a temática resíduos sólidos para funcionários públicos, por semestre.	Realizar 1 campanha educativa e 1 capacitação sobre a temática resíduos sólidos para funcionários públicos, por semestre.
	Realizar 1 campanha contínua, por ano, sobre a temática resíduos sólidos nas escolas públicas municipais.	Realizar 1 campanha contínua, por ano, sobre a temática resíduos sólidos nas escolas públicas municipais.	Realizar 1 campanha contínua, por ano, sobre a temática resíduos sólidos nas escolas públicas municipais.
	Divulgar, no mínimo, 1 informativo para cada tipologia de resíduo sólido urbano durante os meses de alta temporada (dezembro, janeiro, fevereiro e julho).	Divulgar, no mínimo, 1 informativo para cada tipologia de resíduo sólido urbano durante os meses de alta temporada.	Divulgar, no mínimo, 1 informativo para cada tipologia de resíduo sólido urbano durante os meses de alta temporada.
	Fornecer, no mínimo, 1 capacitação semestral sobre gestão de resíduos sólidos aos hotéis, pousadas e condomínios.	Fornecer, no mínimo, 1 capacitação semestral sobre gestão de resíduos sólidos aos hotéis, pousadas e condomínios.	Fornecer, no mínimo, 1 capacitação semestral sobre gestão de resíduos sólidos aos hotéis, pousadas e condomínios.

Fonte: as Autoras (2020).

5.2.3.2. Plano de Ação

Visando o alcance dos objetivos propostos anteriormente, assim como suas respectivas metas, elaborou-se o Plano de Ação. Este apresenta as ações voltadas para cada um dos objetivos traçados, presente nos Quadros 5.15 a 5.20 a seguir.

Quadro 5.15 - Plano de ação para coleta regular

Objetivo	Ação	Responsável	Prazo	Duração	Onde	Por quê	Como	Custo
Readequação das etapas de manejo dos resíduos destinados à coleta regular	Realizar análise da composição gravimétrica dos resíduos destinados à coleta regular a cada 4 anos	Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Curto	Pontual	Estação de Transbordo	Para verificar se houve aumento ou diminuição da proporção de materiais passíveis de reciclagem e compostagem destinados à coleta regular	Homogeneizar, separar, triar e pesar amostras de resíduos	Mobilização de equipe técnica, equipamentos de proteção, materiais e elaboração de relatórios
	Estipular novos horários e frequências para a realização da coleta regular, considerando a logística da coleta seletiva	Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos	Curto	Pontual	Sede da Prefeitura Municipal	Para evitar a possível mistura dos rejeitos com os demais tipos de resíduos	Realizar reunião de planejamento entre as Secretarias Municipais	Custos internos
	Realizar estudo para aumentar o alcance da coleta regular nas comunidades locais	Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos	Curto	Pontual	Comunidades locais	Para aumentar a proporção dos resíduos provenientes das comunidades locais que são destinados corretamente	Realizar diagnóstico sobre o manejo de resíduos sólidos nas comunidades locais e posterior plano de ação para que haja a coleta de maneira adequada	Mobilização de equipe técnica, visita às comunidades locais e elaboração de relatórios
	Aprimorar sistema de coleta regular nas comunidades locais, a partir do estudo realizado	Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos	Médio	Contínuo	Comunidades locais	Para aumentar a proporção dos resíduos provenientes das comunidades locais que são destinados corretamente	Executar plano de ação elaborado anteriormente conforme os prazos estipulados	-
	Desenvolver novo layout e implementar projeto de readequação da estação de transbordo	Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos	Curto	Pontual	Área do antigo Aterro	Para reduzir o impacto nas áreas ao entorno do antigo Aterro e otimizar o processo de abastecimento dos veículos de transferência	Selecionar equipe, criar layout, aprovar e executar projeto	Custos de recursos humanos, equipamentos e materiais de construção
	Fiscalizar o cumprimento dos contratos para prestação de serviços de transbordo e disposição final dos rejeitos	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Gestão Financeira	Curto	Contínuo	Sede da Prefeitura Municipal	Para garantir que os rejeitos estão sendo destinados adequadamente, de acordo com as normas vigentes	Cobrar da empresa contratada a apresentação de relatórios periodicamente	Custos internos

Fonte: as Autoras (2020)

Quadro 5.16 - Plano de ação para coleta seletiva de resíduos secos

Objetivo	Ação	Responsável	Prazo	Duração	Onde	Por quê	Como	Custo
Readequação das etapas de manejo dos materiais passíveis de reciclagem destinados à coleta seletiva	Estipular novos horários e frequências para a realização da coleta seletiva de resíduos secos, considerando as logísticas das coletas regular e de resíduos úmidos	Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos	Curto	Pontual	Sede da Prefeitura Municipal	Para evitar a possível mistura dos materiais passíveis de reciclagem com os demais tipos de resíduos	Realizar reunião de planejamento entre as Secretarias Municipais	Custos internos
	Levantar, periodicamente, demandas provenientes da cooperativa (equipamentos, espaço físico, recursos humanos)	Secretaria Municipal do Meio Ambiente	Médio	Continua	Cooperativa de Materiais Recicláveis	Para contribuir na otimização das etapas de manejo dos materiais passíveis de reciclagem	Fazer reuniões periódicas entre a Prefeitura Municipal e os responsáveis da cooperativa	Custos internos
	Realizar estudo para criação de um sistema de coleta seletiva de resíduos secos nas comunidades locais	Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos	Curto	Pontual	Comunidades locais	Para que os materiais passíveis de reciclagem provenientes das comunidades locais sejam coletados separadamente e destinados à cooperativa	Realizar diagnóstico sobre o manejo de resíduos sólidos nas comunidades locais e posterior plano de ação para que haja a coleta seletiva	Mobilização de equipe técnica, visita às comunidades locais e elaboração de relatórios
	Implementar sistema de coleta seletiva de resíduos secos nas comunidades locais, a partir do estudo realizado	Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos	Médio	Contínuo	Comunidades locais	Para aumentar a proporção dos resíduos provenientes das comunidades locais que são destinados corretamente	Executar plano de ação elaborado anteriormente conforme os prazos estipulados	-
	Seleção de cooperativa e implementação de projeto de readequação do CTR	Secretaria Municipal do Meio Ambiente	Curto	Pontual	Cooperativa de Materiais Recicláveis	Para garantir que o processo de reciclagem dos materiais provenientes da coleta seletiva de resíduos secos seja realizado adequadamente	Entrar em contato com potenciais cooperativas e desenvolver layout de acordo com a demanda da mesma	Custos internos

Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.17 - Plano de ação para resíduos de limpeza urbana

Objetivo	Ação	Responsável	Prazo	Duração	Onde	Por quê	Como	Custo
Promover melhorias nos processos de segregação, armazenamento e destinação final dos resíduos de limpeza urbana	Adotar 3 lixeiras para cada ponto de armazenamento temporário de resíduos, sendo elas: rejeito, reciclável e compostável	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação	Médio	Pontual	Regiões central, norte e sul do município	Para que os resíduos gerados em locais públicos sejam segregados, armazenados e destinados de acordo com as suas tipologias	Selecionar e priorizar locais de instalação	Compra e instalação de lixeiras
	Realizar manutenção periódica das lixeiras públicas	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação	Curto	Contínua	Regiões central, norte e sul do município	Para garantir uma infraestrutura que contribua para uma melhor segregação e armazenamento dos resíduos gerados em locais públicos	Fiscalizar periodicamente os locais de armazenamento temporário e realizar a manutenção desses conforme demanda	Equipe de fiscalização e compra de materiais para manutenção
	Adotar placas informativas e educativas sobre segregação dos resíduos nos pontos de armazenamento temporário	Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Educação e Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação	Curto	Pontual	Regiões central, norte e sul do município	Para conscientizar a população e garantir o descarte adequado dos resíduos	Desenvolver materiais para a divulgação de informações sobre o manejo adequado dos resíduos	Elaboração, impressão dos materiais e instalação das placas
	Construir estrutura para recebimento, triagem e processamento de podas e capinas	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação	Curto	Pontual	Área do antigo Aterro	Para que não haja a necessidade do transbordo dos resíduos de poda e capina e para que esses possam ser compostados	Realizar levantamento e seleção de tecnologia mais adequada às condições do município, criar layout, realizar licenciamento e executar projeto	Custos de licenciamento, recursos humanos, equipamentos e materiais de construção
	Compostar os resíduos de podas e capinas	Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Médio	Contínua	Usina de Compostagem	Para que haja a reciclagem do material	Segregar parte do material que é possível de compostagem e destiná-la à usina de compostagem	Recursos humanos e equipamentos

Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.18 - Plano de ação para resíduos passíveis de logística reversa

Objetivo	Ação	Responsável	Prazo	Duração	Onde	Por quê	Como	Custo
Viabilização e fiscalização da destinação adequada dos resíduos passíveis de logística reversa	Formalizar parcerias com os estabelecimentos que atualmente realizam o armazenamento temporário de pilhas, baterias, lâmpadas e óleos	Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Curto	Pontual	Regiões central, norte e sul do município	Para proporcionar um sistema de logística reversa otimizado e em conjunto com a Prefeitura Municipal	Entrar em contato com os estabelecimentos e com a população e consolidar parcerias	Mobilizações até os estabelecimentos
	Procurar potenciais novas parcerias para o armazenamento de pilhas, baterias, lâmpadas e óleos, em casos de demanda	Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Curto	Pontual	Regiões central, norte e sul do município	Para aumentar o alcance do sistema de logística reversa	Entrar em contato com os estabelecimentos e com a população e realizar um estudo de locais estratégicos para o armazenamento temporário desses resíduos	Mobilizações até os estabelecimentos
	Aplicar o sistema de logística reversa em pneus inservíveis	Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Curto	Pontual	-	Para inserção de pneus inservíveis no sistema de logística reversa	Realizar um estudo e selecionar local(is) estratégico(s) para o armazenamento temporário de pneus inservíveis	Mobilização de pessoa(s) até os locais potenciais
	Informar a população sobre o manejo adequado dos resíduos passíveis de logística reversa	Entidades gestoras dos sistemas de logística reversa existentes, Indústrias, Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços	Curto	Contínua	Residências, condomínios, hotéis, pousadas, escolas e estabelecimentos comerciais	Para garantir o correto funcionamento do sistema de logística reversa	Desenvolver materiais para a divulgação de informações sobre manejo adequado dos resíduos, como armazená-los, pontos de entrega voluntária, etc.	Contratação de mídia e/ou meios de divulgação e elaboração e impressão de materiais informativos
	Institucionalizar iniciativas independentes de logística reversa no município	Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Curto	Contínua	Regiões central, norte e sul do município	Para ampliar a visibilidade e reconhecimento das iniciativas independentes	Estabelecer acordos de divulgação e suporte das atividades realizadas	Custos internos
	Fiscalizar o cumprimento dos contratos dos prestadores dos serviços de coleta e destinação final de resíduos passíveis de logística reversa	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Gestão Financeira	Curto	Contínua	Sede da Prefeitura Municipal	Para garantir que os resíduos estão sendo destinados adequadamente, de acordo com as normas vigentes	Cobrar da empresa contratada a apresentação de relatórios periodicamente	Custos internos

Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.19 - Plano de ação para compostagem

Objetivo	Ação	Responsável	Prazo	Duração	Onde	Por quê	Como	Custo
Desenvolvimento e implementação de sistemas de compostagem que atendam grande parte do município	Retirar materiais acumulados na área do antigo Aterro	Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Curto	Pontual	Área do antigo Aterro	Para atender à legislação e disponibilizar espaço para implementação de projeto de compostagem	Dar continuidade ao programa Carona Legal	Custos do programa
	Realizar estudo de viabilidade técnica e econômica para implementação do processo de tratamento dos resíduos passíveis de compostagem	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação	Curto	Pontual	Área do antigo Aterro	Para que se escolha a alternativa tecnológica mais adequada que atenda às características do município	Realizar pesquisas sobre tecnologias disponíveis e verificar viabilidade de implementação das mesmas	Contratação de equipe técnica/consultoria
	Definir e implementar alternativa de tratamento de resíduos passíveis de compostagem	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação	Médio	Pontual	Área do antigo Aterro	Para realizar a reciclagem desse resíduo e consequentemente diminuir os custos com o transbordo	Selecionar tecnologia mais adequada, criar layout, licenciar e executar projeto	Custos de licenciamento, recursos humanos, equipamentos e materiais de construção
	Fomentar a compostagem descentralizada por meio de iniciativas em domicílios e condomínios residenciais	Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Curto	Contínua	Residências, condomínios, escolas e estabelecimentos comerciais	Para realizar o reaproveitamento desse resíduo e consequentemente diminuir os custos com o transbordo	Desenvolver materiais para a divulgação de informações sobre manejo adequado dos resíduos, realizar doações de minhocários ou composteiras e eventos públicos de capacitação e construção dos mesmos	Contratação de mídia e/ou meios de divulgação, elaboração e impressão de materiais informativos, planejamento e realização de eventos
	Definir e implementar logística de coleta seletiva de resíduos úmidos	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Obras e Habitação	Médio	Pontual	Regiões central, norte e sul do município	Para garantir que os resíduos passíveis de compostagem sejam coletados separadamente dos rejeitos e, dessa forma, possam ser reaproveitados	Estabelecer diretrizes para o armazenamento adequado e divulgar rotas e horários de coleta	-
	Realizar campanhas educativas sobre a segregação e manejo dos materiais passíveis de compostagem	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Educação	Médio	Contínua	Residências, condomínios, hotéis, pousadas, escolas e estabelecimentos comerciais	Para conscientizar a população e garantir o descarte adequado dos resíduos	Desenvolver materiais para a divulgação de informações sobre os dias e horários de coleta, manejo adequado dos resíduos, como armazená-los, etc.	Contratação de mídia e/ou meios de divulgação, elaboração e impressão de materiais informativos

Fonte: as Autoras (2020)

Quadro 5.20 - Plano de ação para educação ambiental

Objetivo	Ação	Responsável	Prazo	Duração	Onde	Por quê	Como	Custo
Adequação das iniciativas de educação ambiental para que atendam, com eficiência, as populações fixa e flutuante	Estabelecer canais de comunicação social com a população (redes sociais, <i>email</i> , <i>whatsapp</i>), pelos quais podem ser tiradas dúvidas e dadas sugestões sobre os serviços de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos no município	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria de Serviços Urbanos	Curto	Contínua	Sede da Prefeitura Municipal	Para aumentar a transparência e facilitar o diálogo entre poder público e população	Criar e divulgar o(s) canal(is), estipular responsável pelo contato e frequência de respostas	Custos internos
	Elaborar um calendário semestral com as datas e temáticas das campanhas a serem implementadas no município	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Educação	Curto	Contínua	Sede da Prefeitura Municipal	Para garantir que as campanhas sejam realizadas em frequência adequada e que os responsáveis possam se planejar com antecedência	Definir frequência e datas conforme as metas estipuladas	Custos internos
	Elaborar um calendário anual com as datas e temáticas das campanhas educativas e capacitações a serem realizadas com os funcionários públicos	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Educação	Curto	Contínua	Sede da Prefeitura Municipal	Para garantir a realização das atividades propostas em frequência adequada	Definir frequência e datas conforme as metas estipuladas	Custos internos
	Estudar e implementar metodologia para atingir a população flutuante de maneira eficiente	Secretaria Municipal de Meio Ambiente	Médio	Contínua	Sede da Prefeitura Municipal, áreas urbanas e praias	Para conscientizar a população acerca do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e, consequentemente, reduzir a geração e manejo inadequado dos resíduos em alta temporada	Analisar estudos de caso em outros municípios, adequar iniciativas conforme as demandas municipais, elaborar plano de ação e implementar metodologia mais adequada	Custos internos

Fonte: as Autoras (2020).

As 33 ações propostas foram desenvolvidas por meio da metodologia 5W2H, além da estipulação da duração das mesmas, podendo essa ser pontual ou contínua.

A utilização da classificação “Custos internos” refere-se às ações que envolvem a estrutura e recursos humanos já existentes e, portanto, não necessitam da compra de equipamentos, produtos ou da contratação de serviço por parte do poder público municipal. Por outro lado, nas ações as quais são necessárias terceirizações de serviços, não se estimaram os custos, uma vez os responsáveis por essas ações deverão assumi-los.

5.2.3.3. Indicadores de Desempenho

Visando avaliar a eficácia da execução e cumprimento do plano de ação desenvolvido, foram criados indicadores de desempenho, de acordo com os objetivos propostos no planejamento estratégico. Enfatiza-se que os indicadores que apresentam os respectivos códigos indicados entre parêntesis foram retirados e adaptados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2018).

Dessa forma, a aplicação dos indicadores auxiliará a Prefeitura Municipal de Ilhabela na transparência e controle dos serviços, incluindo a verificação constante da qualidade e satisfação da sua execução.

Ressalta-se que a sugestão de indicadores e respectiva periodicidade, bem como os responsáveis pela sua aferição, podem ser alterados conforme necessidade e levando em consideração as possibilidades operacionais da prefeitura.

Os Quadros 5.21 a 5.26 apresentam a proposição dos indicadores de desempenho.

Quadro 5.21 - Indicadores de desempenho para coleta regular

Objetivo	Indicadores de Desempenho Operacional				
	Título	Descrição	Fórmula	Periodicidade	Responsabilidade
Readequação das etapas de manejo dos resíduos destinados à coleta regular	Taxa de resíduos recicláveis presentes entre os resíduos sólidos urbanos enviados ao transbordo ¹	TRR_T = taxa de resíduos recicláveis enviados ao transbordo; Q_{RCT} = quantidade de materiais recicláveis enviadas ao transbordo (t/ano); Q_{RT} = quantidade total de resíduos enviados ao transbordo (t/ano).	$TRR_T = \frac{Q_{RCT} \times 100}{Q_{RT}}$	A cada 4 anos	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
	Taxa da cobertura da coleta regular na área urbana do município (IN016)	TCR_U = Taxa da cobertura da coleta regular na área urbana do município; PCR_U = população atendida pela coleta regular na área urbana (hab); P_{TU} = população total urbana do município (hab).	$TCR_U = \frac{PCR_U \times 100}{P_{TU}}$	A cada 3 anos	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos
	Taxa da cobertura da coleta regular nas comunidades locais (IN016)	TCR_{CL} = Taxa da cobertura da coleta regular nas comunidades locais; PCR_{CL} = população de comunidades locais atendida pela coleta regular (hab); P_{TCL} = população total das comunidades locais do município (hab).	$TCR_{CL} = \frac{PCR_{CL} \times 100}{P_{TCL}}$	A cada 2 anos a partir do 4º ano	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos
	Distância percorrida por tonelada coletada ²	DPT = Distância percorrida por tonelada coletada (km/t); DPC = Distância percorrida na coleta de resíduos (km/ano); $QtRSU$ = quantidade total de resíduos coletados (t/ano);	$DPT = \frac{DPC}{QtRSU}$	Anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos

¹Adaptado de FIPAI (2019); ²Adaptado de RUSSO (2019).

Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.22 - Indicadores de desempenho para coleta seletiva de resíduos secos

Objetivo	Indicadores de Desempenho Operacional				
	Título	Descrição	Fórmula	Periodicidade	Responsabilidade
Readequação das etapas de manejo dos resíduos destinados à coleta seletiva de resíduos secos	Taxa da cobertura da coleta seletiva de resíduos secos na área urbana do município (IN030)	TCS_U =Taxa da cobertura da coleta seletiva de resíduos secos na área urbana do município; PCS_U =população atendida pela coleta seletiva de resíduos secos na área urbana (hab); P_{TU} =população total urbana do município (hab).	$TCS_U = \frac{PCS_U \times 100}{P_{TU}}$	A cada 3 anos	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos
	Taxa da cobertura da coleta seletiva de resíduos secos nas comunidades locais (IN030)	TCS_{CL} =Taxa da cobertura da coleta seletiva de resíduos secos nas comunidades locais do município; PCS_{CL} =população atendida pela coleta seletiva de resíduos secos nas comunidades locais (hab); P_{TCL} = população total das comunidades locais do município (hab).	$TCS_{CL} = \frac{PCS_{CL} \times 100}{P_{TCL}}$	A cada 2 anos a partir do 4º ano	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos
	Taxa de rejeitos presentes entre os resíduos passíveis de reciclagem enviados à cooperativa	TRJ_C =taxa de rejeitos presentes entre os resíduos passíveis de reciclagem enviados à cooperativa; Q_{RJC} =quantidade de rejeitos enviados à cooperativa (t/ano); Q_{MC} =quantidade total de materiais passíveis de reciclagem enviados à cooperativa (t/ano).	$TRJ_C = \frac{Q_{RJC} \times 100}{Q_{MC}}$	Anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
	Manutenção de infraestrutura e equipamentos da cooperativa de reciclagem	T_{PM} =Taxa de cumprimento do plano de manutenção; I_R =intervenção realizadas; I_P =intervenção planejadas.	$T_{PM} = \frac{I_R \times 100}{I_P}$	Anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
	Índice de adesão à coleta seletiva ²	IA_{CS} =Índice de adesão à coleta seletiva; PA_{CS} =população que aderiu à coleta seletiva (hab); P_T =população total (hab).	$IA_{CS} = \frac{PA_{CS} \times 100}{P_T}$	Anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente

²Adaptado de RUSSO (2019). Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.23 - Indicadores de desempenho para resíduos de limpeza urbana

Objetivo	Indicadores de Desempenho Operacional				
	Título	Descrição	Fórmula	Periodicidade	Responsabilidade
Promover melhorias nos processos de segregação, armazenamento e destinação final dos resíduos de limpeza urbana	Taxa de eficiência da segregação de resíduos de limpeza urbana - vistorias presenciais	T_{RLU} =Taxa de eficiência da segregação de resíduos de limpeza urbana; V_P =número de visitas realizadas com avaliação positiva; V_T =número total de visitas realizadas.	$T_{RLU} = \frac{V_P \times 100}{V_T}$	Visitas a cada 2 meses; Cálculo do índice anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos
	Taxa de manutenção dos pontos de armazenamento temporário de resíduos em áreas públicas	I_{PM} =Taxa de cumprimento do plano de manutenção; I_R = intervenções realizadas; I_P =intervenções planejadas.	$T_{PM} = \frac{I_R \times 100}{I_P}$	Anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
	Taxa do total de resíduos de poda e capina que é enviada para compostagem ¹	$TRPC_C$ = Taxa do total de resíduos de poda e capina que é enviada para compostagem; Q_{RPC} =quantidade de resíduos de poda e capina enviada para compostagem (t/ano); Q_{TPC} =quantidade total de poda e capina (t/ano).	$TRPC_C = \frac{Q_{RPC} \times 100}{Q_{TPC}}$	Anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente

¹Adaptado de FIPAI (2019).

Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.24 - Indicadores de desempenho para resíduos passíveis de logística reversa

Objetivo	Indicadores de Desempenho Operacional				
	Título	Descrição	Fórmula	Periodicidade	Responsabilidade
Viabilização e fiscalização da destinação adequada dos resíduos passíveis de logística reversa	Taxa de parcerias para armazenamento temporário de pilhas, baterias, lâmpadas, óleos e graxas	T_{PLR} = Taxa de parcerias para armazenamento temporário de pilhas, baterias, lâmpadas, óleos e graxas; Q_P = quantidade de parcerias realizadas; *número idealizado de parcerias.	$T_{PLR} = \frac{Q_P \times 100}{6 *}$	Anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
	Índice de coleta de resíduos passíveis de logística reversa	I_{CRPLR} = Índice de coleta de resíduos passíveis de logística reversa; Q_{CRLR} = quantidade de coletas de resíduos passíveis de logística reversa realizadas.	$I_{CRPLR} = \frac{Q_{CRLR}}{\text{trimestre}} \geq 1$	Trimestral	Secretaria Municipal de Meio Ambiente

Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.25 - Indicadores de desempenho para compostagem

Objetivo	Indicadores de Desempenho Operacional				
	Título	Descrição	Fórmula	Periodicidade	Responsabilidade
Desenvolvimento e implementação de sistemas de compostagem que atendam grande parte do município	Taxa de resíduos passíveis de compostagem presentes entre os resíduos sólidos urbanos enviados ao transbordo	TRC_T = taxa de resíduos passíveis de compostagem presentes entre os resíduos sólidos urbanos enviados ao transbordo; Q_{RC} = quantidade de resíduos passíveis de compostagem (t/ano); Q_{RT} = quantidade total de resíduos enviados ao transbordo (t/ano).	$TRC_T = \frac{Q_{RC} \times 100}{Q_{RT}}$	A cada 4 anos	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
	Taxa da cobertura da coleta seletiva de resíduos úmidos na área urbana do município	TCD_U = Taxa da cobertura da coleta seletiva de resíduos úmidos na área urbana do município; PCD_{UU} = população atendida pela coleta seletiva de resíduos úmidos na área urbana (hab); P_{TU} = população total urbana do município (hab).	$TCD_U = \frac{PCD_U \times 100}{P_{TU}}$	Anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Serviços Urbanos
	Índice de adesão à coleta seletiva de resíduos úmidos ²	IA_{CSU} = Índice de adesão à coleta seletiva de resíduos úmidos; PA_{CSU} = população que aderiu à coleta seletiva de resíduos úmidos (hab); P_T = população total (hab).	$IA_{CSU} = \frac{PA_{CSU} \times 100}{P_T}$	Anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente

²Adaptado de RUSSO (2019). Fonte: as Autoras (2020).

Quadro 5.26 - Indicadores de desempenho para educação ambiental

Objetivo	Indicadores de Desempenho Operacional				
	Título	Descrição	Fórmula	Periodicidade	Responsabilidade
Adequação das iniciativas de educação ambiental para que atendam, com eficiência, as populações fixa e flutuante	Índice de realização de campanhas educativas para população	I_{CEP} = Índice de realização de campanhas educativas para população; Q_{CE} = quantidade de campanhas educativas realizadas.	$I_{CEP} = \frac{Q_{CE}}{\text{semestre}} \geq 2$	Semestral	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Educação
	Índice de realização de campanhas educativas em escolas públicas	I_{CEEP} = Índice de realização de campanhas educativas em escolas públicas; Q_{CE} = quantidade de campanhas educativas realizadas.	$I_{CEEP} = \frac{Q_{CE}}{\text{ano}} \geq 1$	Anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Educação
	Índice de realização de campanhas educativas para funcionários públicos	I_{CEFP} = Índice de realização de campanhas educativas para funcionários públicos; Q_{CE} = quantidade de campanhas educativas realizadas.	$I_{CEFP} = \frac{Q_{CE}}{\text{semestre}} \geq 1$	Semestral	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Educação
	Índice de realização de capacitações para funcionários públicos	I_{CAFP} = Índice de realização de capacitações para funcionários públicos; Q_{CA} = quantidade de capacitações realizadas.	$I_{CAFP} = \frac{Q_{CA}}{\text{semestre}} \geq 1$	Semestral	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Educação
	Índice de realização de capacitações para hotéis e pousadas	I_{CAHP} = Índice de realização de capacitações para hotéis e pousadas; Q_{CA} = quantidade de capacitações realizadas.	$I_{CAHP} = \frac{Q_{CA}}{\text{semestre}} \geq 1$	Semestral	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Educação
	Índice de divulgação de material informativo por tipologia de resíduo sólido urbano	I_{MI} = Índice de divulgação de material informativo por tipologia de resíduo sólido urbano; Q_{MI} = quantidade de materiais informativos divulgados por tipologia de resíduo sólido urbano.	$I_{MI} = \frac{Q_{MI}}{\text{ano}} \geq 4$	Anual	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Secretaria Municipal de Educação

Fonte: as Autoras (2020).

Os resultados obtidos com a aplicação dos indicadores sugeridos deverão ser conservados para que se possam acompanhar os avanços no atendimento às diretrizes propostas, possibilitando a verificação e consolidação dos resultados planejados em concordância com as metas estabelecidas no Plano de Ação.

5.2.3.4. Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos para o Cenário Normativo

Para a projeção da geração de resíduos no cenário normativo, utilizaram-se como base os mesmos valores de geração total calculados no item 5.2.1 “*Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos*”, uma vez que esses valores não serão alterados.

Em seguida, calculou-se a média do percentual gravimétrico a partir dos dados da última gravimetria, realizada em 2013. Os valores obtidos encontram-se na Tabela 5.10.

Tabela 5.10 - Composição gravimétrica média dos resíduos provenientes da coleta regular em 2013

Tipologia de Resíduo	Percentual Gravimétrico Médio
Passíveis de compostagem	38%
Passíveis de reciclagem	35%
Rejeitos	26%

Fonte: as Autoras (2020).

De acordo com a composição gravimétrica vista na tabela, foi possível estimar os valores de geração de resíduos de cada tipologia, em toneladas por mês, para os anos de 2023, 2027 e 2030, considerando o cenário tendencial. Esses valores podem ser verificados na Tabela 5.11.

Tabela 5.11 - Composição gravimétrica de resíduos de coleta regular no cenário tendencial

Composição gravimétrica da coleta regular (t/mês)				
Ano	Passíveis de Compostagem	Passíveis de Reciclagem	Rejeitos	Total
2023	440	405	301	1.158
2027	472	435	323	1.242
2030	494	455	338	1.299

Fonte: as Autoras (2020).

Vale ressaltar que no cenário tendencial não há redução das porcentagens de resíduos passíveis de compostagem e reciclagem que são destinados à coleta regular.

Em seguida, para o cenário normativo, foram aplicadas as metas de alteração de quantidade desses resíduos obtendo-se os resultados apresentados na Tabela 5.12.

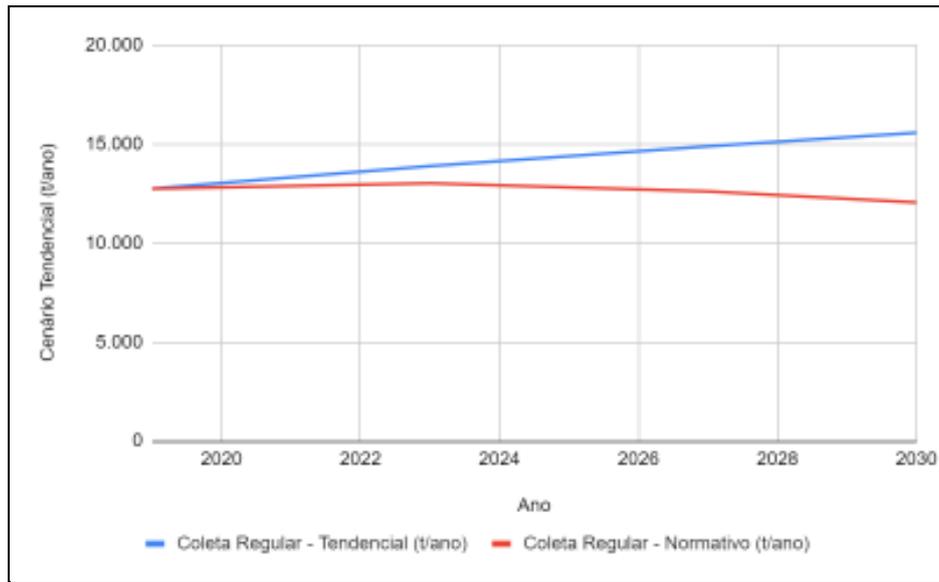
Tabela 5.12 - Composição gravimétrica dos resíduos de coleta regular para o cenário normativo

Composição gravimétrica da coleta regular (t/mês)					
Ano	Meta de Redução	Passíveis de Compostagem	Passíveis de Reciclagem	Rejeitos	Total
2023	Reduzir em 15% os materiais passíveis de reciclagem enviados ao transbordo.	440	345	301	1.086
2027	Reduzir em 30% os materiais passíveis de reciclagem e 10% os resíduos passíveis de compostagem enviados ao transbordo.	425	304	323	1.052
2030	Reduzir em 40% os materiais passíveis de reciclagem e 20% os resíduos passíveis de compostagem enviados ao transbordo.	395	273	338	1.005

Fonte: as Autoras (2020).

A partir dos valores de geração de resíduos destinados à coleta regular nos cenários tendencial e normativo, gerou-se o gráfico representado pela Figura 5.35, com o intuito de trazer uma melhor visualização das mudanças que ocorrerão ao longo do tempo.

Figura 5.35 - Quantidade de resíduos destinados à coleta regular nos cenários tendencial e normativo



Fonte: as Autoras (2020).

Observando-se a Tabela 5.12, é possível notar que a diferença entre os valores de geração de resíduos passíveis de reciclagem provenientes da coleta regular, dos cenários tendencial e normativo, nos respectivos prazos, representa a quantidade desse material que será acrescentada ao montante de materiais destinados à coleta seletiva de resíduos secos. Esses valores podem ser observados na Tabela 5.13.

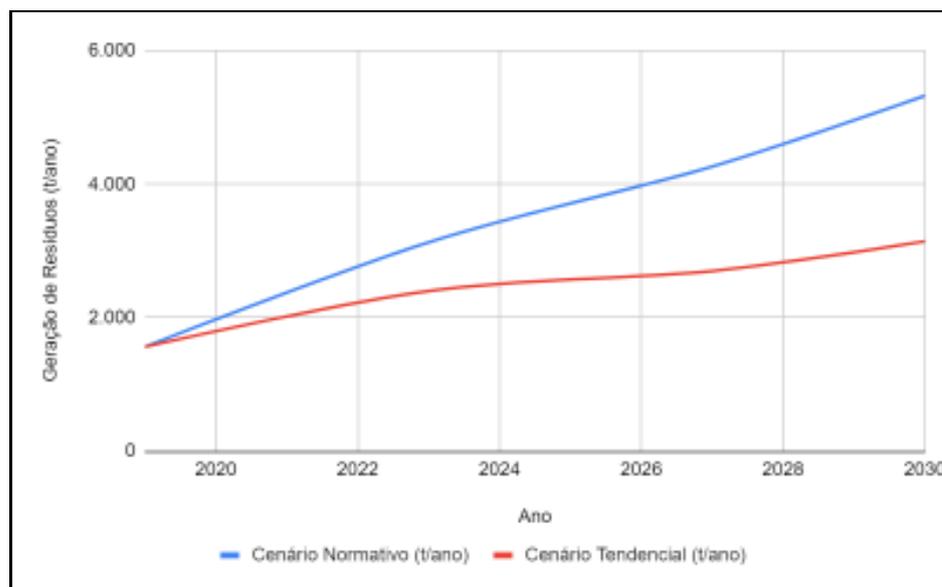
Tabela 5.13 - Geração de materiais destinados à coleta seletiva de resíduos secos no cenário normativo

Ano	Total de materiais passíveis de reciclagem (t/mês) - Cenário Tendencial	Material proveniente da coleta regular (t/mês)	Total de materiais passíveis de reciclagem (t/mês) - Cenário Normativo
2023	200	61	261
2027	225	130	355
2030	262	182	444

Fonte: as Autoras.

A partir dos valores totais de materiais destinados à coleta seletiva de resíduos secos mostrados na Tabela 5.13, gerou-se o gráfico representado pela Figura 5.36 objetivando-se ilustrar a geração anual, ao longo do horizonte de projeto, desses resíduos.

Figura 5.36 - Quantidade de materiais passíveis de reciclagem destinados à coleta seletiva nos cenários tendencial e normativo

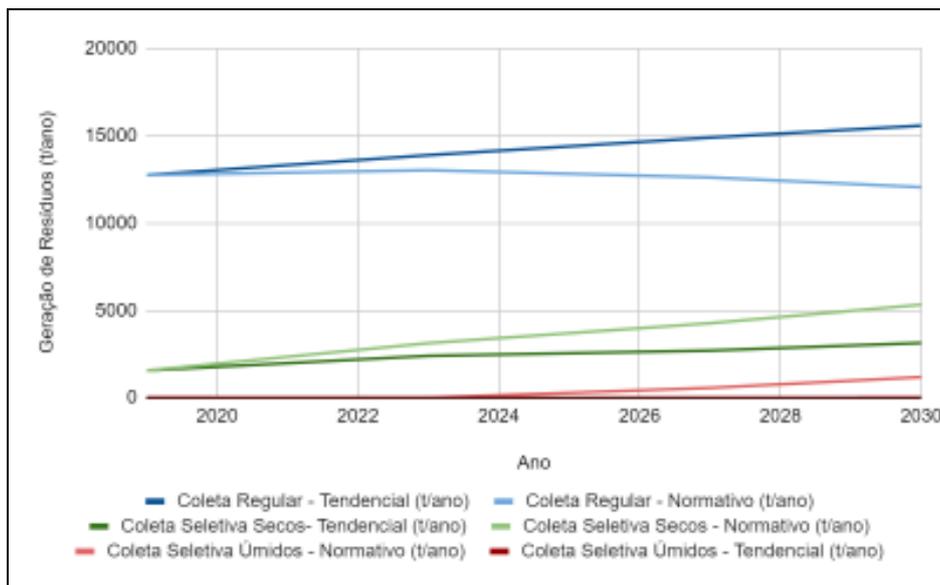


Fonte: as Autoras.

A quantidade total de materiais passíveis de reciclagem obtida para os respectivos anos será utilizada, posteriormente, para a estimativa de custos da Prefeitura com o serviço de coleta seletiva, para o cenário normativo.

Por fim, por meio do gráfico representado pela Figura 5.37, tem-se a comparação entre as gerações de resíduos das coletas regular e seletiva, para os dois cenários estudados, juntamente à geração de resíduos passíveis de compostagem, presente somente no cenário normativo.

Figura 5.37 - Comparação entre as quantidades de resíduos das coletas regular, seletiva de úmidos e de secos para os cenários tendencial e normativo



Fonte: as Autoras (2020).

É possível visualizar que, ao longo dos anos, a diferença da quantidade de geração de resíduos entre os cenários torna-se cada vez mais significativa. Uma vez que o horizonte do projeto conta com apenas 10 anos, vale ressaltar que, em períodos de tempo mais longos, essa diferença terá ainda maior impacto, trazendo benefícios não apenas ambientais, mas também econômicos, de acordo com a análise feita a seguir.

5.2.3.5. Análise Econômica

Tendo em vista as metas e ações propostas no plano de ação, buscou-se a garantia de que essas trouxessem, além de benefícios ambientais, a redução dos gastos envolvidos no gerenciamento dos RSU.

Assim, por meio dos dados financeiros retirados dos contratos dos prestadores de serviços ligados aos RSU em vigor, além dos valores das projeções de geração de resíduos obtidos nos itens 5.2.1. “*Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos*” e 5.2.3.4. “*Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos para o Cenário Normativo*”, foi possível estimar os gastos com os serviços prestados nos cenários tendencial e normativo, dentro dos prazos do horizonte de projeto. Com relação à coleta dos resíduos passíveis de compostagem, essa foi considerada como um tipo de coleta seletiva e, por isso, seus custos foram calculados com base no contrato da Electra Serviços de Infraestrutura Urbana LTDA.

A Tabela 5.14 apresenta os custos referentes aos serviços prestados durante o ano de 2019, pelas empresas Electra Serviços de Infraestrutura Urbana LTDA e Beta Ambiental LTDA.

Tabela 5.14 - Levantamento dos gastos municipais com a contratação dos serviços de coletas seletiva e regular de resíduos sólidos urbanos

Prestador	Serviço Prestado	Valor médio unitário (R\$/t)
Electra Serviços de Infraestrutura Urbana LTDA (Contrato N°065/2019)	Coleta seletiva de resíduos recicláveis em todo o município de Ilhabela, incluindo transporte, veículos, equipamentos, materiais e mão de obra	R\$334,59
Beta Ambiental LTDA (Contrato N°227/2019)	Coleta de resíduos domiciliares úmidos (orgânicos), incluindo transporte, veículos, equipamentos, materiais e mão de obra	R\$300,09

Fonte: as Autoras (2020).

Conforme o custo referente ao serviço prestado pela Beta Ambiental LTDA, estimaram-se, para cada prazo, os gastos anuais em cada cenário e consequente balanço econômico quando implementadas as ações do cenário normativo. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 5.15.

Tabela 5.15 - Estimativa de gastos anuais com o manejo dos resíduos de coleta regular e comparação entre os cenários tendencial e normativo

Ano	Cenário Tendencial		Cenário Normativo		Economia
	Geração (t/ano)	Custo	Geração (t/ano)	Custo	
2023	13.900	R\$ 4.171.251,00	13.031	R\$ 3.910.547,81	R\$ 260.703,19
2027	14.900	R\$ 4.471.341,00	12.620	R\$ 3.787.225,83	R\$ 684.115,17
2030	15.586	R\$ 4.677.202,74	12.064	R\$ 3.620.154,92	R\$ 1.057.047,82

Fonte: as Autoras (2020).

Vale ressaltar que não foram consideradas alterações no valor do serviço realizado para a coleta e transbordo dos resíduos ao longo do horizonte de projeto. No entanto, os valores podem se alterar de acordo com a situação econômica em cada ano.

Ademais, nota-se que o cenário normativo traz consigo uma economia relevante, desde o curto prazo, e que aumenta significativamente ao longo dos anos.

Quanto à coleta seletiva de resíduos secos, de acordo com o custo referente ao serviço prestado pela Electra Serviços de Infraestrutura Urbana LTDA, vide Tabela 5.14, estimou-se, para cada prazo, os gastos anuais em cada cenário. Os valores obtidos estão dispostos na Tabela 5.16.

Tabela 5.16 - Estimativa de gastos anuais com coleta seletiva de resíduos secos e comparação entre os cenários tendencial e normativo

Ano	Cenário Tendencial		Cenário Normativo		Acréscimo
	Geração (t/ano)	Custo	Geração (t/ano)	Custo	
2023	2.400	R\$ 803.016,00	3.130	R\$ 1.047.183,05	R\$ 244.167,05
2027	2.700	R\$ 903.393,00	4.265	R\$ 1.426.859,06	R\$ 523.466,06
2030	3.144	R\$ 1.051.950,96	5.326	R\$ 1.782.039,72	R\$ 730.088,76

Nota das Autoras: Não foram consideradas alterações no valor do serviço realizado para a coleta e transbordo dos resíduos ao longo do horizonte de projeto.

Fonte: as Autoras (2020).

Uma vez que a quantidade de resíduos passíveis de reciclagem destinados à coleta seletiva sofrerá um aumento decorrente das melhorias na segregação de resíduos pela fonte geradora, observa-se que no cenário normativo haverá um acréscimo do valor desembolsado pela Prefeitura para o serviço de coleta.

Por fim, com relação à coleta seletiva de resíduos úmidos, considerou-se que o serviço prestado, assim como seu custo de operação, será equivalente à coleta seletiva de resíduos secos. Dessa forma, a Electra Serviços de Infraestrutura Urbana LTDA será responsável pelo serviço de coleta.

A partir dos valores de geração de resíduos passíveis de compostagem, obtidos por meio da diferença entre as quantidades desse material presentes na coleta regular dos cenários tendencial e normativo, vide Tabelas 5.11 e 5.12, estimou-se, para cada prazo, os gastos anuais em cada cenário. Esses valores podem ser verificados na Tabela 5.17.

Tabela 5.17 - Estimativa de gastos anuais com coleta seletiva de resíduos úmidos e comparação entre os cenários tendencial e normativo

Ano	Cenário Tendencial		Cenário Normativo		Acréscimo
	Geração (t/ano)	Custo	Geração (t/ano)	Custo	
2023	0	R\$ 0,00	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
2027	0	R\$ 0,00	556	R\$ 169.910,96	R\$ 169.910,96
2030	0	R\$ 0,00	1.185	R\$ 355.467,41	R\$ 355.467,41

Nota das Autoras: Não foram consideradas alterações no valor do serviço realizado para a coleta e transbordo dos resíduos ao longo do horizonte de projeto.

Fonte: as Autoras (2020).

Nota-se que, apesar do acréscimo no desembolso a ser efetuado pela Prefeitura com a coleta seletiva de resíduos úmidos, a quantidade de resíduos que antes era destinada ao transbordo e, posteriormente, ao aterro sanitário será reduzida significativamente.

5.2.3.5.1. Balanço Econômico Final

Com a estimativa de custos para cada tipo de coleta, para ambos os cenários, tem-se o custo final da gestão de resíduos sólidos urbanos. Os valores finais podem ser verificados na Tabela 5.18.

Tabela 5.18 – Custos totais da gestão de resíduos sólidos urbanos nos cenários tendencial e normativo

Ano	Cenário Tendencial	Cenário Normativo
2019	R\$ 4.134.488,71	-
2023	R\$ 4.947.708,00	R\$ 4.931.409,80
2027	R\$ 5.705.874,00	R\$ 5.714.057,60
2030	R\$ 6.379.898,55	R\$ 6.395.773,27

Nota das Autoras: Não foram consideradas alterações no valor do serviço realizado para a coleta e transbordo dos resíduos ao longo do horizonte de projeto.

Fonte: as Autoras (2020).

Por meio da diferença entre os valores de economia e acréscimo dos respectivos serviços prestados pela Beta Ambiental LTDA e Electra Serviços de Infraestrutura Urbana LTDA, foi possível obter o balanço econômico final. Os valores obtidos estão dispostos na Tabela 5.19.

Tabela 5.19 - Balanço Econômico Final

Ano	Economia com a Coleta Regular	Acréscimo com a Coleta Seletiva de Resíduos Secos	Acréscimo com a Coleta Seletiva de Resíduos Úmidos	Balanço Econômico Final
2023	R\$ 260.703,19	R\$ 244.167,05	R\$ 0,00	R\$16.298,21
2027	R\$ 684.115,17	R\$ 523.466,06	R\$ 169.910,96	- R\$8.183,60
2030	R\$ 1.057.047,82	R\$ 730.088,76	R\$ 355.467,41	- R\$15.874,72

Nota das Autoras: Não foram consideradas alterações no valor do serviço realizado para a coleta e transbordo dos resíduos ao longo do horizonte de projeto.

Fonte: as Autoras (2020).

Nota-se que, a curto prazo, o balanço econômico final é positivo, visto que ainda não há o acréscimo com o serviço de coleta seletiva de resíduos úmidos. A médio prazo, por conta das metas de diminuição de resíduos passíveis de compostagem e materiais passíveis de reciclagem aplicadas no sistema regular e pela implementação da nova coleta, há um pequeno acréscimo, de aproximadamente 0,15%, no valor orçamentário dos serviços de gestão e gerenciamento de resíduos municipais. Isso se repete para o ano de 2030, visto que a quantidade de resíduos úmidos e secos coletados aumenta significativamente. Dessa forma, observa-se um acréscimo orçamentário de 0,26%, mostrando-se, ainda, pouco significativo quando comparado ao desembolso total feito pela Prefeitura com os serviços em questão.

Por fim, é importante ressaltar que, uma coleta seletiva de resíduos úmidos efetiva requer certamente dedicação e investimentos por parte, tanto da população quanto do poder público municipal. Entretanto, os custos com essa coleta, assim como os gastos relativos à informação e sensibilização da população, podem ser compensados por economias no tratamento e disposição dos resíduos sólidos (MASSUKADO, 2008).

6. CONCLUSÕES

O estudo possibilitou o levantamento de informações relevantes para a gestão municipal dos resíduos sólidos urbanos e permitiu a projeção de um cenário tendencial, ou seja, aquele no qual a situação atual se estende num intervalo de tempo de 10 anos e, com isso, possibilitou a comparação deste com o cenário almejado, seguindo-se as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A PNRS estabelece a ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, sendo: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e rejeito. Por meio do diagnóstico realizado, observou-se que a implementação do PMGIRS elaborado em 2013 não foi devidamente realizada, o que possivelmente trouxe maiores desafios à gestão de resíduos sólidos atual. Dessa forma, sabendo-se que o manejo de resíduos sólidos urbanos no município não é feito da maneira mais adequada, desrespeitando a ordem de prioridade citada, elaborou-se o cenário normativo.

Comparando-se o cenário tendencial ao normativo, é possível observar uma redução significativa da quantidade de resíduos sólidos que são enviados ao transbordo e, posteriormente ao aterro sanitário. Se o cenário normativo for implementado seguindo-se as ações desenvolvidas no plano de ação, com relação à coleta regular, haverá uma redução de 1.299 toneladas por mês para 1.005 toneladas por mês, ou seja, 23%. Isso significa que estão deixando de ser encaminhadas ao transbordo, por ano, 3.522 toneladas de resíduos.

Ainda, com relação aos materiais passíveis de reciclagem e compostagem, haverá um aumento das quantidades coletadas, decorrente da separação correta pela fonte geradora, de 2.182 toneladas e 1.185 toneladas por ano, respectivamente. Ou seja, 3.367 toneladas de resíduos deixam de ser dispostas no aterro sanitário anualmente, resultando no alcance do objetivo geral proposto no presente trabalho.

Quanto aos custos envolvidos com os serviços de coleta e transporte dos resíduos estudados, observou-se que os valores desembolsados no cenário normativo, continuam muito próximos aos valores do cenário tendencial. A redução significativa das quantidades de resíduos destinadas ao transbordo traz como consequência a redução dos custos referentes à coleta regular. No entanto, há um acréscimo nos custos da coleta seletiva, decorrente do aumento da quantidade de resíduos secos coletados, assim como da implementação da coleta seletiva dos resíduos úmidos.

Por fim, para que haja uma gestão eficiente dos resíduos sólidos no município, o comprometimento dos diversos setores da sociedade se faz indispensável. O poder público municipal deve trabalhar em conjunto com a sociedade, por meio da conscientização da mesma acerca da importância do manejo adequado dos resíduos e consequentes impactos ambientais, sociais e econômicos. Portanto, as ações propostas no âmbito da educação ambiental são essenciais para o alcance do cenário pretendido com o trabalho.

7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como forma de complementar e dar continuidade a essa e outras pesquisas futuras, sugere-se:

- Desenvolver projeto piloto de unidades descentralizadas de resíduos (compostagem, ecopontos, centrais de triagem, etc.);
- Abordar outras tipologias de resíduos do município (RCC, RSS, etc.);
- Desenvolver projeto de otimização para os processos realizados pelo Centro de Reciclagem (desenvolvimento de layouts, processos produtivos, etc.);
- Aprofundar o estudo do manejo de resíduos especificamente para as comunidades locais;
- Realizar a avaliação econômica das demais etapas de tratamento dos resíduos sólidos urbanos (compostagem e reciclagem).

REFERÊNCIAS

(ABNT), ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.235:** Armazenamento de resíduos sólidos perigosos - Procedimento. Rio de Janeiro, 1992. 14 p. Disponível em: <http://www.lacen.saude.pr.gov.br/arquivos/File/Qualidade_e_Bios/Armazenamento_residuos_solidos_perigosos_ABNT_NBR_12235_1992.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2020.

AMARAL, Ana Karina. **Prefeito visita Estação de Transbordo de Parnamirim.** 2017. Disponível em: <https://parnamirim.rn.gov.br/newsItem.jsp?p=7102>. Acesso em: 23 mar. 2020.

André Luiz Fernandes Simas (Org.). Plano de resíduos sólidos do estado de São Paulo. São Paulo: Cetesb, 2014. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br>>. Acesso em: 05 jun. 2019.

ANDREOLI, C. V. **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final.** 282 p. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: RiMa, ABES, 2001.

ARAÚJO, R. M. S. **Estudo comparativo de processos de gaseificação para resíduos sólidos urbanos.** 62p. Dissertação - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

ARRUDA, Guilherme. **Entenda a diferença entre acondicionamento e armazenamento de resíduos.** 2018. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.vgresiduos.com.br/blog/entenda-a-diferenca-entre-acondicionamento-e-armazenamento-de-residuo/&ved=2ahUKEwjg7c7vpYDkAhUBKrkGHZ5kDiQQFjAGegQIBBAC&usg=AOvVaw0iWm7AEd8POJWI0M3osO0B&cshid=1565715691101>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi et al. **Logística ambiental: de resíduos sólidos.** São Paulo: Atlas S.A., 2011. 250 p.

BASU, P. **Biomass Gasification, Pyrolysis, and Torrefaction Practical Design and Theory.** 2. ed. Oxford: Academic Press, 2013.

BATISTA, G. L. A. S. **Proposta de um modelo sustentável de gerenciamento integrado de resíduos sólidos para a cidade de Soledade na Paraíba.** 2017. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

BRASIL. Fundação Florestal (Org.). **Parque Estadual de Ilhabela: Plano de Manejo.** Ilhabela, 2015. 1 v.

BRASIL (Estado). **Resolução Conama 001/86 de 23.01.86.** Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 23 out. 2020.

BRASIL (Estado). Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001. **Conama 275**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

BRASIL (Estado). **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. 2007. Legislação Federal. 1. ed. Brasília, BR. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 19 mar. 2020.

BRASIL (Estado). **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial de União, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Seção 1, p.3.

BRASIL (Estado). **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Legislação Federal. Brasília, BR. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 23 mar. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Coleta Seletiva**. Data provável [2016a?]. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento.html>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. 2011. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Reciclagem**. Data provável [2016b?]. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informma/item/7656-reciclagem>>. Acesso em: 14 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Transparência e Controladoria-geral da União. Governo Federal. **RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO POR ÁREA DE GESTÃO Nº 9 RESÍDUOS SÓLIDOS**. Brasília, 2017. 76 p. Disponível em: <<https://auditoria.cgu.gov.br/download/9805.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

BRASIL, Nações Unidas do. **No Brasil, 80 mil toneladas de resíduos sólidos são descartadas de forma inadequada por dia, afirma ONU**. 2016. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/no-brasil-80-mil-toneladas-de-residuos-solidos-sao-descartados-de-forma-inadequada-afirma-onu/>>.

CABRAL, Adilson. Entrevista concedida. Secretaria de Meio Ambiente, Prefeitura de Guarujá, 09 jun. 2015.

CARVALHO, Carolina. **Gestão de Resíduos: Não deixe seus lucros irem para o lixo**. 2018. Disponível em: <<https://certificacaoiso.com.br/gestao-de-residuos-nao-deixe-seus-lucros-irem-para-o-lixo/>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

CASARIN, Daiane Schwanz. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos no município de Morro Redondo/RS**. 2013. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2013/10/TCC_DAIANE-CASARIN.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2020.

CASAROTTO, C. **Análise SWOT ou Matriz F.O.F.A: entenda o conceito e como colocá-lo em prática**. Rock Content, 2018. Disponível em: <<https://marketingdeconteudo.com/como-fazer-uma-analise-swot/>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

CASEMIRO, Poliana. **Ilhabela coleta 43% do esgoto produzido e enfrenta crise no saneamento**. 27 de janeiro de 2019. Vale do Paraíba e Região. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/noticia/2019/01/27/ilhabela-coleta-de- apenas-43-do- esgoto-produzido-e-enfrenta- crise-no-saneamento. ghtml>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(CEMPRE), COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Guia da Coleta Seletiva de lixo**. 2. ed. São Paulo: Cempre, 2014.

(CEMPRE), COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Política Nacional de Resíduos Sólidos - Agora é Lei: novos desafios para poder público, empresas, catadores e população**. São Paulo: Cempre, 2013. Disponível em: <<http://cempre.org.br/download.php?arq=b18xOTVhNmVmYzIxanYyMWxyb3JlZWc0MzFwYTBhLnBkZg==>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

CEMPRE, COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 4. ed. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica Ltda., 2018. 374 p. Disponível em: <http://cempre.org.br/upload/Lixo_Municipal_2018.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2020.

DAVID, A. C. **Secagem Térmica de Lodos de Esgoto. Determinação da Umidade de Equilíbrio**. 163 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Constituição (2019). **Portaria Interministerial Nº 274**. 83. ed. n. 57, Seção 1. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-interministerial-n%C2%BA-274-de-30-de-abril-de-2019-86235505>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

DINIZ, T. de D. **Mapeamento Geológico-Geotécnico do Núcleo Urbano Central do Município de Ilhabela-SP**. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.

ESCOBAR, Herton. Prefeitura de Ilhabela propõe transformar praias do Bonete e Castelhanos em áreas urbanas. **O Estadão**. Ilhabela. 06 jul. 2013. Disponível em: <<https://ciencia.estadao.com.br/blogs/herton-escobar/prefeitura-de-ilhabela-propoe-transformar-praias-do-bonete-e-castelhanos-em-areas-urbanas/>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

(ENGAJ), Engenharia Ambiental Júnior. **Diagnóstico Ambiental do Aterro Municipal de Ithabela-SP**. 2019. Relatório Técnico. São Carlos - SP.

(FADE), Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco. Grupo de Resíduos Sólidos - UFPE. **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Pesquisa científica. Dezembro, 2013.

(FDTE), Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia. **Projeto Aterro Água Branca**. 2019. Relatório Técnico. São Paulo - SP.

FERNANDEZ, Jaqueline Aparecida Bória. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Relatório de Pesquisa. 2012. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7669/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2012.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2020.

FELIPE, Luiz. **Ithabela vive momento histórico com a apresentação do Plano Municipal de Saneamento Básico à população: Audiência pública no auditório do Paço Municipal teve grande participação popular**. Da Reportagem. São Paulo. Gazeta de São Paulo. Ithabela, p. 1-1. 13 set. 2019. Disponível em: <<https://www.gazetasp.com.br/litoral/56108-ilhabela-vive-momento-historico-com-a-apresentacao-do-plano-municipal-de-saneamento-basico-a-populacao>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(FIESP), Federação Das Indústrias De São Paulo (São Paulo). **Resíduos Sólidos**. 2019. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/temas-ambientais/ver-todos/residuos-solidos/>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(FIPAI), Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Carlos-SP**. São Carlos, 2019. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/files/PMGIRS.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2020.

GOUVEIA, Nelson. **Resíduos Sólidos Urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. Ciência e Saúde Coletiva, São Paulo, v. 17, n. 6, p.1503-1510, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n6/v17n6a14.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

(IBAM), Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(IBAMA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Roteiro Metodológico de Planejamento: Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica**. Brasília: Edições Ibama, 2002. 136 p. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/sites/uc/files/2019-04/roteiroplanomanejo.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(IBGE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama: Território e Meio Ambiente.** 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ilhabela/panorama>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(IBGE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama: População.** 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ilhabela/panorama>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(IBGE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama: Economia.** 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ilhabela/panorama>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

ILHABELA (Município). Constituição (2002). **Lei nº 156, de 2002.** Institui O Novo Código Tributário do Município da Estância Balneária de Ilhabela e Dá Outras Providências. Ilhabela, SP. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/sp/i/ilhabela/lei-ordinaria/2002/15/156/lei-ordinaria-n-156-2002-institui-o-novo-codigo-tributario-do-municipio-da-estancia-balnearia-de-ilhabela-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

ILHABELA, Prefeitura Municipal de. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. 2013.** Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2017/05/ilhabela.pdf>> Acesso em: 19 mar. 2020.

ILHABELA, Prefeitura Municipal de. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Ilhabela. 2013.** Disponível em: <<https://www.ilhabela.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/10/plano-municipal-de-saneamento-de-ilhabela.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

INSTITUTO PÓLIS. **Resumo Executivo de Ilhabela.** 2012. Disponível em: <<http://litoralsustentavel.org.br/wp-content/uploads/2013/09/Resumo-Executivo-Ilhabela-Litoral-Sustentavel.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(IPEA), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos no país vão para reciclagem.** 25 de janeiro de 2017. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296>. Acesso em: 19 mar. 2020.

JUNIOR, A.T. **Análise do aproveitamento energético do biogás produzido numa estação de tratamento de esgoto.** 151 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/88894>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

LEITE, B. C. **Tratamento de resíduos urbanos com aproveitamento energético: avaliação econômica entre as tecnologias de digestão anaeróbia e incineração.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Energia - Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-28032017-134502/pt-br.php>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

LEITE, Paulo R. **Canais de Distribuição Reversos– 8a Parte**. Revista Tecnológica, Ano VI, No 61, 2000.

LISBÔA, Maria da Graça Portela; GODOY, Leoni Pentiado. **APLICAÇÃO DO MÉTODO 5W2H NO PROCESSO PRODUTIVO DO PRODUTO: A JOIA**. Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial, Florianópolis, p.36-38, 28 maio 2012.

(LOGA), Logística Ambiental de São Paulo. **A importância logística e ambiental de um transbordo de resíduos**. 2017. Disponível em: <<https://www.loga.com.br/content.asp?CP=LOGA&cod=1212>> Acesso em: 19 mar. 2020.

MACHADO, Gleyson. **Tratamento de Resíduos Sólidos: O que é Tratamento de Resíduos Sólidos?**. 2013. Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/tratamento-de-residuos-solidos/>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

MACHADO, Gleysson B. **Tratamento de lixo com tecnologia de Plasma**. 2014. Disponível em: <<http://www.cursonegocios.com.br/tratamento-de-lixo-com-tecnologia-de-plasma/>>. Acesso em: 21 ago. 2019.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. 2008. 182 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Shs, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2008.

MCCREADIE, Karen. **A Arte da Guerra SUN TZU: uma interpretação em 52 ideias brilhantes**: 1. ed. São Paulo: Globo, 2008.

MELO, T. F. **Gestão de Resíduos Sólidos: um estudo sobre grupos de influência no Município de Piracicaba - SP**. 2012. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia Aplicada, Departamento de Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, 2012.

MIWA, Giovanna; XAVIER, Leonardo. **A ferramenta de gestão 5W2H**. Blog da JR. ENG - UNESP Guaratinguetá. 02 de agosto de 2019. Disponível em: <<https://www.jreng.net/single-post/2019/08/02/A-ferramenta-de-gest%C3%A3o-5W2H>> Acesso em: 19 mar. 2020.

(MNCR), Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. **Sobre o Movimento**. 2015. Disponível em: <<http://www.mncr.org.br/sobre-o-mncr>> Acesso em 19 mar. 2020.

MUNDI. **Ilhabela, a maior reserva de mata atlântica do planeta**. 2012. Disponível em: <<https://blog.mundi.com.br/2013/01/16/ilhabela-maior-reserva-de-mata-atlantica-planeta/>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

NEATHERY, J. Thermal Conversion of Biomass to Liquids Fuels and Chemicals. Lexington: RSC Publisher, 2010.

NUNES, Rodrigo Rodrigues. **Transbordo de resíduos sólidos**. Revista Pensar Engenharia, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p.1-18, jan. 2015. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/ARTIGO_Esta%C3%A7%C3%A3o-de-transbordo.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2020.

PORTELLA, Márcio Oliveira ; RIBEIRO, José Cláudio Oliveira. **Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos**. Revista Direito Ambiental e Sociedade, Caxias do Sul, Rs, p.115-134. 2014. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/3687/2110>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

ROCHA, J; PEREZ, J; CORTEZ, L. **Aspectos teóricos e práticos da pirólise da biomassa**. Núcleo interdisciplinar de planejamento energético, Universidade Estadual de Campinas NIPE-UNICAMP, 2004.

RODRIGUES, Jorge Nascimento; et al. **50 Gurus Para o Século XXI**. 1. ed. Lisboa: Centro Atlântico.PT, 2005.

RUSSO, M, Coordenador. **“PGIRS do Município de Marituba, PA”**. Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Prefeitura Municipal de Marituba, Pará 2019.

(SABESP), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Plano Diretor De Saneamento Básico dos municípios do Litoral Norte**. 2011.

(SABESP), Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Município: Ilhabela**. Data provável [2019?]. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Municipio.aspx?secaoId=18&id=504>>. Acesso em 23 mar. 2020.

SÃO PAULO. Prefeitura de São Paulo. Secretaria Municipal das Subprefeituras. **Aterros sanitários e transbordos**. 2019. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/aterros_e_transbordos/index.php?p=4633>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(SEADE), Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo**. 2019. Disponível em: <<https://www.seade.gov.br/>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(SEBRAE), Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Ferramenta 5W2H**. 2018. Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/5W2H.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

SCHALCH, Valdir. **Notas de Aula**. Data provável [2018?]. 193 slides, color.

SHS CONSULTORIA, E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA. (Brasil). Prefeitura Municipal de Sorocaba (Org.). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Sorocaba**. São Carlos, Sp: [s.i.], 2014. 238 p. Disponível em: <www.sorocaba.sp.gov.br/anexos>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(SNIS), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos** – 2017. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2017>> Acesso em: 19 mar. 2020..

SOUZA, Gláucia Cardoso de; GUADAGNIN, Mário Ricardo. **Caracterização Quantitativa e Qualitativa dos Resíduos Sólidos Domiciliares: o Método de Quarteamento na Definição da Composição Gravimétrica em Cocal do Sul - SC.** 2009. Disponível em: <[http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1372/1/Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos.pdf](http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1372/1/Caracterização%20quantitativa%20e%20qualitativa%20dos%20resíduos.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2020.

SOUZA, Luciana Oliveira Alves de. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS.** 2017. Disponível em: <[https://www.enap.gov.br/documentos/a%C3%A7%C3%B5es_e_programas/PGRS_EN AP_R2_-_FINAL.pdf](https://www.enap.gov.br/documentos/a%C3%A7%C3%B5es_e_programas/PGRS_EN_AP_R2_-_FINAL.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2020.

TAGUCHI, R. L. **Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares com uso do Balanced Scorecard.** 2010. 180f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração de Organizações, Departamento de Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, 2010.

(UERJ), UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Tecnologia de Plasma.** 2011. Disponível em: <<http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2016/12/Artigo-%E2%80%93-%E2%80%9CTeconologia-Plasma%E2%80%9D-%E2%80%93UERJ.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

(UFJF), Universidade Federal de Juiz de Fora. Engenharia Sanitária e Ambiental. **Aterro Sanitário. Notas de Aula.** 2012. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/AS-_Aula-9.pdf> Acesso em: 19 mar. 2020.

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (Brasil). Prefeitura de Ilhabela. **Diagnóstico serviço de esgotamento sanitário: Ilhabela.** Universidade Mackenzie, 2019a. 70 slides, color. Disponível em: <https://www.ilhabela.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/PMSB_Ilhabela_Diagno%CC%81stico_SES_Final.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2020.

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE (Brasil). Prefeitura de Ilhabela. **Diagnóstico serviço de abastecimento de água.** Ilhabela: Universidade Mackenzie, 2019b. 48 slides, color. Disponível em: <https://www.ilhabela.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/PMSB_Ilhabela_Diagno%cc%81stico_SAA_Final.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2020

USSIER, M. A. C. **Avaliação dos resíduos domiciliares do município de Poços de Caldas (MG), visando adequação junto à Política Nacional.** Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2014.