

AGEM

AGÊNCIA
METROPOLITANA
DA BAIXADA
SANTISTA



gestão integrada
de resíduos sólidos

ipt

INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS

Implementação de Ações do Plano Regional da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista | PRGIRS/BS

Resíduos Sólidos Urbanos



Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística | Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação | Secretaria de Ciência e Tecnologia

S **SÃO PAULO**
GOVERNO DO ESTADO

COND **SB**
CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO
DA REGIÃO METROPOLITANA
DA BAIXADA SANTISTA



CBH - BBS
comitê da bacia
hidrográfica
da baixada
santista

IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES DO PLANO REGIONAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA BAIXADA SANTISTA - RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA – AGEM

Diretor Executivo – Vagner Bernardo Maria
Diretor Administrativo – George Charles Balthazar Junior
Diretor-Adjunto Técnico – Thiago Bianconi Wiggert

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DA BAIXADA SANTISTA – CBH-BS

FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – FEHIDRO

AGENTE TÉCNICO – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. – IPT

Diretora Presidente – Liedí Legi Bariani Bernucci
Diretor Financeiro e Administrativo – Flávia Gutierrez Motta
Diretor de Estratégia e Relações Institucionais – Fabrício Araujo Mirandola
Diretor de Operações – Adriano Marim de Oliveira
Diretora de Novos Negócios, Inovação e IPT OPEN – Claudia Caparelli

CIDADES INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE – CIMA

SEÇÃO DE INVESTIGAÇÕES, RISCOS E GERENCIAMENTO AMBIENTAL – SIRGA

SEÇÃO DE PLANEJAMENTO, RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E FLORESTAS - SPRSF

NÚCLEO DE SUSTENTABILIDADE E BAIXO CARBONO – NUSCARBON

COORDENADORES

Letícia dos Santos Macedo (IPT)
Thiago Bianconi Wiggert (AGEM)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Implementação de ações do Plano Regional de
Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da
Baixada Santista [livro eletrônico] :
PRGIRS/BS : resíduos sólidos urbanos /
coordenadores Letícia dos Santos Macedo,
Thiago Bianconi Wiggert. -- São Paulo :
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do
Estado de São Paulo : Agência Metropolitana
da Baixada Santista - Agem, 2024. --
(IPT Publicação ; 3055)
PDF

Vários autores.
Vários colaboradores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-5702-023-4

1. Administração municipal - Brasil 2. Baixada
Santista - São Paulo, Litoral 3. Gestão ambiental
4. Resíduos sólidos 5. Resíduos sólidos - Aspectos
ambientais - Administração I. Macedo, Letícia dos
Santos. II. Wiggert, Thiago Bianconi. III. Série.

24-192099 CDD-352.16

Índices para catálogo sistemático:

1. Resíduos sólidos urbanos : Problemas ambientais :
Administração pública 352.16

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

Projeto Gráfico e direção de arte:

Augusto Max Colin

Diagramação:

Marina Onoda

Revisão de referências e citações bibliográficas

Edna Gubitoso

CONDESB - Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Baixada Santista

Presidente: Prefeito de Mongaguá - Márcio Melo Gomes

Vice: Subsecretário de Assuntos Metropolitanos, da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Habitação - José Police Neto

Câmara Temática de Meio Ambiente (Comitê Gestor do PRGIRS/BS)

Marcos Libório – Santos - Coordenador

Halan Clemente –Cubatão

Fernando Poyatos – Bertioga

Antônio Lopes da Silva – Guarujá

Cesinha Ferreira - Itanhaém

Pâmella Costa de Moraes – Mongaguá

Eduardo Monteiro Ribas – Peruíbe

Paulo Eduardo dos Santos Martins – Praia Grande

Flávia Ramacciotti Cesar de Oliveira – São Vicente

EQUIPE AGEM

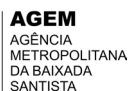
Vagner Bernardo Maria
George Charles Balthazar Junior
Thiago Bianconi Wiggert
Ricardo Lucca Molin
Shirley Aparecida Jacob
Marisa Simões de Sales Ribeiro
Francisco Carlos Pereira Silva
Agenor Rosas Ferreira
André Luiz Sodré
Nicole Satiko Kunigami
Roberto Sampaio de Negreiros Junior
Renan Carvalheira de Oliveira

EQUIPE IPT/FIPT

Ademar Hakuo Ushima
Aline Ribeiro
Aroldo Ribeiro da Silva
Camila Camolesi Guimarães
Cláudia Echevengua Teixeira
Cláudia Zveibel Toporovski Rebelo (FIPT)
Emanoele dos Santos Rosa Bezerra
Fábio Fernandes de Oliveira
Fernanda Peixoto Manéo
Fernando Menino Riveiro de Almeida (FIPT)
Geovanna Paulino Pereira
Guilherme de Paula Santos Cutolo Cortez

João Augusto de Moura
Josué Rodrigues Fischer
Jozias da Cruz
Larissa Felicidade Wekhauser Demarco
Leila Evangelista da Silva
Letícia dos Santos Macedo
Lilian Nunes Dourado
Luciano Zanella
Luiz Gustavo Faccini
Luzia Matico Nagase
Priscila Ikematsu
Reginaldo Passos da Cruz
Susi Ferreira
Vera Lucia Amorim da Luz

Realização



Sumário

Siglas	5
Mensagem	9
Apresentação	10
1. Introdução	13
1.1 Procedimentos Metodológicos.....	18
2. Características socioeconômicas da baixada santista	21
2.1 Projeções Populacionais.....	26
2.2 População Flutuante	26
2.3 Economia.....	27
3. Gestão dos RSU da Baixada Santista: Ações de melhoria	30
3.1 Indicadores de Desempenho Operacional e de Gestão.....	30
3.2 Ações Municipais de Melhoria na Gestão dos RSU	35
3.2.1. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Bertioga.....	38
3.2.2. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Cubatão	41
3.2.3. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Guarujá	42
3.2.4. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Itanhaém	45
3.2.5. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Mongaguá.....	46
3.2.6. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Peruíbe	48
3.2.7. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Praia Grande	49
3.2.8. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Santos	52
3.2.9. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de São Vicente	54
3.3. Ações Regionais de Melhorias na Gestão de RSU.....	56
4. Panorama atualizado dos RSU na Baixada Santista	59
4.1. Desafios Quanto à Gestão e Manejo de Resíduos Sólidos na Região da Baixada Santista.....	59
4.2. Resíduos Sólidos Domiciliares	59
4.2.1. Caracterização Dos Resíduos Advindos Da Coleta Regular	61
4.2.2. Caracterização Dos Resíduos Advindos Da Coleta Seletiva	76
4.2.3. Coleta Regular e Coleta Seletiva.....	81
4.2.4. Tratamento e Disposição Final	83
4.2.5. Processamento dos Resíduos da Coleta Seletiva	85
4.2.6. Custos Envolvidos	87
4.2.7. Metas previstas no PRGIRS/BS	88
4.3. Resíduos De Limpeza Urbana.....	88
4.3.1. Geração e Manejo.....	89
4.3.2. Coleta.....	92
4.3.3. Tratamento e Disposição Final.....	93
4.4. Produtos e embalagens pós consumo passíveis de logística reversa	94
4.5. Lixo no Mar	94
4.5.1. Lixo no Mar para a Baixada Santista	96
5. Educação ambiental	102
6. Alternativas institucionais e tecnológicas	104
6.1. Resíduos Sólidos Domiciliares	105
6.1.1. Cenário de Geração de Resíduos	107
6.1.2. Alternativas de redução e segregação na fonte	109
6.2. Estudo e Avaliação de Arranjos Microrregionais.....	112
6.3. Identificação e apontamento Áreas Potencialmente Favoráveis para o Tratamento e a Destinação Ambientalmente Adequada de Resíduos Sólidos (escala municipal).....	114
6.3.1. Área indicada pelo município de Cubatão	118
6.3.2. Área indicada pelo município de Guarujá	120
6.3.3. Áreas indicadas pelo município de Itanhaém.....	122
6.3.4. Áreas indicadas pelo município de São Vicente	125
7. Considerações finais	132
8. Referências	136
APÊNDICE A – Análise do cumprimento das ações propostas no PRGIRS/BS	138
APÊNDICE B – Modelo Conceitual Tecnológico do Sistema de Processamento de Resíduos Sólidos da Baixada Santista	146
ANEXO A – Protocolo de Intenções Assinado em 2018	225

Siglas

ABAD - Associação Brasileira de Atacadistas e Distribuidores de Produtos Industrializados
ABC Marbas - Associação Beneficente dos Catadores de Materiais Recicláveis da Baixada Santista de Cubatão
ABEAÇO - Associação Brasileira de Embalagens de Aço
ABIA - Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação
Abief - Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis
ABIHPEC - Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos
ABIMAPI - Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializado
ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABINPE - Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação
ABIOVE – Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais
ABIPET - Associação Brasileira da Indústria do PET
ABIPLA - Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza e Afins
ABIPLAST - Associação Brasileira da Indústria do Plástico
ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas
ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal
ABRABE - Associação Brasileira de Bebidas
ABRADISTI: Associação Brasileira da Distribuição de Tecnologia da Informação
ABRAFATI - Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas
ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACAMAR - Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Praia Grande
ACI - Área contaminada sob Investigação
ACRe - Área em Processo de Remediação
ACRI - Área Contaminada com Risco Confirmado
AGEM/BS - Agência Metropolitana da Baixada Santista
AME - Área em Processo de Monitoramento para Encerramento
AR - Área Reabilitada para o uso declarado
ARTESP – Agência de Transporte do Estado de São Paulo
ASLORE - Associação de Logística Reversa de Embalagens
ASSESPRO - Associação das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação
BS – Baixada Santista
CACAU - Centro de Agricultura e Compostagem Urbana
CBH-BS - Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista
CEMPRE - Compromisso Empresarial Para Reciclagem
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIMA – Cidades Infraestrutura e Meio Ambiente
CNES - Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde do Brasil
CNPJ - Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
COMARES - Cooperativa de Materiais Recicláveis Santista de Santos
CONDESB - Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Baixada Santista
COOPERBEN - Cooperativa de Beneficiamento de Materiais Recicláveis e Educação Ambiental de Guarujá

COOPERMAR - Cooperativa de catadores de material reciclável de Mongaguá
COOPERSUBERT - Cooperativa de Reciclagem de Sucatas União Bertiooga
COOPERVIDA - Cooperativa de Coletores e Recicladores de Matérias Orgânicas e Inorgânicas Nova Vida de Praia Grande
CPR - Centro de Processamento de Resíduos da Praia Grande
CRAS - Centro de Referência da Assistência Social
D.O. – Diário Oficial
DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
DAMF - Dê a Mão Para o Futuro
DATAGEO - Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo – Base - Territorial Ambiental Unificada.
DEA - Departamento de Educação Ambiental
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
DOF – Documento de origem Florestal
DSM - Departamento de Serviços Municipais de Itanhaém
DSPE - Departamento de Serviços Públicos Externos de Mongaguá
ECOMOV - ONG Ecologia em Movimento
FECOMÉRCIO-SP - Federação do Comércio de Bens e Serviços e Turismo do Estado de São Paulo
FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FIPT - Fundação de Apoio ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas
GAEMA – Grupo de atuação especial de defesa do meio ambiente
GREEN ELETRON - Gestora para Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônico
HTPC - Hora de Trabalho Pedagógico Coletivo
IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC - Inquérito Civil
IDMH – Índice de desenvolvimento humano Municipal
IGR - Índice de Gestão de Resíduos
IP - Interesse Público
IPRS - Índice Paulista de Responsabilidade Social
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano
IQR - Índice de Qualidade de Resíduos
ISLU - Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana
ISO - International Organization for Standardization
ISS - Imposto Sobre Serviços
LEVs - Locais de Entrega Voluntária
MCZ - Macrozona Continental
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MPSP - Ministério Público de São Paulo
MWh - Megawatt-hora
NI - Não Informado
NUSCARBON - Núcleo de Sustentabilidade e Baixo Carbono
ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONG – Organização não governamental
ONU - Organização das Nações Unidas
OODC - Outorga Onerosa do Direito de Construir
OP - Zona Urbana de Ocupação Prioritária
PDDEU - Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbano
PEAD - Polietileno de alta densidade
PEBD - Polietileno de baixa densidade
PEMALM - Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar para o Estado de São Paulo
PET - Politereftalato de etileno
PEVs - Pontos de Entrega Voluntária
PGIRS – Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PIB – Produto Interno Bruto
PLANARES – Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PLASTIVIDA - Instituto Socioambiental dos Plásticos
PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMPG – Prefeitura Municipal de Praia Grande
PNGC - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos
PP – Polipropileno
PP-PAD - Petrechos de Pesca Perdidos, Abandonados ou Descartados
PPP – Parceria Público-Privada
PRGIRS - Plano regional de gestão integrada de resíduos sólidos
PRGIRS/BS - Plano regional de gestão integrada de resíduos sólidos da Baixada Santista
PROLATAS - Programa de Logística Reversa de Latas
ProNEA - Programa Nacional de Educação Ambiental
PS - Poliestireno
PSA - Política de Pagamento por Serviços Ambientais
PVC - Policloreto de Vinila
RA - Zona Rural Agropecuária Sustentável
RCC – Resíduos de Construção Civil
RSD - Resíduos Sólidos Domiciliares
REEE - Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
REG - Resíduos de Embalagens em Geral
RFFSA - Rede Ferroviária Federal S/A
RLU - Resíduos de Limpeza Urbana
RM – Região Metropolitana
RMBS – Região Metropolitana da Baixada Santista
RMC - Região Metropolitana de Campinas
RMRP - Região Metropolitana de Ribeirão Preto
RMS - Região Metropolitana de Sorocaba
RMSP - Região Metropolitana de São Paulo
RMVale - Região Metropolitana do Vale do Paraíba?
RS - Resíduo Sólido

RSD – Resíduo Sólido Domiciliar
RSU – Resíduos sólidos urbanos
SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SEDUC - Secretaria de Estado da Educação
SEDURB - Secretaria de Desenvolvimento Urbano
SEMAM - Secretaria de Meio Ambiente de São Vicente
SESC - Serviço Social do Comércio
SESERP - Secretaria de Serviços Públicos de Santos
SESP - Secretaria de Serviços Públicos
SESURB - Secretaria de Serviços Urbanos da Praia Grande
SEURB LIMP - Secretaria Municipal de Operação Urbana de Guarujá
SIMA – Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SIMGER - Sistema Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, Verdes e Volumosos
SINDICERV - Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja
SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SIRGA - Seção de Investigações, Riscos e Gerenciamento Ambiental
SINIR – Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNVS - Sisnama e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SPRSF - Seção de Planejamento, Recursos Hídricos, Saneamento e Florestas
SSU - Secretaria de Serviços e Urbanização de Itanhaém
SU - Secretaria de Serviços Urbanos de Bertioga
TAC - Termo de Ajustamento de Conduta
TCLR - Programa Descarte Green
TGCA - Taxa Geométrica de Crescimento Anual
ZEE - Zoneamento ecológico-econômico
ZEPAM - Zonas Especiais de Proteção Ambiental
ZPDS - Zonas de Preservação e Desenvolvimento Sustentável
ZU - Zona de Qualificação Urbana
ZUIF - Zona de Urbanização Incentivada Futura

Mensagem

Apresentamos com grande satisfação este documento, resultado da colaboração entre a AGEM e a Câmara Temática do Meio Ambiente e Saneamento do CONDESB. O compêndio revela desafios na gestão de Resíduos Sólidos Urbanos na Baixada Santista e propõe estratégias para uma gestão eficiente e sustentável. A região, pioneira entre as regiões metropolitanas do Brasil, enfrenta dilemas no gerenciamento de resíduos, exigindo ações inovadoras. Destaca-se a importância da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) e do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (2018).

O documento abrange a evolução do plano desde 2016, identifica desafios e propõe soluções tangíveis, evidenciando uma abordagem holística. Destaca-se o diagnóstico até 2020, com análise crítica da evolução apesar da pandemia. O documento não é apenas um relatório, mas um guia estratégico, em conjunto com o “Guia: Estruturação de Sistemas de Recuperação de Resíduos Recicláveis Secos”, “Guia: Implantação de Centrais de Compostagem para Tratamento de Resíduos Orgânicos” e “Guia: Estruturação de Sistemas de Logística Reversa no Contexto dos Municípios. Apresentando resíduos prioritários, educação ambiental e estratégias específicas para garantir o aprimoramento constante da gestão de resíduos na Baixada Santista.

Encorajo os leitores a mergulharem neste compêndio, compreendendo não apenas os desafios enfrentados pela Baixada Santista, mas também as soluções inovadoras delineadas. Que esta obra sirva não apenas como um registro da situação atual, mas como um farol que ilumina o caminho para uma gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos na região.

Equipe AGEM

Apresentação

A importância e a necessidade de um ordenamento das questões relacionadas aos resíduos sólidos resultaram na publicação de políticas públicas que dispõem sobre princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas ao assunto na forma de leis. No ano de 2010, por meio da Lei nº 12.305 (Brasil, 2010a) e do Decreto nº 7.404 (Brasil 2010b), que a regulamentou, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos, reunindo um conjunto de princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos a serem acatados pelos Estados da União e pelos Municípios, em suas políticas e planos, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos no país. No Estado de São Paulo, a Política de Resíduos Sólidos foi instituída pela Lei nº 12.300 (São Paulo, 2006), regulamentada pelo Decreto nº 54.645 (São Paulo, 2009), que muito embora seja anterior à Política Nacional, está em consonância com os preceitos por ela estabelecidos.

A Baixada Santista trata-se da primeira região metropolitana instituída no Brasil, sem a participação de capital de Estado e compõe a Macrometrópole Paulista. Foi criada pela Lei Complementar Estadual nº 815, de 30 de julho de 1996 e é formada pelo agrupamento dos municípios que integram o litoral do estado de São Paulo: Bertioga, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente, além de Cubatão, que abrangem uma área de 2.420,5 km² (São Paulo, 1996).

Na Região Metropolitana da Baixada Santista uma pequena parte dos resíduos sólidos urbanos é reciclada e o restante encaminhado a aterros sanitários que, em sua maioria, têm as áreas destinadas à disposição e ao tratamento praticamente esgotadas ou previsão de esgotamento em curto prazo. Além disso, viabilizar a ampliação destas áreas e encontrar outras adequadas à implantação de novos aterros sanitários está cada vez mais difícil, acrescentando-se a isto o atendimento de legislações cada vez mais restritivas.

Por conta das problemáticas da Baixada santista, a AGEM e a Câmara Temática do Meio Ambiente e Saneamento do CONDESB (Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Baixada Santista) formularam um projeto para obtenção de recursos junto ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Fehidro), para a elaboração do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (PRGIRS/BS), visando como resultado a gestão adequada dos resíduos sólidos na região sobre seus aspectos ambientais, econômicos e sociais.

Dessa forma, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) foi contratado para fazer a elaboração do PRGIRS/BS, cujo documento que foi entregue em 2018, junto com o panorama da região, apontando por meio de metas, estratégias e um plano de ações, a orientação e construção de mecanismos para o constante aprimoramento da gestão dos resíduos na Baixada Santista.

O PRGIRS/BS foi elaborado seguindo a execução de quatro etapas. O início da elaboração se deu no mês de janeiro de 2016, com duração de 12 meses. O ano base para a maioria dos dados técnicos foi no ano de 2016. As diretrizes e o conjunto de estratégias e ações estabelecidas no PRGIRS/BS, foram definidos com o objetivo de assegurar a implementação do PRGIRS/BS e garantir o alcance das condições apontadas no cenário escolhido. Também foram identificados os responsáveis, quanto à implementação e operacionalização do PRGIRS/BS.

No final de 2020, o IPT e a AGEM deram início a esta segunda fase do projeto, contemplando os trabalhos para dar continuidade ao PRGIRS, visando o diagnóstico das ações implementadas e a elaboração de instrumentos para implantar as estratégias e ações propostas no plano referentes a resíduos sólidos urbanos.

Nesse contexto, este documento tem por objetivo apresentar o diagnóstico das ações implementa-

das a nível municipal e regional, bem como apresentar as estratégias e ações propostas no PRGIRS/BS, já consolidadas na Baixada Santista referentes aos resíduos sólidos urbanos, com destaque para os resíduos domiciliares, resíduos comerciais e empresariais de grandes e pequenos geradores, limpeza urbana, lixo no mar e resíduos afetos à logística reversa (especificamente os resíduos de embalagens em geral e eletroeletrônicos).

Também foram considerados os aspectos de educação ambiental, para incluir as ações necessárias para mobilização social e comunicação em resíduos sólidos e o tema de Lixo no Mar por se tratar de um tema de tanta importância na Região.

Salientamos que este documento não substitui o PRGIRS/BS publicado em 2018, mas visa apontar os caminhos e estratégias implantados para a melhoria da gestão dos resíduos e apoiar na elaboração de instrumentos que garantam a consecução dos objetivos propostos no mesmo.



01

Introdução

1. Introdução

A gestão e gerenciamento adequado de resíduos sólidos é um dos grandes desafios enfrentados pelos municípios brasileiros. A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS a Lei nº 12.305 (Brasil, 2010a), que visa à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, coloca como objetivo a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, nessa ordem de priorização. Como instrumentos para o cumprimento desses objetivos têm-se os planos de resíduos sólidos, elaborados a nível nacional, estadual, regional e municipal. Com relação aos planos municipais de gestão integrada de resíduos, a PNRS indica que os municípios que optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos, incluindo a elaboração e implementação de planos intermunicipais, terão prioridade no acesso a recursos da União para financiamento de serviços e empreendimentos relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos. Nesse contexto, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, publicado em 2022, colocou como uma de suas diretrizes o fomento e implementação da gestão regionalizada de resíduos sólidos (Brasil, 2022).

Na mesma linha, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de São Paulo, publicado em 2020, apresentou a regionalização aplicada à gestão de resíduos sólidos como uma ferramenta essencial para o planejamento e a busca de soluções na execução de serviços e atividades de interesse comum a um grupo de municípios. E, por fim, temos o decreto nº 10.936 (que regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos) e o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026) traz o arcabouço para fomentar e dar segurança jurídica para implementação da gestão regionalizada de resíduos sólidos (Brasil, 2010a, 2020, 2022).

Com o objetivo de promover a gestão regional integrada dos resíduos sólidos na região da Baixada Santista, composta por 9 municípios do estado de São Paulo, foi publicado, em 2018, o Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (PRGIRS/BS), elaborado com base nos dados da gestão de resíduos sólidos na região em 2016.

O PRGIRS/BS visa auxiliar no planejamento e direcionamento de ações em um esforço intermunicipal na busca de soluções para os resíduos sólidos que sejam viáveis sob o ponto de vista econômico, social e ambiental, considerando as particularidades e os desafios locais existentes, que incluem aterros em final de vida útil de operação, restrições para implantação de novos sistemas de disposição final, cobranças da sociedade civil para melhoria das unidades de triagem e condições de catadores, necessidade de tecnologias que minimizem a massa de resíduos dispostos e gerem produtos com valor agregado, entre outros.

Como objetivo do PRGIRS/BS, foi colocado o apontamento de encaminhamentos para soluções visando:

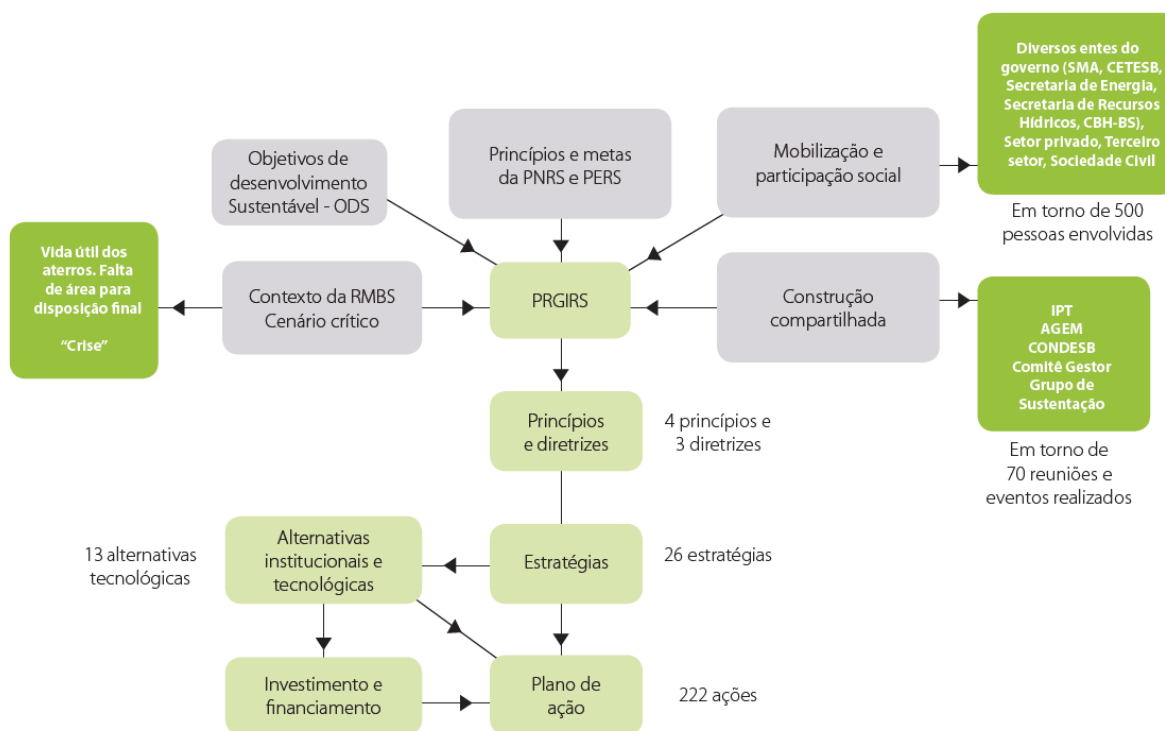
- À demonstração de arranjos intermunicipais e técnicos para o gerenciamento compartilhado dos resíduos sólidos na Baixada Santista;
- À promoção da redução da geração e melhoria na separação de resíduos sólidos;
- À indicação de mecanismos e instrumentos visando a universalização de procedimentos para a redução de resíduos;
- À indicação de mecanismos e instrumentos para implantação da logística reversa, com inclusão social;
- À indicação de linhas de ação estratégica para viabilizar a implementação do PRGIRS/BS;
- À divulgação de informações sobre a gestão de resíduos na região, bem como a promoção de ações de comunicação e divulgação; e

- À estimativa de recursos financeiros necessários para cumprir as soluções propostas.

O PRGIRS/BS foi elaborado seguindo a execução de quatro etapas. O início da elaboração se deu no mês de janeiro de 2016, com duração de 12 meses. O ano base para a maioria dos dados técnicos foi no ano de 2016. As diretrizes e o conjunto de estratégias e ações estabelecidos no PRGIRS/BS, foram definidos com o objetivo de assegurar a implementação do PRGIRS/BS e garantir o alcance das condições apontadas no cenário escolhido. Também foram identificados os responsáveis, quanto à implementação e operacionalização do PRGIRS/BS.

Ao longo destas quatro etapas foi então se construindo a base do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista, que é o primeiro documento que sintetiza um conjunto de princípios, diretrizes, alternativas tecnológicas e ações (**Figura 1**). Esse conjunto de proposições e avaliações continua representando os caminhos para a solução, visando um ganho de qualidade técnica, ambiental, econômica e social para a gestão de resíduos na região.

Figura 1 – Caminho da construção do PRGIRS/BS



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2018).

Para atingir esses objetivos, foi construído um plano de ações, que incluiu 4 princípios regionais norteadores, 3 diretrizes de sustentação (**Quadro 1**), 26 estratégias e 222 ações. Para garantir o cumprimento do plano de ações, foi assinado um protocolo de intenções pelos nove municípios integrantes da Região Metropolitana da Baixada Santista, conforme Lei Complementar nº 815/96, em 04 de abril de 2018 (**Anexo A**). O Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Baixada Santista (CONDESB), por meio de suas câmaras temáticas, com auxílio da Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM), ficaram responsáveis por fomentar as ações para aplicação do PRGIRS/BS, cabendo aos municípios à articulação técnica para promover a implementação das ações propostas.

Quadro 1 - Princípios norteadores e diretrizes de sustentação do PRGIRS/BS

Princípios	Diretrizes
<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução/minimização dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos; 2. A universalização dos serviços de coleta regular e coleta seletiva e dos serviços de limpeza urbana; 3. Adoção de tecnologias viáveis dos pontos de vista técnico, econômico e ambiental para tratamento de resíduos; 4. Integração dos sistemas de gerenciamento de resíduos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução de resíduos sólidos domiciliares; 2. Melhoria na gestão de resíduos da construção civil (RCC), serviços de saúde, limpeza urbana e lixo marinho; 3. Educação ambiental, mobilização social e comunicação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse contexto, este documento tem por objetivo apresentar o diagnóstico das ações implementadas a nível municipal e regional, bem como apresentar as estratégias e ações propostas no PRGIRS/BS, já implementadas na BS referentes aos **Resíduos Sólidos Urbanos**, com destaque para os **resíduos domiciliares, resíduos comerciais e empresariais de grandes e pequenos geradores, limpeza urbana, lixo no mar e resíduos afetos à logística reversa (especificamente os resíduos de embalagens em geral e eletroeletrônicos) (Quadro 2)**. Tais resíduos foram priorizados por serem resíduos cujo gerenciamento é de responsabilidade das municipalidades ou, como no caso dos resíduos da logística reversa, embora **não sejam de responsabilidade da municipalidade**, necessitam de apoio, por meio de ações por parte dos municípios para redução, recuperação e reciclagem.

Além desses resíduos, foram considerados os aspectos de educação ambiental, para incluir as ações necessárias para mobilização social e comunicação em resíduos sólidos e o tema de Lixo no Mar por se tratar de um tema de tanta importância na Região.

Quadro 2 – Resíduos considerados no plano de implementação do PRGIRS/BS

Classificação	Definição	Fonte geradora	Exemplos de resíduos
Domiciliar	Resíduos originários de atividades domésticas em residências urbanas.	Atividades domésticas em residências, edifícios, entre outros.	Sobra de alimentos, embalagens diversas, papel higiênico, fraldas, e outros produtos pós-consumo, entre outros.
Limpeza urbana	Resíduos originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.	Poda, varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.	Folhas, galhos, terra, areia, entulho, rejeitos.
Comercial	Resíduos gerados em estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços.	Comércio, escolas, bares, restaurantes, hotéis, supermercados.	Sobras de alimentos, embalagens, papel e papelão, vidros.
Logística reversa	Resíduos que devem ser coletados e restituídos ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.	Fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores de embalagens e eletroeletrônicos, bem como de produtos comercializados em embalagens.	Embalagens em geral; Produtos eletroeletrônicos e seus componentes (computadores, CDs, DVDs, etc.).
Lixo no mar	Qualquer material sólido persistente, processado ou manufaturado, que é descartado ou perdido e chega no ambiente costeiro ou marinho.	Urbanização costeira, limpeza de vias públicas, atividades industriais, lazer e turismo, assentamentos informais, atividades náuticas, pesca, etc.	Papel, bitucas de cigarro, petrechos de pesca, tecido, madeira, metal, plástico, vidro, borracha e materiais mistos.

Fonte: Elaborado pelos autores com dados de Brasil (2010a); e Turra et al. (2021).

Dessa forma, o presente documento busca a viabilização das estratégias e ações relacionadas aos Resíduos Sólidos Urbanos (**Quadro 3**) nas Diretrizes 1, 2 e 3 do PRGIRS/BS, sendo estas: 1 - Redução de resíduos sólidos domiciliares; 2 - Melhoria na gestão de resíduos da construção civil (RCC), serviços de saúde, limpeza urbana e lixo no mar (nessa diretriz, foi considerada apenas as estratégias voltadas para os resíduos de limpeza urbana e lixo no mar, que são de responsabilidade da municipalidade); e 3 – Educação ambiental, mobilização social e comunicação.

Quadro 3 – Estratégias que norteiam as ações do PRGIRS/BS

Diretriz 1. Redução de resíduos sólidos domiciliares	Diretriz 2. Melhoria na gestão de resíduos, limpeza urbana e lixo no mar	3. Educação ambiental, mobilização social e comunicação
<p>Estratégia 1.1: Estímulo ao consumo consciente e reaproveitamento de materiais</p> <p>Estratégia 1.2: Segregação dos resíduos e tratamento local dos orgânicos nas residências</p> <p>Estratégia 1.3: Segregação dos resíduos e tratamento dos orgânicos nos grandes geradores públicos e privados</p> <p>Estratégia 1.4: Implantação e universalização da coleta seletiva</p> <p>Estratégia 1.5: Disponibilização de dispositivos para entrega voluntária dos resíduos</p> <p>Estratégia 1.6: Inclusão das cooperativas de triagem no sistema da coleta seletiva</p> <p>Estratégia 1.7: Coleta, recuperação e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos de logística reversa</p> <p>Estratégia 1.8: Coleta e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos volumosos</p> <p>Estratégia 1.9: Processamento e tratamento de resíduos mistos advindos da coleta regular</p> <p>Estratégia 1.10: Instrumentos legais e fiscalizatórios</p>	<p>Estratégia 2.1: Elaboração e implantação de planos de gerenciamento relacionados aos resíduos de limpeza urbana</p> <p>Estratégia 2.2: Ampliação e melhoria do sistema de limpeza urbana</p> <p>Estratégia 2.6: Disposição final ambientalmente adequada dos resíduos de pesca</p> <p>Estratégia 2.7: Gestão dos pe-trechos de pesca perdidos, abandonados ou descartados (PP-PAD) no litoral</p> <p>Estratégia 2.8: Gestão de resíduos flutuantes e de áreas de difícil acesso</p>	<p>Estratégia 3.1: Elaboração de planos municipais de educação ambiental</p> <p>Estratégia 3.2: Formação e capacitação de pessoas</p> <p>Estratégia 3.3: Campanhas visando redução e reutilização dos resíduos sólidos</p> <p>Estratégia 3.4: Orientação da separação e tratamento na fonte e descarte adequado dos resíduos</p> <p>Estratégia 3.5: Comunicação e divulgação</p> <p>Estratégia 3.6: Combate à disposição irregular de resíduos</p> <p>Estratégia 3.7: Valorização de boas práticas</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

O levantamento de dados para atualização da situação da gestão de resíduos na Baixada Santista foi realizado considerando 2020 como ano base. Para avaliar a evolução da implementação das ações desde o ano base considerado para elaboração do PRGIRS/BS, foi realizada a comparação de características e indicadores socioeconômicos e de gestão de resíduos entre os anos de 2016 e 2020, ou para outros anos caso não houvesse o dado disponível.

É importante salientar que o ano de 2020 tratou-se de um ano atípico devido à situação de pandemia do Covid-19, que provocou impactos nos sistemas de gestão de resíduos, principalmente na questão do aumento da geração de resíduos e suspensão temporária da coleta seletiva, portanto os dados foram analisados com ressalvas. Destaca-se que este documento não substitui o PRGIRS/BS publicado em 2018, mas visa apontar os caminhos e estratégias implantados para a melhoria da gestão dos resíduos e apoiar na elaboração de instrumentos que garantam a consecução dos objetivos propostos no mesmo.

1.1 Procedimentos Metodológicos

Este documento contempla o diagnóstico das ações implementadas (a nível municipal e regional) e a elaboração de estratégias e ações já propostas no PRGIRS/BS, referente a **resíduos sólidos urbanos**, com destaque para **resíduos domiciliares, resíduos de grandes geradores, pequeno comércio, poda e resíduos afetos à logística reversa (embalagens em geral e eletroeletrônicos)**.

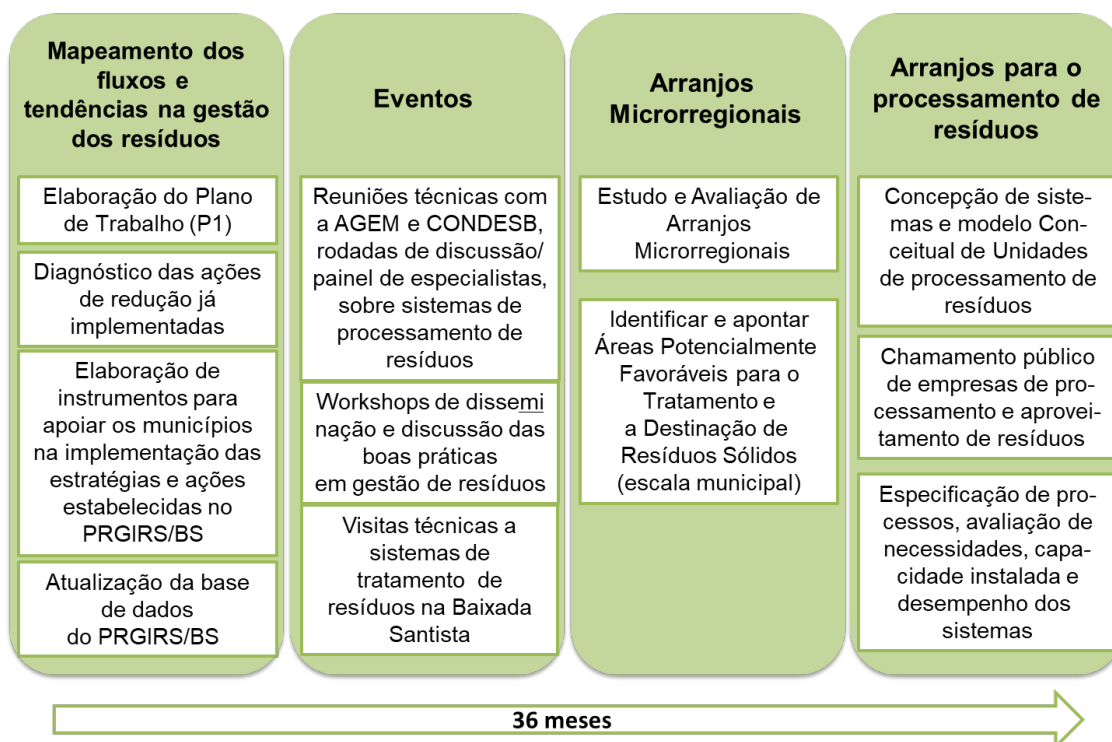
Para acompanhar a elaboração dos trabalhos para a implementação das ações do PRGIRS/BS, a AGEM, como gestora, utilizou a Câmara Temática de Meio Ambiente e Saneamento, constituída através do CONDESB, com representantes de instituições do Poder Público Estadual e Municipal, e esta Câmara Temática acompanhou a sistematização e consolidação das informações levantadas com a finalidade de avaliar seu conteúdo e validar as informações apresentadas pelo IPT.

A **Figura 2** apresenta a estrutura do desenvolvimento dos trabalhos, considerando quatro macroatividades, com prazo de duração total de 36 (trinta e seis) meses, iniciado em dezembro de 2020, e finalizado em dezembro de 2023:

- **Mapeamento dos fluxos e aplicação de tendências de evolução na gestão de coleta e destinação de resíduos da Baixada Santista;**
- **Reuniões técnicas e workshops;**
- **Arranjos microrregionais;**
- **Arranjos para o processamento de resíduos.**

A reprogramação do projeto foi resultado de atrasos ocorridos com a nova formação da Câmara Temática de Meio Ambiente do CONDESB (após mudanças nas prefeituras por conta das eleições municipais de 2020), com consequente atraso na entrega de dados solicitados às prefeituras, diante da necessidade de regularização do CNPJ da AGEM junto à instituição financeira designada pelo FEHIDRO e, por fim, pela quarentena decretada pelo Governo do Estado de São Paulo.

Figura 2 – Atividades do Projeto



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados aqui apresentados foram sistematizados a partir dos dados disponibilizados pelos municípios e foram discutidos e validados ao longo do projeto. O desenvolvimento dos trabalhos consistiu das seguintes atividades:

- Coleta de dados e informações, por meio de visitas a campo, pesquisa de dados primários e secundários e encontros setoriais;
- Leitura e Análise crítica de dados e informações constantes nos Planos Municipais de Saneamento e Gestão de Resíduos Sólidos, além do Plano Estadual e Nacional de Resíduos Sólidos e Plano Regional de Resíduos Sólidos;
- Levantamento e comparação de tecnologias de gestão, tratamento e destinação de resíduos sólidos;
- Utilização de recursos gráficos como mapas, diagramas e tabelas – tanto como ferramentas de análise, quanto de proposição;
- Utilização de apresentações multimídias para facilitar eventos e discussões; e
- Revisão de todo material produzido.

The background is a monochromatic green image. It depicts a public square or park area. In the foreground, there are several stylized human figures, possibly made of wood or stone, engaged in various activities. To the right, a large, leafy tree stands prominently. In the background, a fountain with water spraying upwards is visible. The overall scene is bright and vibrant due to the green tint.

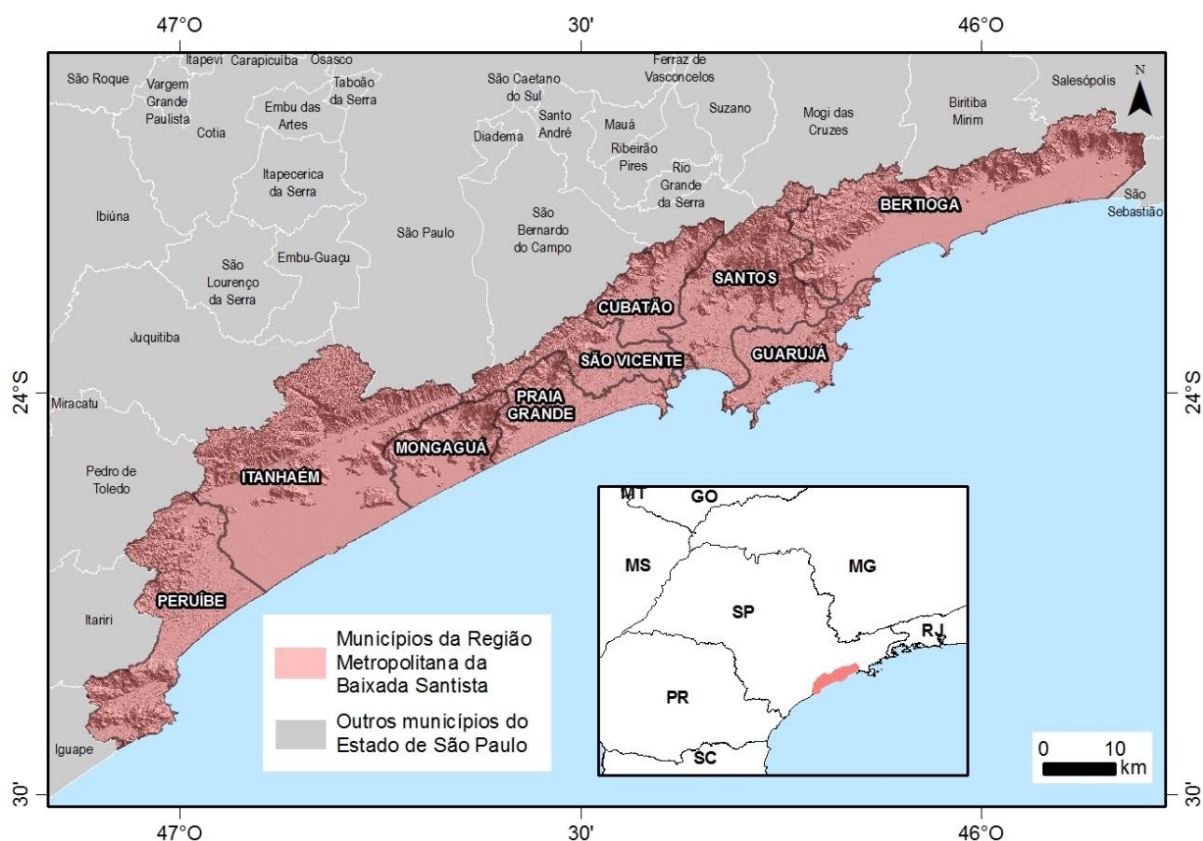
02

Características socioeconômicas da Baixada Santista

2. Características socioeconômicas da baixada santista

Conforme apresentado de forma detalhada no PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018), a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) foi instituída em 1996, e possui uma área de 2.420,5 km², onde se localizam nove municípios: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente (Figura 3), abrigando 1.831.884 habitantes (FUNDAÇÃO SEADE, 2022).

Figura 3– Região Metropolitana da Baixada Santista e seus municípios.



Fonte: (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018).

A Baixada Santista, é caracterizada por 65 km de litoral entre a Serra do Mar e o Oceano Atlântico, destaca-se por uma diversidade de ecossistemas protegidos por Unidades de Conservação. A região, densamente urbanizada e formando uma conurbação entre municípios, enfrenta desafios como deslizamentos e enchentes, agravados pelas mudanças climáticas. Economicamente crucial, a Baixada Santista é impulsionada por atividades como o Porto de Santos, maior da América Latina, ferrovias, rodovias, aeroportos, e indústrias petroquímicas e siderúrgicas. Seu papel abrange desde o suporte ao comércio exterior até contribuições para a qualidade da água e balneabilidade das praias, evidenciando sua relevância no contexto regional e nacional.

A população total da RMBS em 2020 era de 1.831.884 habitantes (SEADE, 2020), correspondendo a 4,1% do total da população do Estado. Quando comparada com as demais regiões metropolitanas do Estado de São Paulo (Tabela 1 e Figura 4), só supera a população da RM Ribeirão Preto.

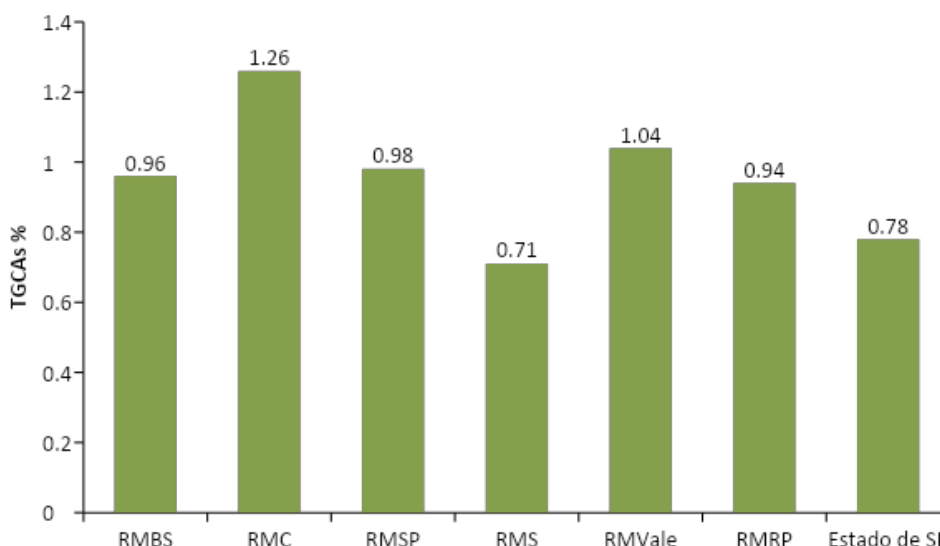
Tabela 1 – População total da RMBS e comparada com a das demais regiões metropolitanas e do Estado de São Paulo – 2020.

Região Metropolitana	População total em 2020	% da População no ESP
Baixada Santista	1.831.884	4,10%
Campinas	3.193.332	7,15%
Ribeirão Preto	1.669.499	3,74%
São Paulo	21.138.247	47,35%
Sorocaba	2.078.807	4,66%
Vale do Paraíba	2.489.629	5,58%
Demais Municípios	12.238.501	27,42%
Estado de São Paulo	44.639.899	100,00%

Fonte: Fundação Seade (2022).

Em relação ao crescimento da população na RMBS, por meio da Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA), observa-se, a partir **Figura 4**, que a Região apresentou crescimento superior ao do Estado de São Paulo e da RMSP, no período 2010-2020.

Figura 4 – TGCA na RMBS e demais regiões metropolitanas do Estado de São Paulo, 2010-2020.



Fonte: Fundação Seade (2022).

A **Tabela 2** sintetiza as características socioeconômicas da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), com ênfase no ano de 2020, embora para alguns indicadores tenha sido considerado o último ano disponível. Os itens subsequentes mostram o detalhamento de dos indicadores socioeconômicos mais relevantes para este estudo e uma comparação com os dados obtidos no PRGIRS/BS.

A caracterização demográfica tem por objetivo analisar a distribuição da população no território, sua composição, evolução e tendência e o comportamento das variáveis demográficas (projeção). Foi elaborada a partir do levantamento, apresentação e análise dos dados secundários. Para tanto, a partir dos censos demográficos do IBGE e Fundação Seade, foram obtidos os seguintes dados:

- Densidade demográfica;
- Número de habitantes residentes nos municípios e na RMBS, considerando: a população total, urbana e rural, masculina e feminina e população por faixa etária;
- Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA);
- As estimativas de crescimento da população; e
- A dinâmica temporal da população: residente e temporária.

Tabela 2 – Síntese dos dados socioeconômicos para a RMBS e seus municípios.

Indicador	Município										Destaque
	Bertioga	Cubatão	Guarujá	Itanhaém	Mongaguá	Peruíbe	Praia Grande	Santos	São Vicente	RMBS	
Área (km²)	491,55	142,88	144,79	601,71	143,21	326,22	149,25	281,03	148,1	2.428,74	Itanhaém é o município mais extenso.
Densidade demográfica (hab./km²)	131,27	910,03	2.201,63	165,78	385,56	204,61	2.150,81	1.528,35	2.432,56	759,99	São Vicente possui maior densidade demográfica.
População Total (no de hab.) - 2020	63,29	129,145	316,405	98,757	54,61	66,201	316,844	428,703	357,929	1.831,884	Santos possui maior número de habitantes.
Grau de urbanização (%)	99,11	100	99,98	99,27	99,56	99,43	100	99,93	99,81	99,84	Todos os municípios têm elevado grau de urbanização.
Taxa Geométrica de Crescimento Anual (% ano) 2010-2020	2,83	0,84	0,85	1,26	1,64	1,02	1,89	0,22	0,74	0,99	Bertioga registrou maior crescimento no período.
Projeção da população total (2030)	75,34	137,235	337,853	107,733	60,304	71,318	354,07	435,529	378,23	1.957,612	Santos deverá ter em 2030 maior número de habitantes da RMBS
População flutuante (2015)	95,885	2,713	160,982	111,39	94,306	62,963	358,706	64,781	36,686	988,412	Praia Grande maior estimativa
Projeção da população flutuante para 2030 (Fonte: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2009).	113,194	3,129	187,611	124,71	106,534	68,664	445,282	59,003	38,164	1.146,291	Praia Grande maior estimativa
Índice de envelhecimento (%) 2020	42,50	59,53	63,10	80,95	82,45	73,05	74,32	136,23	76,21	84,93	Santos possui o maior índice de envelhecimento e o menor Bertioga.
IPRS 2018	R = 56	R = 51	R = 44	R = 39	R = 37	R = 37	R = 41	R = 51	R = 36	R = 46	Com exceção de Cubatão, todos os municípios da RMBS, a dimensão Riqueza foi a mais baixa.
R=Riqueza; L=Longevidade; E=Escolaridade	L = 62 E = 48	L = 67 E = 50	L = 63 E = 47	L = 66 E = 57	L = 61 E = 49	L = 66 E = 46	L = 66 E = 60	L = 72 E = 56	L = 65 E = 46	L = 67 E = 50	Santos apresenta o melhor IDHM
IDHM 2010 (longevidade, educação e renda)	0,73	0,73	0,75	0,74	0,75	0,74	0,75	0,84	0,76	Não se aplica	Santos ocupa melhor posição do Estado de São Paulo
Ranking IDHM	388	330	219	265	199	236	199	3	121	Não se aplica	Cubatão apresenta a maior participação no PIB da RMBS
PIB per capita em reais (R\$) correntes (Fonte: Seade, 2020)	30,1	123,264	29,283	22,235	22,315	24,753	25,606	51,489	16,004	37,151,79	Santos possui o maior número de estabelecimentos de saúde
Estabelecimentos de saúde (postos/unidades básicas, clínicas, hospitais, pronto socorro, unidades móveis) Fonte: MS (2016)	61	214	412	94	51	80	324	2076	336	3648	Cubatão possui o maior consumo de energia elétrica
Consumo de energia elétrica total em MWh, (Fonte: Seade, 2019)	215,052	2,075,542	844,156	216,242	111,851	142,314	587,085	1,415,304	494,276	6,101,822	Santos possui o maior nº de economias em sistema de esgotamento sanitário
Economias totais cadastradas em sistema de esgotamento sanitário (Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica, 2010)	28,769	12,547	86,351	6,072	9,485	9,322	107,978	192,854	88,816	519,508	Santos possui o maior nº de frota total de veículos
Frota total de veículos (Fonte: Seade, 2020)	27,596	60,06	148,825	50,972	24,873	38,321	154,762	278,459	150,028	933,896	Cubatão apresenta o maior valor adicionado na Indústria
Valor Adicionado na Indústria (extrativas, minerais não metálicos, metais, Máquinas e equipamentos, Equipamentos Médicos, Automação e Precisão, transporte e autopeças, madeira, móveis, couros, produtos químicos, plásticos, têxtil, alimentícia, vestuário, reciclagem) (Fonte: Seade, 2020)	141,34	8,448,363	1,130,734	151,032	132,953	271,629	788,122	1,709,534	470,492	13,244,649	Santos possui o maior nº de minerações ativas
Rendimento médio total dos empregos formais em reais (R\$) correntes (Fonte: Seade, 2015)	3,214,06	3,982,19	3,383,43	2,462,84	2,634,18	2,337,49	2,772,07	3,296,58	2,737,53	3,146,79	Itanhaém ocupa a melhor posição
Mineração em atividade (Fonte: DNPM, 2017)	-	-	-	-	1	1	-	2	1	5	Santos ocupa melhor posição.
Ranking Município Verde/Azul - 2020	88,63	10,34	84,26	93,09	8,29	9,29	84,63	92,24	66,31	Não se aplica	
IGR/Categoria	7,53	Não Informado	Não Informado	7,65	Não Informado	5,44	7,59	7,91	6,78	Não se Aplica	
2019	Mediana			Mediana		Ineficiente	Mediana	Mediana	Mediana		

* Fenômeno inexistente
Fonte: Elaborada pelos autores.

A **Tabela 3**, mostra a comparação da evolução da densidade demográfica dos municípios da RMBS nos anos de 2016 e 2020. Destaca-se que o município de São Vicente continua sendo o de maior densidade demográfica e Bertioga o município menor densidade demográfica. É possível observar que em todos os municípios houve aumento da população. Sendo o maior aumento observado no município de Bertioga.

Tabela 3 – Densidade demográfica dos municípios da RMBS (2000-2016).

Unidade Territorial	Densidade Demográfica (hab./km ²)		
	2016	2020	Variação (%)
Bertioga	116,51	128,76	11%
Cubatão	875,19	903,87	3%
Guarujá	2.130,78	2185,27	3%
Itanhaém	156,33	164,13	5%
Mongaguá	362,16	381,33	5%
Peruíbe	195,99	202,93	4%
Praia Grande	2.012,16	2122,91	6%
Santos	1.512,81	1525,47	1%
São Vicente	2.351,29	2416,81	3%
RMBS	729,37	754,25	3%

Fonte: Fundação Seade (2022).

A **Tabela 4** apresenta a população total em cada município da RMBS, nos anos de 2016 e 2020. É possível observar que em todos os municípios houve aumento da população, sendo Santos o município mais populoso, seguido do município de São Vicente.

Tabela 4 – Evolução da população dos municípios da RMBS (entre 2016-2020).

Municípios	Evolução da População Total		
	2016	2020	Variação (%)
Bertioga	57.109	63.29	11%
Cubatão	125.047	129.145	3%
Guarujá	305.938	316.405	3%
Itanhaém	94.088	98.757	5%
Mongaguá	51.38	54.61	6%
Peruíbe	63.609	66.201	4%
Praia Grande	295.928	316.844	7%
Santos	424.599	428.703	1%
São Vicente	347.733	357.929	3%
RMBS	1.765.431	1.831.884	4%

Fonte: Fundação Seade (2022).

A distribuição da população entre a área urbana e a rural pode ser observada na **Tabela 5**. Nota-se que a parcela de população urbana é significativamente superior à rural e que os municípios de Cubatão e Praia Grande não possuem população instalada na área rural por serem totalmente urbanizados.

Tabela 5 – Distribuição da população urbana e rural dos municípios da RMBS.

Município	Urbana			Rural		
	2000	2010	2020	2000	2010	2020
Bertioga	28.918	46.687	62.695	853	775	595
Cubatão	107.488	118.629	129.145	647	-	0
Guarujá	264.156	290.47	316.344	79	56	61
Itanhaém	70.851	86.105	98.018	843	814	739
Mongaguá	34.742	45.984	54.372	155	202	238
Peruíbe	50.16	59.031	65.798	1.077	667	403
Praia Grande	192.769	261.391	316.844	-	-	0
Santos	415.739	415.739	428.382	2.236	314	321
São Vicente	303.061	331.565	357.253	138	628	676
RMBS	1.467.884	1.658.936	1.828.851	6.028	3.456	3.033

Fonte: Fundação Seade (2017a).

Em relação à Taxa Geométrica de Crescimento Anual (TGCA), a partir da **Tabela 6**, observa-se que o município de Bertioga apresentou a maior taxa de crescimento, possivelmente decorrente da sua emancipação de Santos, em 1993 (oficialmente). Por outro lado, o crescimento foi pouco significativo em Santos.

Tabela 6 – TGCA da população dos municípios da RMBS

Município	1991/2000	2000/2010	2010/2020
Bertioga	11,36	4,77	2,83
Cubatão	1,95	0,93	0,84
Guarujá	2,65	0,95	0,85
Itanhaém	5,15	1,94	1,26
Mongaguá	7,13	2,84	1,64
Peruíbe	5,13	1,54	1,02
Praia Grande	5,18	3,09	1,89
Santos	0,02	0,03	0,22
São Vicente	1,4	0,92	0,74
RMBS	2,17	1,21	0,99

Fonte: Fundação Seade (2022).

2.1 Projeções Populacionais

A projeção do crescimento da população é feita a partir da tendência e do comportamento das variáveis demográficas. Neste plano de resíduos optou-se em manter a projeção apresentada no PRGIRS/BS anterior (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018) para os municípios da RMBS, onde os dados foram obtidos da Fundação Seade (2013 *apud* Fundação para o Incremento da Pesquisa e o Aperfeiçoamento Industrial, 2016). A **Tabela 7** mostra que, para o período de 2017 a 2030, a projeção é contínua e relativamente uniforme.

Tabela 7 – Projeção da população para os municípios da RMBS.

Município	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030
Bertioga	57.109	58.595	60.12	61.684	63.29	69.714	75.34
Cubatão	125.047	126.059	127.079	128.108	129.145	133.607	137.235
Guarujá	305.938	308.522	311.128	313.756	316.405	328.428	337.853
Itanhaém	94.088	95.235	96.394	97.569	98.757	103.827	107.733
Mongaguá	51.38	52.169	52.97	53.784	54.61	57.705	60.304
Peruíbe	63.609	64.248	64.892	65.543	66.201	68.976	71.318
Praia Grande	295.928	301.024	306.207	311.48	316.844	338.217	354.07
Santos	424.599	425.621	426.646	427.673	428.703	432.769	435.529
São Vicente	347.733	350.254	352.794	355.352	357.929	369.752	378.23

Fonte: Fundação Seade (2013 *apud* Fundação para o Incremento da Pesquisa e o Aperfeiçoamento Industrial, 2016).

De maneira geral, todos os municípios apresentam um crescimento maior nos dois últimos períodos estimados, 2025 e 2030, à exceção do município de Praia Grande, que apresenta uma curva mais acentuada no seu crescimento.

2.2 População Flutuante

Todas as cidades da RMBS, a exceção de Cubatão, são classificadas como estâncias balneárias, por oferecerem praias, porções preservadas de Mata Atlântica, mar e sol, bem como atividades culturais e esportivas.

Em várias dessas cidades, o acréscimo de pessoas, num determinado período do ano (geralmente dezembro, janeiro e fevereiro), está associado a um fluxo turístico de veranistas, residentes temporários (segunda residência), turistas de um dia; bem como de pessoas que vão trabalhar temporariamente nessas áreas. Essa população flutuante faz uso dos meios de hospedagem e alimentação, bem como dos bens e equipamentos, infraestrutura, serviços e comércio disponíveis no local para a população residente (ou permanente). Além dos recursos arrecadados e movimentação do comércio local, acarreta um significativo aumento do consumo de água e de energia; problemas de trânsito, devido ao elevado número de veículos que circulam pelo local; ruído; aumento da produção de resíduos; poluição da água do mar e da praia.

Para efeito dessa análise no PRGIRS/BS anterior (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018) foi utilizada a estimativa elaborada pela Fundação Seade para a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. (2009), que adotou os dados dos setores censitários sobre os domicílios de uso ocasional, com índice de ocupação domiciliar correspondente à média do estado de São Paulo. Neste momento os dados de população flutuante não foram alterados, sendo mantido os valores relativos ao ano

de 2015, já apresentados, que corresponderam a 56,5 % da população residente (fixa) na RMBS.

Assim como a população flutuante, a projeção da população flutuante, entre 2015 e 2030, também foi mantida. A **Tabela 8** apresenta a projeção da população flutuante apresentados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (2009), no contexto do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista, que adotou o método que considera a variação do consumo de ligações habituais, a taxa mínima de água e dados da Ecovias, para estabelecer o pico de população flutuante nos períodos de réveillon e carnaval.

Os dados mostrados permitem apontar que o município de Praia Grande é o que possui a maior projeção de população temporária, compreendendo 37,8 % do total estimado para a RMBS para 2020, seguido de Guarujá. Os municípios de Cubatão, São Vicente e Santos correspondem aos de menor fluxo projetado.

Tabela 8 – Projeção da população flutuante dos municípios da RMBSt

Município	2015	2020	2025	2030
Bertioga	95.885	102.776	109.705	113.194
Cubatão	2.713	2.864	3.032	3.129
Guarujá	160.982	173.975	184.533	187.611
Itanhaém	111.39	116.39	121.785	124.71
Mongaguá	94.306	97.1	102.114	106.534
Peruíbe	62.963	65.438	67.757	68.664
Praia Grande	358.706	398.893	433.815	445.282
Santos	64.781	61.178	58.993	59.003
São Vicente	36.686	36.513	37.166	38.164
RMBS	988.412	1.055.127	1.118.900	1.146.291

Fonte: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (2009).

2.3 Economia

A caracterização da dinâmica econômica tomou como referência os seguintes indicadores:

- PIB¹ municipal (Produto Interno Bruto) geral e per capita;
- Valor adicionado² por setores da economia; e
- Valor adicionado por ramo da indústria.

Os valores para o PIB geral (em mil reais) são mostrados na **Tabela 9**. Santos apresenta uma contribuição representando 38 % do PIB da RMBS para o ano de 2018. Isso se deve, principalmente, às atividades associadas ao Porto de Santos. Em seguida tem-se Cubatão, com participação de cerca de 21 %. Observa-se um aumento do PIB Geral em todos os municípios. Em relação ao PIB per capita, assim como em 2014, a maior participação é do município de Cubatão, seguido pelo município de Santos. Fato esse, associado ao Parque Industrial de Cubatão.

1 Total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtoras, ou seja, a soma dos valores adicionados acrescida dos impostos.

2 Valor que a atividade agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo, obtido pela diferença entre o valor de produção e o consumo intermediário.

Tabela 9 – PIB geral e per capita dos municípios da RMBS em 2014.

Município	PIB Geral (em mil R\$)			PIB per capita (em mil R\$)		
	2014	2018	Dif (%)	2014	2018	Dif (%)
Bertioga	1.536.747,05	1.690.596,24	10%	28.503,14	28.120,36	-1%
Cubatão	9.304.123,30	13.183.238,55	42%	75.680,20	103.740,50	37%
Guarujá	7.456.001,46	8.599.008,83	15%	24.790,45	27.638,17	11%
Itanhaém	1.434.500,75	1.885.630,93	31%	15.640,68	19.561,70	25%
Mongaguá	790.876,63	1.035.580,56	31%	15.917,17	19.550,32	23%
Peruíbe	1.416.759,14	1.522.403,73	7%	22.738,36	23.460,58	3%
Praia Grande	5.512.843,73	7.041.818,49	28%	19.359,82	22.996,92	19%
Santos	20.147.781,95	22.476.976,43	12%	47.660,32	52.682,97	11%
São Vicente	4.940.871,13	5.450.049,30	10%	14.422,41	15.448,25	7%
RMBS	52.540.505,14	62.885.303,06	20%	30.345,62	34.970,67	15%

Fonte: Fundação Seade (2017c).

Quanto ao valor adicionado, por setores da economia (**Tabela 10**), destaca-se o setor de indústria, que apresentou um aumento de aproximadamente 30 % no valor adicionado a RMBS. Havendo também um decréscimo no valor arrecadado pela agropecuária (2 %), serviços (7 %) e administração pública (3 %) na RMBS.

Tabela 10 – Valor adicionado por setores da economia para os municípios da RMBS, em 2014.

Município	Ano	Setores			
		Agropecuária	Indústria	Serviços	Administração Pública
Bertioga	2014	0,25%	20,78%	78,96%	21,16%
	2018	0,36%	11,13%	88,51%	23,29%
Cubatão	2014	0,01%	19,61%	80,38%	10,59%
	2018	0,01%	55,48%	44,51%	7,05%
Guarujá	2014	0,34%	21,03%	78,63%	17,95%
	2018	0,46%	16,60%	82,94%	19,35%
Itanhaém	2014	3,38%	7,61%	89,01%	27,49%
	2018	2,17%	7,76%	90,08%	25,74%
Mongaguá	2014	1,19%	13,77%	85,04%	26,37%
	2018	0,37%	13,10%	86,53%	25,92%
Peruíbe	2014	1,62%	26,83%	71,55%	18,03%
	2018	2,61%	18,44%	78,95%	19,87%
Praia Grande	2014	0,05%	11,60%	88,35%	22,30%
	2018	0,06%	11,39%	88,56%	22,57%
Santos	2014	0,01%	9,87%	90,11%	11,90%
	2018	0,02%	8,46%	91,53%	12,13%
São Vicente	2014	0,04%	9,91%	90,04%	26,49%
	2018	0,06%	8,60%	91,34%	26,39%

Fonte: Fundação Seade (2017c).



03

**Gestão dos
RSU da baixada
santista ações de
melhoria**

3. Gestão dos RSU da Baixada Santista: Ações de melhoria

Para avaliar a progressão da gestão do sistema de resíduos nos municípios da Baixada Santista desde a publicação do PRGIRS/BS, foram estabelecidas ferramentas de análise dos indicadores de desempenho de gestão, que incluem aqueles estabelecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS); o Índice de Gestão de Resíduos (IGR) avaliado pela CETESB e a posição dos municípios no ranking do Programa Município Verde-Azul. Essas ferramentas oferecem uma visão abrangente e comparativa, permitindo acompanhar a evolução do sistema de gestão de resíduos ao longo do período de 2016 a 2020.

Além disto, a partir das diretrizes e alternativas institucionais e tecnológicas apresentadas no PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018), assim como as ações propostas e os prazos associados e atores envolvidos. Também foram analisadas as ações de melhoria realizadas pelos municípios nos anos de 2018 a 2021, bem como as ações indicadas pelos municípios como em execução, que se referem ao grau de avanço dos municípios na implementação das ações propostas no plano, de curto (2018 a 2021), médio (2022 a 2027) e longo prazo (2028 a 2037), além das ações contínuas. Priorizou-se a análise das ações previstas no PRGIRS/BS como de curto prazo, já que os municípios teriam até o ano de 2021 para implementá-las, segundo o Protocolo de Intenções assinado pelos municípios em 2018.

3.1 Indicadores de Desempenho Operacional e de Gestão

Para a elaboração dos indicadores de desempenho operacional foram consideradas as métricas de avaliação dos serviços de limpeza urbana estabelecidas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do Ministério das Cidades.

Os indicadores de desempenho operacional devem ser quantificáveis e devem possibilitar o controle e medição do desempenho, assim como, a análise da evolução da gestão dos resíduos. Foram definidos 36 indicadores de desempenho no PRGIRS/BS, sendo que 15 deles são referentes aos resíduos tratados no presente documento, apresentados na **Tabela 11**.

Tabela 11 – Lista de indicadores operacionais de RSU.

Indicador	Unidade	Nº de referência no SNIS 2016
Indicadores sobre coleta domiciliar e pública		
Taxa de cobertura do serviço de coleta domiciliar direta (porta-a-porta) da população urbana do município.	%	SNIS IN014
Taxa de cobertura do serviço de coleta de RSD em relação à população total do município	%	SNIS IN015
Produtividade média dos empregados na coleta em relação à massa coletada	%	SNIS IN018
Indicadores sobre coleta seletiva e triagem		
Taxa de cobertura do serviço de coleta seletiva porta-a-porta em relação à população urbana do município.	%	SNIS IN030
Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RSD + Resíduos de limpeza urbana) coletada	%	SNIS IN031
Massa recuperada per capita de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à população urbana	Kg/hab/ano	SNIS IN032
Incidência de papel e papelão no total de material recuperado	%	SNIS IN034
Incidência de plásticos no total de material recuperado	%	SNIS IN035
Incidência de metais no total de material recuperado	%	SNIS IN038
Incidência de vidros no total de material recuperado	%	SNIS IN039
Incidência de outros materiais (exceto papel, plástico, metais e vidros) no total de material recuperado	%	SNIS IN040
Taxa de material recolhido pela coleta seletiva (exceto mat. orgânica) em relação à quantidade total coletada de resíduos sól. Domésticos	%	SNIS IN053
Massa per capita de materiais recicláveis recolhidos via coleta seletiva	Kg/hab/ano	SNIS IN054
Indicadores sobre serviços de varrição, capina e roçada		
Extensão total anual varrida per capita	Km/hab/ano	SNIS IN048
Taxa de capinadores em relação à população urbana	emprego/1000 hab	SNIS IN051

Fonte: Elaborado pelos autores.

Avaliando a série histórica desses indicadores entre 2016 e 2019, foram analisados os indicadores IN014, IN030, IN031, IN032 e IN053, e estes podem ser observados na **Tabela 12**.

Tabela 12 – Série dos indicadores de desempenho operacional do SNIS para RSU.

Município	Ano	IN014	IN030	IN031	IN032	IN053
		%	%	%	Kg/(hab. x ano)	%
Bertioga	2016	92,00	35,09	1,34	7,14	1,73
	2017	94,29	42,86	2,06	11,30	2,58
	2018	93,86	42,81	2,42	13,65	2,68
	2019	93,22	48,22	1,59	8,92	2,20
	2020	98,95	47,12	1,42	8,97	1,54
Cubatão	2016	---	---	---	---	---
	2017	100,00	96,31	1,07	4,19	2,24
	2018	100,00	100,00	1,71	6,22	3,33
	2019	100,00	100,00	1,51	5,74	3,05
	2020	100,00	100,00	1,13	4,28	2,30
Guarujá	2016	100,00	15,96	1,92	9,19	---
	2017	100,00	15,85	1,78	9,13	---
	2018	60,01	25,15	0,80	3,85	---
	2019	66,01*	28,09	1,41	6,07	---
	2020	66,16	27,89	0,88	4,24	---
Itanhaém	2016	---	---	---	---	---
	2017	97,92	5,12	0,46	1,71	0,47
	2018	100,00	3,01	0,35	1,34	0,42
	2019	100,00	2,97	0,32	1,24	0,55
	2020	100,00	4,90	0,33	1,36	0,48
Mongaguá	2016	100,00	---	0,89	3,95	---
	2017	100,00	1,85	0,07	0,30	---
	2018	100,00	1,80	0,07	0,29	---
	2019	100,00	1,77	0,04	0,27	---
	2020	100,00	2,09	0,06	0,26	---
Peruíbe	2016	100,00	1,00**	---	---	---
	2017	100,00	1,00**	---	---	---
	2018	100,00	1,00**	---	---	---
	2019	100,00	1,00**	---	---	---
	2020	100,00	---	---	---	---
Praia Grande	2016	0,00	99,99	0,74	3,25	1,30
	2017	100,00	100,00	0,70	3,17	1,25
	2018	100,00	100,00	0,96	3,87	1,53
	2019	100,00	100,00	1,57	8,30	3,37
	2020	100,00	100,00	1,16	6,53	2,84
Santos	2016	100,00	100,00	1,11	4,61	---
	2017	100,00	100,00	1,33	6,37	3,08
	2018	100,00	100,00	5,59	26,05	7,18
	2019	99,92	99,92	5,20	24,35	7,60
	2020	99,84	99,84	4,52	21,15	7,38
São Vicente	2016	100,00	98,19	0,13	0,32	---
	2017	100,00	97,53	0,65	1,61	---
	2018	100,00	83,16	0,45	1,59	---
	2019	100,00	41,08	1,04	2,58	---
	2020	100,00	40,80	1,15	3,36	---

Fonte: Ministério das Cidades (2016, 2017, 2018, 2019, 2020). *No município de Guarujá, para os locais de difícil acesso são disponibilizadas caçambas, atingindo uma abrangência geral de coleta de 100 %, ** Considerando carrinheiros não cooperados/associados, em Peruíbe.

O IN014 indica que praticamente todos os municípios possuem a universalização da coleta regular de resíduos em contraponto ao IN030, onde, até o ano de 2020, apenas 2 municípios informam possuir 100 % do município abrangido pela coleta seletiva (Cubatão e Praia Grande). Ainda assim, destacam-se também os municípios de Bertioga e Guarujá que vem progressivamente aumentando a abrangência da coleta seletiva nos últimos anos.

O IN031 e IN032, indicam a taxa e quantidades de resíduos recicláveis coletados em relação aos resíduos sólidos urbanos coletados. Nestes indicadores destaca-se a faixa média ainda de recuperação de materiais em relação aos RSU abaixo de 1,33 %, com destaque apenas para o município de Santos que apresenta uma faixa em torno de 4,52 %, com um total de recuperação em torno de 21,15 kg/hab/ano. O IN053 indica a taxa e quantidades de resíduos recicláveis coletados em relação apenas aos resíduos domésticos dessa maneira com valores girando em torno de 3,15 % em média para a região, com destaque para Santos em torno de 7,38 %, no ano de 2020.

Além disso, foi analisada também a evolução dos indicadores de desempenho de gestão, que incluem o Índice de Gestão de Resíduos (IGR) avaliado pela CETESB e a posição dos municípios no ranking do Programa Município Verde-Azul, além do Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU) dos 9 municípios, que permitem acompanhar a evolução do sistema de gestão de resíduos nos municípios no período de 2016 a 2020 (**Tabela 13**).

O Município Verde-Azul compõe várias diretrizes de gestão ambiental, sendo uma delas a temática de resíduos, enquanto o IGR e o ISLU são indicadores diretos da gestão de resíduos. O IGR é composto por indicadores de resíduos sólidos, já o ISLU, é uma ferramenta estatística que tem como principal objetivo mensurar o grau de aderência dos municípios brasileiros às diretrizes e metas da Lei Federal nº 12.305/10 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) aponta forte correlação com a ausência ou insuficiência de arrecadação específica para custear o tratamento e disposição final ambientalmente correta, dada a fragilidade do orçamento municipal para este fim. Na última edição do ISLU já foi incorporada as variáveis de sustentabilidade econômico-financeira.

A **Tabela 13** mostra o IGR calculado com dados do ano de 2016 a 2019. Quanto a classificação no Município Verde-Azul, e a nota dos municípios da RMBS, compondo o ranking ambiental, entre 2016 e 2020, nota-se que a maioria dos municípios possui boa colocação com destaque para Itanhaém, Santos, Bertioga, Praia Grande e Guarujá. O município de Itanhaém é o que possui melhor classificação: ocupa a 14ª posição no estado de São Paulo, seguido de Santos, que se encontra na 22ª posição. Para os ISLU, não são todos os municípios que se adequam aos critérios, mas destacam-se os bons índices dos municípios de Santos, São Vicente e Mongaguá.

Tabela 13 – Evolução histórica dos indicadores de gestão.

Municípios	Ano	Ranking ambiental dos municípios da RMBS, segundo o Programa Município VerdeAzul		Sumário histórico do IGR para os municípios da RMBS		Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana (ISLU)
		Nota Final	Colocação	IGR	Classificação	
Bertioga	2016	84,5	47	Não informado		Não possui
	2017	90,08	10	6,9	Mediana	Não possui
	2018	83,31	51	6,3	Mediana	Não possui
	2019	81,8	78	7,5	Mediana	Não possui
	2020	88,63	42	Não disponível		493
Cubatão	2016	4,87	534	Não informado		Não possui
	2017	26,91	286	Não informado		Não possui
	2018	24,83	266	2,7	Ineficiente	Não possui
	2019	26,94	273	Não informado		Não possui
	2020	10,34	331	Não disponível		Não possui
Guarujá	2016	31,09	267	Não informado		692
	2017	32,7	250	Não informado		661
	2018	48,02	162	6,1	Mediana	677
	2019	72,96	114	Não informado		697
	2020	84,26	68	Não disponível		492
Itanhaém	2016	88,38	31	Não informado		Não possui
	2017	90,85	9	7,6	Mediana	Não possui
	2018	52,21	146	Não informado		Não possui
	2019	89,65	35	7,7	Mediana	Não possui
	2020	93,09	14	Não disponível		Não possui
Mongaguá	2016	7,36	503	Não informado		Não possui
	2017	10,27	403	6,6	Mediana	Não possui
	2018	7,56	465	Não informado		Não possui
	2019	25,99	277	Não informado		Não possui
	2020	8,29	443	Não disponível		702
Peruíbe	2016	3,18	549	Não informado		Não possui
	2017	7,18	527	Não informado		Não possui
	2018	8,19	440	Não informado		Não possui
	2019	24,64	282	5,4	Ineficiente	Não possui
	2020	9,29	391	Não disponível		Não possui
Praia Grande	2016	55,2	173	Não informado		659
	2017	15,96	343	6,8	Mediana	650
	2018	69,15	94	6,4	Mediana	650
	2019	86,54	51	7,6	Mediana	667
	2020	84,63	67	Não disponível		502
Santos	2016	77,59	86	Não informado		737
	2017	80,88	44	7,9	Mediana	736
	2018	85,31	38	7,6	Mediana	729
	2019	89,22	37	7,9	Mediana	743
	2020	92,24	22	Não disponível		760
São Vicente	2016	0,14	572	Não informado		627
	2017	30,4	263	7,2	Mediana	701
	2018	34,33	221	Não informado		706
	2019	50,68	176	6,8	Mediana	686
	2020	66,31	128	Não disponível		658

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (2020); DATAGEO (2021); PwC (2020).

A **Tabela 13** mostra o IGR calculado com dados do ano de 2016 a 2019. Quanto a classificação no Município Verde-Azul, e a nota dos municípios da RMBS, compondo o ranking ambiental, entre 2016 e 2020, nota-se que a maioria dos municípios possui boa colocação com destaque para Itanhaém, Santos, Bertioga, Praia Grande e Guarujá. O município de Itanhaém é o que possui melhor classificação: ocupa a 14ª posição no estado de São Paulo, seguido de Santos, que se encontra na 22ª posição. Para os ISLU, não são todos os municípios que se adequam aos critérios, mas destacam-se os bons índices dos municípios de Santos, São Vicente e Mongaguá.

3.2 Ações Municipais de Melhoria na Gestão dos RSU

Para a análise das ações de melhoria na gestão de resíduos, foi utilizado como base as estratégias propostas no PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018), considerando as ações de curto, médio e longo prazo, e as ações contínuas, conforme apresentadas na **Tabela 14**. No Apêndice A pode ser observada cada ação proposta no PRGIRS/BS, de forma detalhada, com a classificação de implementação em curto, médio e longo prazo, além das ações contínuas.

Conforme pode ser observado, grande parte das ações propostas, principalmente em relação à Diretriz 1, apresentavam previsão de implantação em curto prazo. Os municípios apresentaram diversas ações de melhoria na gestão dos resíduos, ainda que não regionalizadas.

A **Tabela 15** apresenta as estratégias 2.6 e 2.7, referentes à gestão dos petrechos de pesca e a 2.8 acerca do gerenciamento dos resíduos flutuantes e de locais de difícil acesso. De forma geral, quanto às ações identificadas ou reportadas pelos municípios, como atendendo à estas estratégias, estão mais presentes na temática de gestão dos resíduos flutuantes e de difícil acesso (estratégia 2.8) quando comparadas a estratégia de gestão dos petrechos de pesca (2.6 e 2.7). São ações de educação ambiental buscando divulgar o tema e alguns exemplos de instalação de pontos de coleta desse tipo de resíduos. Ainda que não regionalizadas, as ações representam um amadurecimento das prefeituras na abordagem do tema, visto que nos planos municipais (anteriores ao PRGIRS/BS) o tema “petrechos de pesca” era praticamente inexistente.

Para a estratégia 2.8 existem diversas ações de educação ambiental promovidas na baixada santista. O Programa Verão no Clima da SIMA representa o projeto de educação ambiental que está presente na maioria dos municípios da baixada. Também foram reportadas instalações de pontos de coleta de resíduos e previsão de instalação de Ecobarreiras em canais de drenagem em Santos e São Vicente.

As ecobarreiras são iniciativas que representam avanços no combate ao lixo no mar, pois poderão diminuir a quantidade de resíduos que adentram na orla, uma vez que uma quantidade significativa é descartada irregularmente, tendo como destino final as drenagens urbanas.

As **Tabelas 16 a 24** apresentam ações implantadas, por cada município, no período de 2018 a 2021 dentro de cada estratégia proposta. Destaca-se que, na Diretriz 2, não aparecem as estratégias relacionadas aos resíduos da construção civil e aos resíduos de serviços de saúde.

Tabela 14 – Diretrizes propostas no PRGIRS/BS.

Estratégia	Descrição	Número de ações por prazo			
		Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo	Ações contínuas
Estratégia 1.1	Estímulo ao consumo consciente e reaproveitamento de materiais	1	1	0	3
Estratégia 1.2	Segregação dos resíduos e tratamento local dos orgânicos nas residências	6	0	0	0
Estratégia 1.3	Segregação dos resíduos e tratamento dos orgânicos nos grandes geradores públicos e privados	15	0	0	0
Estratégia 1.4	Implantação e universalização da coleta seletiva	2	4	3	0
Estratégia 1.5	Disponibilização de dispositivos para entrega voluntária dos resíduos	4	0	0	0
Estratégia 1.6	Inclusão das cooperativas de triagem no sistema da coleta seletiva	4	1	2	3
Estratégia 1.7	Coleta, recuperação e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos de logística reversa	8	2	2	12
Estratégia 1.8	Coleta e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos volumosos	5	1	0	0
Estratégia 1.9	Processamento e tratamento de resíduos mistos advindos da coleta regular	0	3	3	0
Estratégia 1.10	Instrumentos legais e fiscalizatórios	10	1	0	0
Estratégia 2.1	Elaboração e implantação de planos de gerenciamento relacionados aos resíduos de limpeza urbana	7	0	0	3
Estratégia 2.2	Ampliação e melhoria do sistema de limpeza urbana	14	2	2	6
Estratégia 2.6	Disposição final ambientalmente adequada dos resíduos de pesca	2	1	0	1
Estratégia 2.7	Gestão dos petrechos de pesca perdidos, abandonados ou descartados (PP-PAD) no litoral	2	0	0	3
Estratégia 2.8	Gestão de resíduos flutuantes e de áreas de difícil acesso	2	2	0	4
Estratégia 3.1	Elaboração de planos municipais de educação ambiental	7	5	3	0
Estratégia 3.2	Formação e capacitação de pessoas	2	2	3	3
Estratégia 3.3	Campanhas visando redução e reutilização dos resíduos sólidos	3	1	1	1
Estratégia 3.4	Orientação da separação e tratamento na fonte e descarte adequado dos resíduos	8	2	0	0
Estratégia 3.5	Comunicação e divulgação	6	4	3	3
Estratégia 3.6	Combate à disposição irregular de resíduos	0	0	0	1
Estratégia 3.7	Valorização de boas práticas	1	2	1	0

Fonte: Elaborado pelos autores..

Tabela 15 – Ações atribuídas as prefeituras para as estratégias 2.6, 2.7 e 2.8.

Municípios	Estratégias 2.6 e 2.7	Estratégia 2.8
Bertioga	Ponto de recebimento de petrechos de pesca. Operação realizada pela Cooperativa.	Convênio com a ABRELPE (em mar/19). Ações de educação ambiental: evento “Navegar é preservar”, Programa Lixo zero (2021-2022), Projeto Verão no Clima (SIMA, 2018-2022), Programa Lixo Fora d’Água (2019-2022), Ações de coleta e gravimetria dos resíduos da faixa de areia, Mutirões de limpeza
Cubatão	Não foram identificadas ou reportadas ações nessa temática pela prefeitura	Ações de educação ambiental: “Navegar é preservar (2021)”, Projeto Verão no Clima (SIMA, 2020-2022) e mutirões de limpeza no rio Cubatão
Guarujá	Projeto Nossos Mares e o Centro de Gerenciamento que está em andamento, com previsão da instalação, a curto prazo, de um novo transbordo e 2 cooperativas e a instalação do protótipo no Perequê que está em andamento	Projetos “Nossos Mares”, “Beat Plastic Pollution”, “Caminhos da Mata”, SOS Rio do Peixe, “Viva Água”
Itanhaém	Não foram identificadas ou reportadas ações nessa temática pela prefeitura	“Quiosque no Clima” (2018)
Mongaguá	Campanhas educativas para os ambulantes, pescadores e visitantes das praias. Previsão de instalação de ponto de recolhimento de petrechos de pesca	Campanhas educativas para os ambulantes, pescadores e visitantes das praias. Programa “Verão no Clima (SIMA, 2018-2022)” e ações junto aos catadores
Peruíbe	Ações periódicas de limpeza de praias com ONGs como AMBIECCO, ECOMOV e parcerias em ações de conscientização com o Instituto Greomar e BIOPESCA	Não foram identificadas ou reportadas ações nessa temática pela prefeitura
Praia Grande	Parceria com o Instituto Greomar. Parceria com o Instituto Biopesca no programa “PESCADOR AMIGO”	Programa “Verão no Clima (SIMA, 2018-2022)” e ações de mutirão de limpeza de praia
Santos	Lei nº 3.935 de 12/11/2021. Programa Pesca Fantasma e Convênio com o Instituto Greomar	“Lei nº 3.935 (12/11/2021) e Lei 1.147 Previsão de instalação de Eco-barreiras Ações de educação ambiental: Eco-faxina (desde 2010), Beco-limpo (2022), Projeto Palafitas (2021-2022), Projeto “Lixo Fora D’Água (2018-2022)”, Operação Areia Limpa (2020-2022), Programa Recicla Praia (2019-2022)”
São Vicente	Ponto de recolhimento (em parceria com o instituto Greomar). Projeto Ecomar, instalação de PEVs, realização de mutirões de limpeza e estratégias de ampliação da fiscalização	Projeto Ecomar. Ações de educação ambiental: Programa “Verão no Clima (SIMA, 2020-2022)”, Projeto Eco-mangue (2021)

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.1. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Bertioga

As ações que se destacam para o município de Bertioga, conforme apresentado na **Tabela 16**, são: o Convênio firmado com a ABRELPE (termo de cooperação - em março/19), com o objetivo de planejar ações de combate à poluição no mar. Também foram identificadas ações de educação ambiental como o evento “Navegar é preservar”, “Verão no Clima” (SIMA, 2018-2022), Programa Lixo Zero (2021-2022), Programa Lixo Fora d’Água (2019-2022), ações de coleta e determinação da composição dos resíduos da faixa de areia, entre outros mutirões de limpeza.

Outra ação foi o Projeto Piloto, denominado de Reciclus, que implementou, em um determinado bairro do município, a segregação na fonte em 3 frações (orgânicos, recicláveis e rejeito) com disponibilização de contentores, atendendo a estratégia 1.5 de disponibilização de dispositivos para a entrega voluntária de resíduos. O projeto teve contou com a implantação de equipamentos de segregação de resíduos mistos e um biodigestor de tratamento de resíduos orgânicos de pequenos e/ou grandes geradores, atendendo a Estratégia 1.3 sobre tratamento de resíduos orgânicos de grandes geradores. Os equipamentos do Projeto Reciclus foram instalados no ano de 2017/2018 na Central de Tratamento de Resíduos do município.

Quanto a estratégia 1.2, sobre o tratamento de resíduos orgânicos nas residências, o município estimula a compostagem doméstica por meio de oficinas de doação de composteiras. Sobre a implantação e universalização da coleta seletiva (Estratégia 1.4), o município de Bertioga atingiu 100 % da área urbana do município abrangida pela coleta seletiva. Sobre a inclusão de cooperativas de triagem no sistema de coleta seletiva (Estratégia 1.6), Bertioga apresenta compromisso formal com a cooperativa, firmado a partir de contrato.

Com relação às ações de logística reversa (Estratégia 1.7), o município possui ações de fiscalização e acompanhamento para todos os resíduos da logística reversa, com destaque para: Pneus inservíveis, óleo Comestível, lâmpadas, medicamentos, óleo lubrificante, embalagens de óleo lubrificante, pilhas e baterias, eletroeletrônicos.

Com relação ao processamento e tratamento de resíduos mistos da coleta regular (Estratégia 1.9), o município de Bertioga possui o sistema de separação semimecanizada, em escala piloto, já mencionado, instalado pelo projeto Reciclus na Central de Tratamento de Resíduos.

Sobre os instrumentos legais e fiscalizatórios (Estratégia 1.10), o município criou a taxa de resíduos, lei 165/2021, sendo a cobrança enviada junto ao IPTU. Sobre a ampliação e melhoria do sistema de limpeza urbana (Estratégia 2.2), a prefeitura apresenta o serviço denominado "Cata Poda" que funciona por agendamento e coleta regular.

Quanto às estratégias referentes à gestão dos petrechos de pesca e acerca do gerenciamento dos resíduos flutuantes e de locais de difícil acesso (Estratégias 2.6, 2.7 e 2.8), o município tem parceria junto ao Instituto Gremar que tem instalado coletores de recolhimento de petrechos de pesca. Além disto, o município, em parceria com a cooperativa de Bertioga, também tem um ponto instalado para recebimento de petrechos de pesca.

Na Diretriz 3, a elaboração de planos municipais de educação ambiental (Estratégia 3.1), Bertioga indica a existência de programas de educação ambiental aprovadas por lei. Com relação a formação e capacitação de pessoas (estratégia 3.2), Bertioga possui oficinas de compostagem doméstica além de um projeto de capacitação específica para resíduos sólidos, junto aos professores da Rede de ensino, sendo uma parceria da Secretaria de Meio Ambiente e da SEDUC.

Com relação às campanhas visando redução e reutilização de resíduos sólidos (Estratégia 3.3), Bertioga possui um roteiro de educação ambiental com estudantes do Ensino Fundamental II, abordando redução na geração e consumo, separação e coleta de resíduos. Sobre a orientação da separação, tratamento na fonte e descarte dos resíduos (Estratégia 3.4), Bertioga, possui ações educacionais em escolas ou por associações. Para a comunicação e divulgação (Estratégia 3.5), são realizadas divulgação de vídeos didáticos sobre Coleta seletiva e Resíduos Volumosos, cartilhas de RCC e Logística Reversa, Palestras sobre coleta mecanizada e disposição de resíduos em contentores.

Sobre o combate à disposição irregular de resíduos (Estratégia 3.6), Bertioga possui o projeto "Lixo fora d'água". Por fim, em relação à valorização de boas práticas (Estratégia 3.7), Bertioga citou a cartilha de RCC e logística reversa.

Tabela 16 – Ações de melhorias na gestão dos RSU no município de Bertioga

Estratégias	Ações - Bertioga
Estratégia 1.2	Oficina e doação de composteiras
Estratégia 1.3	O Projeto Reciclos instalou um Biodigestor, em escala piloto, com capacidade de tratamento de, aproximadamente, 40 t/mês de resíduos orgânicos, provenientes de grande e/ou pequenos geradores
Estratégia 1.4	O Projeto Reciclos instalou equipamentos de triagem semimecanizada de resíduo misto, em escala piloto, para a recuperação de materiais recicláveis pela Coopersubert
Estratégia 1.5	Foram distribuídos novos Locais de Entrega Voluntária (LEVs) no município
Estratégia 1.6	Contratação da cooperativa de catadores –COORB.
Estratégia 1.7	Foram definidos novos Pontos de coleta de resíduos da logística reversa
Estratégia 1.8	Operação Cata Treco e 2 ecopontos de destinação de volumosos
Estratégia 1.9	O Projeto Reciclos instalou equipamentos de triagem semimecanizada, em escala piloto, para a recuperação de materiais recicláveis de resíduos advindos da coleta regular
Estratégia 1.10	Criação da Taxa de resíduos, lei 165/2021, cálculo de cobrança realizada separada do cálculo do IPTU
Estratégia 2.1	Plano Municipal de gestão integrada de resíduos sólidos: Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: Item 4.9 -Resíduos sólidos e limpeza urbana (pág. 33)
Estratégia 2.2	Utilização de coleta mecanizada; distribuição de novos contentores de resíduos (secos e úmidos) nas ruas, Seleção de um bairro para a implantação da segregação dos resíduos em orgânicos, rejeitos e recicláveis com distribuição de contentores – Projeto Reciclos.
Estratégia 2.7	Ponto de recebimento de petrechos de pesca. Operação realizada pela Cooperativa. GREMAR atua no município
Estratégia 2.8	Convênio com a ABRELPE (em mar/19). Ações de educação ambiental: evento “Navegar é preservar”, Programa Lixo zero (2021-2022), Projeto Verão no Clima (SIMA, 2018-2022), Programa Lixo Fora d’Água (2019-2022), Ações de coleta e gravimetria dos resíduos da faixa de areia, Mutirões de limpeza
Estratégia 3.1	Projeto de Lei 6906/2020 -Educação Ambiental
Estratégia 3.2	Oficinas de Compostagem e a Secretaria de Meio Ambiente em parceria com a SEDUC tem o projeto de capacitação específica para resíduos sólidos junto a todos os professores da Rede de ensino.
Estratégia 3.3	Roteiro de educação ambiental com alunos do Ensino Fundamental II, abordando geração e consumo, separação e coleta de resíduos e formas para minimizar o descarte.
Estratégia 3.4	Elaboração de vídeos educativos sobre Coleta Seletiva
Estratégia 3.5	Elaboração e divulgação de vídeos didáticos (Coleta seletiva, Resíduos Volumosos), cartilhas (RCC e Logística Reversa), Palestras sobre coleta mecanizada e disposição de resíduos em contentores
Estratégia 3.6	Projeto “Lixo fora D’água”
Estratégia 3.7	Produção da Cartilha de Resíduos de Construção Civil e Cartilha de Logística Reversa

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.2. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Cubatão

Para o município de Cubatão (**Tabela 17**) com relação à Estratégia 1.1, que diz respeito ao consumo consciente e reaproveitamento de materiais, Cubatão implementou a Agenda A3P e os Projetos e Ações do Município Verde e Azul. Com relação à segregação dos orgânicos e tratamento nas residências (Estratégia 1.2), o município contém o Projeto “Minhoca Amiga” que incentiva a realização da compostagem doméstica e escolar.

Quanto à Estratégia 1.4, sobre a universalização da coleta seletiva, o município atingiu a abrangência de 100 % da Coleta Seletiva implantada na área urbana do Município. Quanto à Estratégia 1.5, de disponibilização de dispositivos para a entrega voluntária de resíduos, o município possui 50 PEVs e LEVs instalados e possui projetos para instalação de ECOPONTOS.

Com relação às ações de logística reversa (Estratégia 1.7), o município implementou a Lei 116 de 22 de dezembro de 2020 e adotou uma série de ações de fiscalização e organização do sistema de logística reversa no Município.

Com relação ao processamento e tratamento de resíduos mistos da coleta regular (Estratégia 1.9), o município possui ações de educação Ambiental incentivando a separação dos recicláveis, à processos de compostagem e à logística reversa.

Quanto às estratégias referentes à gestão dos petrechos de pesca e acerca do gerenciamento dos resíduos flutuantes e de locais de difícil acesso (Estratégias 2.6, 2.7 e 2.8), o município possui ações de educação ambiental: “Navegar é preservar (2021)”, Projeto Verão no Clima (SIMA, 2020-2022) e mutirões de limpeza no rio Cubatão

Tabela 17 – Ações de melhorias na gestão dos RSU no município de Cubatão

Estratégias	Cubatão
Estratégia 1.1	Implantação da Agenda A3P e dos Projetos e Ações do Município Verde e Azul
Estratégia 1.2	Projeto Minhoca Amiga – Compostagem que incentiva as famílias a partir de projeto nas escolas a realização da compostagem com os resíduos orgânicos em casa.
Estratégia 1.4	Realização e participação na Coleta Seletiva implantada em toda área urbana do Município.
Estratégia 1.5	PEVs e LEVs instalados na cidade em número de 50 pontos e projetos para instalação de ECOPONTOS.
Estratégia 1.6	Participação no Programa de Coleta Seletiva a partir de chamamento Público pela Lei 13.019.
Estratégia 1.7	Com a implantação da Lei 116 de 22 de dezembro de 2020 o Município adotou uma série de ações de fiscalização e organização do sistema de logística reversa no Município.
Estratégia 1.8	A cidade está em processo de contratação por licitação de empresa para atuar na gestão dos resíduos de construção civil, demolição e volumosos a ser implantada ainda no ano de 2021.
Estratégia 1.9	Os resíduos para além dos projetos de educação Ambiental incentivando a separação dos recicláveis, dos projetos com a compostagem e logística reversa, destina seus resíduos para aterro sanitário devidamente licenciado e controlado.
Estratégia 1.10	Todo o marco legal citado acima, para além da Lei de Crimes Ambientais, quando necessária à aplicação.
Estratégia 2.8	Ações de educação ambiental: “Navegar é preservar (2021)”, Projeto Verão no Clima (SIMA, 2020-2022) e mutirões de limpeza no rio Cubatão

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.3. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Guarujá

Para o município de Guarujá (**Tabela 18**), este se destacou com a previsão da construção de um novo Centro de Gerenciamento de Resíduos, em fase de licitação, que prevê a instalação, a curto prazo, de um transbordo de resíduos e dois galpões de triagem da coleta seletiva. A médio prazo, o Centro de Gerenciamento terá a implantação de sistema compostagem de resíduos orgânicos e resíduos de poda; de segregação, tratamento e reaproveitamento de Resíduos da Construção Civil (RCC) e à longo prazo de tratamento e reaproveitamento de resíduos mistos da coleta regular. Existe ainda um projeto piloto onde 6 biodigestores transformam material orgânico oriundo de resíduos em biogás, para reaproveitamento pela comunidade tradicional denominada Prainha Branca.

Sobre a implantação e universalização da coleta seletiva (Estratégia 1.4), o programa de coleta seletiva atende 9 pontos da cidade, incluindo regiões administrativas, além de condomínios residenciais e prédios públicos do município. Além disto, a Prefeitura contratou duas Cooperativas de Catadores (Mundo Novo e Recicla Mais), aumentando a área de cobertura da coleta seletiva de 16 % em 2016 para 100% no ano de 2019, visto que há três cooperativas cadastradas prestando os serviços de atendimento porta-a-porta e por PEVs. Quanto à Estratégia 1.5, de disponibilização de dispositivos para a entrega voluntária de resíduos, o município possui instalado 26 PEVs pela cidade, sendo 12 estações de sustentabilidade (PEVs) e 14 PEVs do programa “Reciclou, Ganhou!” (referentes ao ano de 2022).

Sobre a inclusão de cooperativas de triagem no sistema de coleta seletiva (Estratégia 1.6), Guarujá apresenta compromisso formal com as cooperativas, firmado a partir de contrato.

Com relação ao processamento e tratamento de resíduos mistos da coleta regular (Estratégia 1.9), conforme mencionado, o município prevê a instalação, à longo prazo, de um sistema de separação semimecanizadas com reaproveitamento dos materiais recicláveis, que são encaminhados para a cooperativa de triagem, assim como o reaproveitamento dos resíduos orgânicos.

Com relação à elaboração e implantação de planos de gerenciamento de resíduos de limpeza urbana (Estratégia 2.1), estes foram abordados no plano municipal de resíduos, assim como o plano de arborização urbana e áreas verdes, contemplando manutenção e poda regular.

Sobre a ampliação e melhoria do sistema de limpeza urbana (Estratégia 2.2), Guarujá criou o decreto Nº 14.503/2021 que regulamenta a Lei nº 4.469, de 07 de dezembro de 2017, que proíbe o descarte de qualquer tipo de resíduo nos logradouros públicos do município ou fora dos equipamentos destinados a este fim e autoriza o poder executivo a instituir multa. Guarujá possui também o serviço “Cata Coisa”, que funciona mediante agendamento, assim como prevê a instalação de sistema de beneficiamento de resíduos volumosos inservíveis no novo Centro de Gerenciamento de Resíduos.

Para as estratégias 2.6 e 2.7, Guarujá indicou o projeto “Nossos Mares”, envolvendo a coleta, gravimetria e destinação dos resíduos recolhidos acidentalmente em redes de arrasto utilizadas pelos pescadores artesanais membros da ONG SOS Rio do Peixe. Também possuem ações de educação ambiental como “Beat Plastic Pollution”, “Caminhos da Mata”, além da realização de mutirões de limpeza no entorno das nascentes que serão recuperadas pelo projeto “Viva Água”.

Importante frisar o projeto “Nós da Ação” realizado pelo Instituto EcoSurf, em parceria com a Universidade Federal de São Paulo e Secretaria de Meio Ambiente de Guarujá, que tem como objetivo diagnosticar os resíduos que são originados do mar durante a pesca de arrasto, e criar um protocolo colaborativo para que pescadores possam usufruir da Política de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA - Lei No 14.119/21) ao se engajarem de forma segura, sistemática e vantajosa no recolhimento de resíduos sólidos do mar durante suas atividades de pesca.

Na Diretriz 3, a elaboração de planos municipais de educação ambiental (Estratégia 3.1), a prefeitura do Guarujá apresentou, no ano de 2020, Plano Municipal de Educação Ambiental (fase I), bem como possuem a LEI Nº 4.391/2017, que dispõe sobre a inclusão de estudos básicos sobre tratamento e destinação do lixo no currículo das escolas municipais; a LEI Nº 4.812/2020, que Institui a Política Municipal de Educação Ambiental de Guarujá, e dá outras providências.

Com relação à formação e capacitação de pessoas (Estratégia 3.2), Guarujá indicou a capacitação de 52 agentes ambientais, pelo curso de agentes ambientais comunitários até o ano de 2021.

Com relação às campanhas visando redução e reutilização de resíduos sólidos (Estratégia 3.3), Guarujá citou parcerias com entidades e outros órgãos (Verão no Clima, Abiove, Plastivida, Ecoponto Inter Religioso, Marina Nacionais, Repsol Sinopec e TEG-TEAG), além da implantação do projeto piloto RSciclo, Campanha PapaLacre, PapaTampinha, PapaBlister (mais de 500 pontos de coleta), Projeto Biblioteca Cidadã, e implantação de hortas nas escolas. Implantaram também uma Política Pública (Lei Municipal n 5.031/2022) de “Moeda Verde” junto com ONG Espaço Urbano, onde a população pode trocar recicláveis por produtos de primeira necessidade, produtos ecológicos, culturais, de esporte e educacionais nas lojas de eco trocas instaladas no município.

Adicionalmente, a Prefeitura Municipal de Guarujá conta com o apoio do Conselho Municipal de Saneamento Ambiental, criado pela Lei nº 4832/2020.

Sobre a orientação da separação, tratamento na fonte e descarte dos resíduos (Estratégia 3.4), Guarujá possui ações educacionais em escolas ou por associações, com destaque para os ciclos de palestras “Papo Verde” e “Vamos Cuidar da Nossa Cidade”, bem como as oficinas e palestras para implantação de hortas comunitárias nos CRAS. O município também conta com a cartilha Recicla Guarujá, já mencionada anteriormente, e a existência da ECO ESCOLAS no município, onde são realizadas ações de orientação de separação, tratamento na fonte e descarte dos resíduos.

Para a comunicação e divulgação (Estratégia 3.5), são realizadas por meio das entidades da logística reversa e o Diário Oficial. Sobre o combate à disposição irregular de resíduos (Estratégia 3.6), Guarujá possui fiscalização do porto e rastreabilidade de produtos a granel.

Por fim, em relação à valorização de boas práticas (Estratégia 3.7), Guarujá indicou projetos de retirada de resíduos em áreas de palafita e manguezais e apoio às cooperativas, bem como a realização anual do concurso de vídeo socioambiental “Olhar Sustentável”.

Tabela 18 – Ações de melhorias na gestão dos RSU no município de Guarujá

Estratégias	Guarujá
Estratégia 1.1	Contratação com cooperativas, instalação de 9 PEVs, e implantação de mais 8 unidades até junho/2021.
Estratégia 1.2	“Abordaremos o tratamento dos orgânicos no Plano Municipal de Saneamento Ambiental. Projeto Piloto de compostagem em hortas urbanas em Vicente de Carvalho. Projeto piloto de tratamento de resíduos orgânicos em 6 biodigestores com reaproveitamento do biogás para cozimento de alimentos, na Comunidade Tradicional denominada Prainha Branca.”
Estratégia 1.4	Programa Coleta Seletiva (9 pontos); em modo piloto levando inovação na tecnologia para fiscalizar, Processo de inclusão de mais cooperativas. Previsão de aquisição de 5 estações de sustentabilidade (PEVs) e, em agosto de 2021, foi lançado edital de chamamento para cadastramento de condomínios interessados em fazer parte do sistema de coleta seletiva.
Estratégia 1.5	Desde 2017 conta com 78 pontos de entrega voluntária, 9 PEVs e projeto em andamento para a instalação de mais unidades.
Estratégia 1.6	Contrato firmado com a cooperativa Mundo Novo desde 2017. A cooperativa contratada realiza a triagem do material in loco. Está prevista a contratação de mais uma cooperativa, a Recicla+.
Estratégia 1.7	Implantação de 6 novos pontos de coleta de óleo: Paço da Prefeitura; Escola Mário Cerqueira (Perequê); Escola Valéria Cristina (Morrinhos); Escola Jafet (Santa Rosa); Escola Sergio Pereira (Enseada); Escola 1º de Maio (Vicente de Carvalho)
Estratégia 1.8	Serviço “Cata Coisa” (funciona de Seg. à Sáb, mediante agendamento via telefone e WhatsApp); Implantação de Centro de Gerenciamento de Resíduos sólidos, contendo espaço para beneficiamento de RCC e resíduos volumosos inservíveis (em fase de licitação).
Estratégia 1.9	Centro de Gerenciamentos de Resíduos (em fase de licitação).
Estratégia 1.10	Contrato de prestação de serviço e fiscalização; Lei de Logística Reversa, prevendo multas; Plano Municipal de Resíduo; Lei 4110/2014 que trata da geração de resíduos dos condomínios; DECRETO Nº 14.503/2021 - Regulamenta a Lei nº 4.469, de 07 de dezembro de 2017, que proíbe o descarte de qualquer tipo de lixo nos logradouros públicos no Município de Guarujá, fora dos equipamentos destinados a este fim e autoriza o poder executivo a instituir multa, e dá outras providências. LEI COMPLEMENTAR Nº 279/2020 - “Acrescenta dispositivos à Lei Complementar nº 38, de 24 de dezembro de 1997, que institui o Código Tributário do Município do Guarujá, institui o Fundo Municipal de Limpeza Urbana - FMLU e dá outras providências. DECRETO Nº 12.765/2018 - Regulamenta o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município, no que se refere ao tema: Gestão de Resíduos de Grandes Geradores e à obrigatoriedade de coleta, transporte, tratamento, destinação dos resíduos sólidos e disposição final dos rejeitos, provenientes dos Grandes Geradores; Lei 4479/2017 - “Define as diretrizes para implementação e operacionalização da logística reversa (responsabilidade pós-consumo) no Município de Guarujá, e dá outras providências.” Lei Municipal n 5.031/2020 – “moeda verde” incentivo à reciclagem
Estratégia 2.1	O Plano Municipal de Resíduo aborda a limpeza urbana.
Estratégia 2.2	Decreto Nº 14.503/2021 que Regulamenta a Lei nº 4.469, de 07 de dezembro de 2017, que proíbe o descarte de qualquer tipo de lixo nos logradouros públicos no Município de Guarujá, fora dos equipamentos destinados a este fim e autoriza o poder executivo a instituir multa, e dá outras providências. Central de compostagem; Unidade de Biodigestão; Unidade de pré-tratamento e adensamento de resíduos de poda de árvore; entre outros” - Além da central de compostagem a ser implantada no CGRS, a PMG, em parceria com universidades, está estudando e implantando biodigestores em comunidades não atendidas pelo saneamento básico.
Estratégia 2.6	O Centro de Gerenciamento e a instalação do protótipo no Perequê que está em andamento e o projeto Nossos Mares
Estratégia 2.7	Estão previstos no Centro de Gerenciamento, com localização em Perequê e o projeto Nossos Mares
Estratégia 2.8	Ações educacionais como Projetos “Nossos Mares”, “Beat Plastic Pollution”, “Caminhos da Mata”, SOS Rio do Peixe, “Viva Água”
Estratégia 3.1	“1ª fase do diagnóstico concluída. Em processo de contratação da 2ª fase de formulação de programas. LEI Nº 4.391/2017 - Dispõe sobre a inclusão de estudos básicos sobre tratamento e destinação do lixo no currículo das escolas municipais; LEI Nº 4.812/2020 - Institui a Política Municipal de Educação Ambiental de Guarujá, e dá outras providências”
Estratégia 3.2	Foram capacitados 32 agentes até o atual momento, com projeto de capacitação de mais 10 agentes no Perequê. LEI Nº 4.391/2017 - Dispõe sobre a inclusão de estudos básicos sobre tratamento e destinação do lixo no currículo das escolas municipais.
Estratégia 3.3	Parcerias de entidades com a Prefeitura: Verão no Clima; Abiove; Plastivida; Eco ponto Inter Religioso.
Estratégia 3.4	Programas Educacionais das associações que realizam a logística reversa; Plastivida; Logística de latas de tinta.
Estratégia 3.5	Por meio das entidades da logística reversa e o Diário Oficial.
Estratégia 3.6	Ampla fiscalização do porto; Rastreabilidade de produtos a granel no porto evitando descarte irregular no município.
Estratégia 3.7	Projeto Alimentando Bem em parceria com a Prefeitura, doa alimentos em troca da comunidade retirar o lixo do em torno das palafitas; S.O.S Rio do peixe, em parceria com a Prefeitura, realiza educação ambiental e mutirão de limpeza na área de ecossistema de manguezal; 1ª cidade que realiza a Logística Reversa de latas de tinta; Disponibilização de caminhões e galpões para cooperativas; Loteamento público para uso da triagem; Apoio indireto no que tange a coleta seletiva; Cessão de uso 1 caminhão por cooperativa

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.4. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Itanhaém

Sobre a implantação e universalização da coleta seletiva (Estratégia 1.4), o município de Itanhaém (**Tabela 19**) possui mais uma cooperativa de triagem da coleta seletiva (Cooperlis). Sobre a ampliação e melhoria do sistema de limpeza urbana (Estratégia 2.2), Itanhaém possui implementado o Sistema Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, Verdes e Volumosos (SIMGER).

Na Diretriz 3, a elaboração de planos municipais de educação ambiental (Estratégia 3.1), Itanhaém possui a aprovação do Programa Municipal de Educação Ambiental (Decreto nº 3974/2020). Com relação à formação e capacitação de pessoas (Estratégia 3.2), Itanhaém citou oficinas de compostagem doméstica e algumas ações pontuais de educação ambiental como o Evento “Quiosque no Clima” de 2018.

Com relação às campanhas visando redução e reutilização de resíduos sólidos (Estratégia 3.3), Itanhaém possui os programas “Tampinha Solidária” e “Lacre do Bem”. Sobre a orientação da separação, tratamento na fonte e descarte dos resíduos (Estratégia 3.4), Itanhaém possui o “Projeto Tudo se Transforma” executado pelo Centro de Educação Ambiental aos alunos de 3º e 4º ano.

Para a comunicação e divulgação (Estratégia 3.5), são utilizados o Espaço no Boletim Oficial e o Site da Prefeitura para divulgação dos serviços de coleta, ecopontos e campanhas. Sobre o combate à disposição irregular de resíduos (Estratégia 3.6), Itanhaém realiza o mapeamento de áreas de descarte irregular e ações de retirada.

Tabela 19 – Ações de melhorias na gestão dos RSU no município de Itanhaém

Estratégias	Itanhaém
Estratégia 1.4:	Nova Cooperativa de triagem - Cooperlis
Estratégia 1.5:	4 Ecopontos Municipais em funcionamento
Estratégia 1.6:	Coleta Seletiva realizada em parceria com a cooperativa Coopersol Reciclando
Estratégia 1.7:	Encaminhamento de minuta de lei para Câmara Municipal.
Estratégia 1.8:	4 Ecopontos Municipais em funcionamento
Estratégia 1.10:	Lei 4.111/2016 e Dec. 3578/2017
Estratégia 2.2:	SIMGER- Sistema Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, Verdes e Volumosos.
Estratégia 3.1:	Aprovação de Programa Municipal de Educação Ambiental (Decreto nº 3974/2020)
Estratégia 3.2:	Palestra de Compostagem Doméstica à população
Estratégia 3.3:	Campanha Tampinha Solidária que beneficia animais de rua e Campanha Lacre do Bem que beneficia pessoas com deficiência física
Estratégia 3.4:	Projeto Tudo se Transforma executado pelo Centro de Educação Ambiental aos alunos de 3º e 4º ano
Estratégia 3.5:	Espaço no Boletim Oficial e Site da Prefeitura para divulgação dos serviços de coleta, ecopontos e campanhas
Estratégia 3.6:	Mapeamento de áreas de descarte irregular de resíduos, ação de retirada e proposta de recuperação

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.5. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Mongaguá

Com relação à segregação dos orgânicos e tratamento nas residências (Estratégia 1.2), o município de Mongaguá (**Tabela 20**) realiza programas de compostagem doméstica e escolar. Sobre a implantação e universalização da coleta seletiva (Estratégia 1.4), em 2020 foi iniciado um projeto piloto de coleta seletiva no bairro da Pedreira.

Sobre a ampliação e melhoria do sistema de limpeza urbana (Estratégia 2.2), Mongaguá possui um sistema de reaproveitamento de resíduos de poda na forma de compostagem.

As estratégias 2.6, 2.7 e 2.8, referentes à gestão dos petrechos de pesca e acerca do gerenciamento dos resíduos flutuantes e de locais de difícil acesso, foram identificadas algumas ações de educação ambiental como o programa “Verão no Clima” (SIMA, 2018-2022) e ações junto aos catadores. O município possui também ações junto ao Instituto Gremar e prevê o lançamento, nos próximos 2 anos, de campanhas educativas para os ambulantes, pescadores e visitantes das praias. O município prevê também a instalação, dentro de 1 (um) ano, de ponto de recolhimento de petrechos de pesca.

Na Diretriz 3, a formação e capacitação de pessoas (Estratégia 3.2), Mongaguá citou um curso de reaproveitamento de pneus a funcionários da Prefeitura. Com relação às campanhas visando redução e reutilização de resíduos sólidos (Estratégia 3.3), Mongaguá possui o “Gincaneco”, realizado juntamente com as escolas municipais e particulares.

Sobre a orientação da separação, tratamento na fonte e descarte dos resíduos (Estratégia 3.4), Mongaguá possui programas de divulgação na mídia. Para a comunicação e divulgação (Estratégia 3.5), são realizadas divulgação na mídia de dicas e datas comemorativas do calendário ambiental.

Sobre o combate à disposição irregular de resíduos (Estratégia 3.6), Mongaguá realiza a divulgação dos locais proibidos e a fiscalização dos pontos de descarte irregular.

Tabela 20 – Ações de melhorias na gestão dos RSU no município de Mongaguá

Estratégias	Mongaguá
Estratégia 1.1	Divulgação na mídia
Estratégia 1.2	Realizamos uma gincana e todas as escolas instalaram um minhocário para tratar os resíduos orgânicos oriundos da merenda escolas
Estratégia 1.3	Realizamos uma gincana e todas as escolas instalaram um minhocário para tratar os resíduos orgânicos oriundos da merenda escolas
Estratégia 1.4	Iniciou em 2020 o projeto piloto de coleta seletiva localizado no bairro da Pedreira
Estratégia 1.5	Ecoponto localizado na diretoria de meio ambiente.
Estratégia 1.6	A cooperativa realiza a coleta seletiva no município e a triagem no galpão cedido pela Prefeitura
Estratégia 1.7	“Em elaboração da lei de logística reversa, realiza fiscalização nos grandes geradores e exige a obrigatoriedade de possuir ecoponto.”
Estratégia 1.8	Os resíduos de poda são coletados pelo Cata Cata e enviados para compostagem.
Estratégia 1.9	Tratamento, somente dos resíduos de poda.
Estratégia 1.10	Em elaboração
Estratégia 2.1	Em elaboração
Estratégia 2.2	“Programa de limpeza e cronograma regular de ruas e córregos.”
Estratégia 2.6	Parceria com o Gremar, foi instalado ecoponto de apetrechos de pesca na Plataforma de Pesca, participaram do Navegar é preservar
Estratégia 2.7	Instalação de Ecopontos de petrecho de pesca em parceria com o Instituto Gremar de petrecho de pesca na plataforma de pesca
Estratégia 2.8	Campanhas educativas para os ambulantes, pescadores e visitantes das praias. Programa “Verão no Clima (SIMA, 2018-2022)” e ações junto aos catadores
Estratégia 3.1	Em elaboração
Estratégia 3.2	“Realizamos em 2019 um curso de reaproveitamento de pneus, foram capacitados funcionários da prefeitura.”
Estratégia 3.3	Gincaneco, realizado juntamente com as escolas municipais e particulares
Estratégia 3.4	Divulgação na mídia
Estratégia 3.5	Divulgação na mídia de dicas e datas comemorativas do calendário ambiental
Estratégia 3.6	Divulgação na mídia da proibição e fiscalização dos locais viciados de bota fora irregular. Colocação de placas nos locais.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.6. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Peruíbe

O município de Peruíbe (**Tabela 21**) está em fase de implantação de nova cooperativa de triagem de materiais da coleta seletiva (Acamar), o que atende a Estratégia 1.4, referente à implantação e universalização da coleta seletiva. Com relação à elaboração e implantação de planos de gerenciamento de resíduos de limpeza urbana (Estratégia 2.1), Peruíbe possui legislação específica para esses resíduos e está em processo de implantação de local de recebimento destes resíduos.

As estratégias 2.6, 2.7 e 2.8, referentes à gestão dos petrechos de pesca e acerca do gerenciamento dos resíduos flutuantes e de locais de difícil acesso, o município tem ações junto ao Instituto Gremar, assim como ações periódicas de limpeza de praias e educação ambiental (Estratégia 3.2) em parceria com ONGs, a saber, AMBIECCO (formação de ecoagentes), ECOMOV (limpeza de praias em áreas de Unidades de Conservação), GREMAR (campanha de conscientização sobre petrechos de pesca), BIOPESSCA (palestras sobre animais marinhos e lixo no mar) e outros. Também desenvolvem atividades nas escolas visando despertar no aluno o interesse pela preservação ambiental, o respeito a flora e a fauna, a importância do consumo sustentável e do descarte correto de resíduos.

Tabela 21 – Ações de melhorias na gestão dos RSU no município de Peruíbe

Estratégias	Peruíbe
Estratégia 1.1	Campanhas periódicas
Estratégia 1.2	Em planejamento para implantação
Estratégia 1.4	Implantação de nova cooperativa
Estratégia 1.5	Em planejamento para implantação
Estratégia 1.6	Em planejamento para implantação
Estratégia 1.7:	Funciona com pneus e óleo de cozinha. Parcialmente com remédios e baterias. Em planejamento para implantação de outras cadeias.
Estratégia 1.8	Em planejamento para implantação
Estratégia 1.9	Em planejamento para implantação
Estratégia 1.10	Em planejamento para implantação
Estratégia 2.1	Legislação específica, ações de definição de área de botafora e está em processo de implantação de local de recebimento e seleção de empresa terceirizada
Estratégia 2.2	Em planejamento para implantação
Estratégia 2.6	Ações periódicas de limpeza de praias com ONGs como AMBIECCO, ECOMOV e parcerias em ações de conscientização com o Instituto Gremar (campanha de conscientização sobre petrechos de pesca) e BIOPESSCA
Estratégia 2.7	Ações periódicas de limpeza de praias com ONGs como AMBIECCO, ECOMOV e parcerias em ações de conscientização com o Instituto Gremar e BIOPESSCA

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 21 – Ações de melhorias na gestão dos RSU no município de Peruíbe (continuação)

Estratégias	Peruíbe
Estratégia 2.8	Em planejamento para implantação
Estratégia 3.1	Está previsto para o ano de 2022 a elaboração de Plano Municipal de Educação Ambiental.
Estratégia 3.2	Projeto de educação ambiental em parceria com ONGs, a saber, AMBIECCO (formação de ecoagentes), ECOMOV (limpeza de praias em áreas de Unidades de Conservação), GREMAR (campanha de conscientização sobre petrechos de pesca), BIOPESCA (palestras sobre animais marinhos e lixo no mar) e outros. Em parceria com a Secretaria Municipal de Educação, desenvolvemos atividades durante o ano letivo, nas escolas e em ambientes naturais envolvendo alunos e professores do ensino infantil e fundamental. As atividades visam despertar no aluno o interesse pela preservação ambiental, o respeito a flora e a fauna, a importância do consumo sustentável e do descarte correto de resíduos. Através do desenvolvimento das atividades relacionadas abaixo, os alunos devem desenvolver o respeito e a consciência ambiental Realização de visitas com educação ambiental: Visita ao manguezal; visita a praia. Programas de educação ambiental: “Cuide bem do seu amigo” “Árvores da Minha Escola”. Programa Meio Ambiente nas Escolas - PMANE

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.7. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Praia Grande

Quanto ao município de Praia Grande (**Tabela 22**), sobre a implantação e universalização da coleta seletiva (Estratégia 1.4), o município atingiu 100% da área urbana do município abrangida pela coleta seletiva e possui uma nova cooperativa de triagem de materiais coletados pela coleta seletiva.

Quanto à Estratégia 1.5, de disponibilização de dispositivos para a entrega voluntária de resíduos, o município possui 18 PEV instalados pelo município, com a previsão de instalação de mais 5. Sobre a inclusão de cooperativas de triagem no sistema de coleta seletiva (Estratégia 1.6), Praia Grande apresenta um termo de cooperação assinado com a Coopervida para coleta, triagem e comercialização dos recicláveis.

Quanto à Coleta e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos volumosos (Estratégia 1.8), o município de Praia Grande (2020), possui a Lei Complementar nº 866/2020, que disciplina o gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos no município; a divulgação no site da prefeitura do Rapa treco, que coleta os resíduos volumosos; possui ainda 18 ecopontos para recebimento de madeira. Os resíduos de poda da manutenção realizada pela prefeitura são reutilizados como substrato para manutenção dos jardins/praças pública.

Sobre os instrumentos legais e fiscalizatórios (Estratégia 1.10) o município está em fase de Reativação da Comissão de Resíduos Sólidos para a atualização do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e da Lei nº 866/2020 (Praia Grande, 2020) e de Criação de Lei do DOF (documento de origem florestal) e CAD-MADEIRA – minuta em fase de análise.

As estratégias 2.6, 2.7 e 2.8, referentes à gestão dos petrechos de pesca e acerca do gerenciamento dos resíduos flutuantes e de locais de difícil acesso, Praia Grande indicou a parceria junto ao Instituto Gremar que tem instalado junto ao Portinho alguns coletores para recolhimento de petrechos de pesca descartados por pescadores amadores. Os petrechos de pesca perdidos, abandonados, descartados, coletados por ocasião da limpeza urbana diária e petrechos apreendidos, são depositados na Fundação Florestal, localizada no Parque Estadual do Xixová- Japuí. É feita uma força tarefa em comemoração ao Dia Mundial de Limpeza do Manguezal, normalmente no mês de julho, entre outras ações como Programa “Verão no Clima (SIMA, 2018-2022)” e ações de mutirão de limpeza de praia. Ainda neste tema, o Instituto Biopesca tem um programa denominado “PESCADOR AMIGO” que faz a conscientização dos pescadores dentre outras coisas, o descarte apropriado dos

petrechos de pesca que não tem mais utilidade para os mesmos, tais como: redes, anzóis, linhas, dentre outros.

Na Diretriz 3, a elaboração de planos municipais de educação ambiental (Estratégia 3.1) Praia Grande possui a minuta de Lei para criação de comissão para elaboração do Plano Municipal de Educação Ambiental – em fase de análise. Quanto à formação e capacitação de pessoas (Estratégia 3.2), Praia Grande indicou a parceria com o projeto Ecoviver (Ministério do Turismo e Grupo EcoRodovias), com orientações a professores em Hora de Trabalho Pedagógico Coletivo), assim como capacitação anual aos funcionários públicos da administração municipal para a implantação da coleta seletiva nas estruturas municipais; capacitação anual para os ambulantes sobre coleta seletiva e disposição correta dos resíduos sólidos e capacitação anual aos funcionários da Secretaria de Serviços Urbanos sobre a destinação final dos resíduos de poda.

Com relação à campanhas visando redução e reutilização de resíduos sólidos (Estratégia 3.3), Praia Grande apresentou uma quantidade significativa de ações neste sentido, com palestras e oficinas do projeto “Cidadania Ambiental” com Informação sobre as questões relacionadas aos resíduos sólidos, conscientizando sobre importância da reciclagem para a economia dos recursos naturais e promover hábitos diários de reaproveitamento; projeto “Praia Grande Natural”, que promove a conscientização sobre os ecossistemas da região (Manguezal, Praia mar e Mata Atlântica); projeto “Horta – Mãos na Terra” onde os alunos realizam atividades relacionadas a educação ambiental e bons hábitos alimentares; Projeto “O Mar é Nosso”, visa promover o conhecimento e o incentivo à preservação do ambiente marinho, e projeto de educação ambiental em parceria com a Cargill de divulgação, conscientização e incentivo ao correto descarte do óleo de cozinha usado, para alunos de todas faixas etárias e comunidade, com disponibilização de coletores de óleo de cozinha nas escolas municipais. Foram identificadas ainda outras diversas ações de educação ambiental como: palestras semanais sobre coleta seletiva para o Programa Juventude PG para estudantes do ensino médio de escolas particulares e estaduais; palestras bimestrais em conjunto com a Sabesp para a população em geral sobre o descarte correto de resíduos; ações de conscientização dos alunos da rede municipal de ensino e o projeto nomeado “Cidadão Legal” com a finalidade de compartilhar informações sobre as questões de degradação da natureza causadas, principalmente, pelos resíduos sólidos. Inclui contação de histórias e atividades lúdicas relacionadas ao descarte correto de lixo.

Para a comunicação e divulgação (Estratégia 3.5), é realizada distribuição do informativo Ecodicas (que aborda a coleta seletiva) nas palestras, capacitações e eventos na área de meio ambiente; a divulgação do Plano Municipal de Meio Ambiente no site da prefeitura; lançamento do livro paradidático “Entre Nessa Onda”, com o objetivo de despertar a importância da separação do lixo para a coleta seletiva e a conscientização a respeito dos prejuízos acarretados ao meio ambiente.

Sobre o combate à disposição irregular de resíduos (Estratégia 3.6), existe ampla fiscalização no município e forças tarefas com a polícia rodoviária, secretarias de trânsito e de segurança pública. Foi realizada a instalação de estruturas “New Jersey” para bloqueio em locais de disposição irregular e de placas de proibição de disposição de resíduos em pontos estratégicos. Existe o apoio da Central de Vídeo monitoramento, em parceria com a Secretaria de Assuntos de Segurança Pública e da Guarda Civil Municipal. É realizada distribuição de informativos nas vistorias, palestras e capacitações, além de colocação de faixas informativas.

Por fim, em relação à valorização de boas práticas (Estratégia 3.7), Praia Grande em parceria com a Sectur está produzindo a cartilha “De olho no Turismo”, que visa Informar e sensibilizar os alunos e a comunidade escolar sobre a importância do turismo para o progresso e desenvolvimento da cidade, aliado a preservação do ecossistema da Praia Grande. A Sesurb auxilia à divulgação de Ecopontos e descarte correto de resíduos sólidos: Informação e conscientização dos alunos e comunidade escolar sobre o tema através de vídeos institucionais que encontram-se na plataforma do site cidadão. Existe ainda o projeto de capacitação na Seduc, sobre a coleta seletiva solidária nas repartições públicas do município.

Tabela 22 – Ações de melhorias na gestão dos RSU no município de Praia Grande

Estratégias	Praia Grande
Estratégia 1.1	Lei Complementar nº 866/2020 “Disciplina o gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos no município de praia grande, e dá outras providências.” Em fase de regulamentação por Decreto. Palestra anual sobre Práticas Sustentáveis nos PICs e CAFES
Estratégia 1.2	Lei Complementar nº 866/2020 “DISCIPLINA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PRODUZIDOS NO MUNICÍPIO DE PRAIA GRANDE, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.” em fase de regulamentação por Decreto
Estratégia 1.4:	A coleta seletiva é realizada em 100% do município
Estratégia 1.5	18 Ecopontos e previsão de instalação de 5 unidades em 2022
Estratégia 1.6	Todo o material oriundo da coleta seletiva é destinado às cooperativas
Estratégia 1.7	Lei Complementar nº 866/2020 “DISCIPLINA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PRODUZIDOS NO MUNICÍPIO DE PRAIA GRANDE, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.” em fase de regulamentação por Decreto. 18 Pontos de coleta – para recebimento de óleo comestível, pneus inservíveis, pilhas e baterias, vidro, plástico, entulho, metal e madeira e até 2m ³ de entulho (resíduos da construção civil) por pessoa
Estratégia 1.8	Lei Complementar nº 866/2020 “DISCIPLINA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PRODUZIDOS NO MUNICÍPIO DE PRAIA GRANDE, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.” em fase de regulamentação por Decreto. Divulgação do Rapa treco no site da prefeitura. Rapa treco para coleta de resíduos volumosos semanal ou programado. 18 ecopontos para recebimento de madeira. Os resíduos de poda da manutenção realizada pela prefeitura são reutilizados como substrato para manutenção dos jardins/praças pública
Estratégia 1.9	Os resíduos sólidos não reaproveitáveis são descartados no aterro sanitário da Terrestre Ambiental, Sítio das Neves em Santos
Estratégia 1.10	Lei Complementar nº 866/2020 “DISCIPLINA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PRODUZIDOS NO MUNICÍPIO DE PRAIA GRANDE, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.” em fase de regulamentação por Decreto. Lei nº 1660 DE 17 DE JUNHODE.2013 Estabelece diretrizes, critérios, procedimentos e responsabilidades para a gestão dos RCC, grandes volumes e dá outras providências. Reativação da Comissão de Resíduos Sólidos para a atualização do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e da Lei 866/2020. Criação de Lei do DOF (documento de origem florestal) e CADMADEIRA – minuta em fase de análise.”
Estratégia 2.1	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – Capítulo Produção e manejo de Resíduos de Limpeza Pública Urbana (RLU) pág. 97
Estratégia 2.2	A limpeza urbana atende 100% do município. Capacitação anual aos funcionários da Secretaria de Serviços Urbanos sobre a destinação final dos resíduos de poda. Os resíduos de poda da manutenção realizada pela prefeitura são reutilizados como substrato para manutenção dos jardins/praças públicas.
Estratégia 2.6	Os resíduos de pesca são coletados pela Secretaria de Serviços Urbanos e encaminhados ao aterro Sanitário do Sítio da Neves.
Estratégia 2.7	Os petrechos de pesca perdidos, abandonados, descartados, coletados por ocasião da limpeza urbana diária e petrechos apreendidos são depositados na Fundação Florestal, localizada no Parque Estadual do Xixová- Japuí
Estratégia 2.8	Não há rotina implantada para este assunto, somente em caráter educacional, é feita uma força tarefa em comemoração ao Dia Mundial de Limpeza do Manguezal, normalmente no mês de julho, entre outras ações como Programa “Verão no Clima (SIMA, 2018-2022)” e ações de mutirão de limpeza de praia
Estratégia 3.1	Promover a educação ambiental junto às redes de ensino municipal, estadual e particular: Na educação infantil os alunos participam do projeto “Cidadão Legal”, que inclui contação de histórias e atividades lúdicas relacionadas ao descarte correto de lixo. Minuta de Lei para criação de comissão para elaboração do Plano Municipal de Educação Ambiental – em fase de análise.
Estratégia 3.2	Parceria com o Projeto Ecoviver (Ministério do Turismo e Grupo EcoRodovias): Orientações em relação aos objetivos e metodologia do projeto aos professores em HTPC (Hora de Trabalho Pedagógico Coletivo).
Estratégia 3.3	Informação sobre as questões relacionadas aos resíduos sólidos, conscientizando sobre importância da reciclagem para a economia dos recursos naturais e promover hábitos diários de reaproveitamento: Palestras e oficinas do projeto “Cidadania Ambiental” para a comunidade local, outros programas da prefeitura (PIC, CAFE, CONVIVER, entre outros) e outros diversos segmentos da sociedade, com o objetivo de gerar agentes multiplicadores em ações de proteção e conservação ambiental. Promover a conscientização sobre os ecossistemas da região de Praia Grande (Manguezal, Praia mar e
Estratégia 3.4	Divulgação dos Ecopontos e coleta seletiva no link: https://www.praia grande.sp.gov.br/administracao/Projeto_descricao.asp?cdSecretaria=72&cdProjeto=134 . Palestras semanais sobre coleta seletiva para o Programa Juventude PG para estudantes do ensino médio de escolas particulares e estaduais. Capacitação anual para os ambulantes sobre coleta seletiva e disposição correta dos resíduos sólidos. Palestras bimestrais em conjunto com a Sabesp para a população em geral sobre o descarte correto de resíduos com o intuito de evitar problemas na rede coletora de esgoto. Capacitação anual aos funcionários públicos da administração municipal para a implantação da coleta seletiva nas estruturas municipais. Capacitação anual aos funcionários da Secretaria de Serviços Urbanos sobre a destinação final dos resíduos de poda. Palestra anual sobre Práticas Sustentáveis nos PICs e CAFES.
Estratégia 3.4	A Secretaria de Educação (Seduc), por meio do Departamento de Educação Ambiental (DEA), desenvolve diversas ações de conscientização dos alunos da rede municipal de ensino. O projeto nomeado Cidade Legal está entre as atividades realizadas e tem a finalidade de compartilhar informações sobre as questões de degradação da natureza causadas, principalmente, pelos resíduos sólidos. Em cada visita, os educadores de educação ambiental buscam conscientizar as crianças sobre a importância do destino correto destes materiais. Entre as orientações passadas, os estudantes aprendem sobre as ações realizadas pela Prefeitura como a existente da coleta seletiva e dos Ecopontos em diversos bairros do Município. Mata Atlântica): Cursos e/ou palestras para alunos dos 8ºano e comunidade em geral (projeto “Praia Grande Natural”), com o objetivo de gerar agentes multiplicadores em ações de proteção e conservação ambiental. Capacitar e implantar hortas escolares: Através do projeto “Horta – Mãos na Terra” os alunos realizam atividades relacionadas a educação ambiental e bons hábitos alimentares. Capacitação de professores em HTPC (Hora de Trabalho Pedagógico Coletivo). Conhecer e incentivar a preservação do ambiente marinho: O projeto “O Mar é Nosso” oferta palestra e algumas atividades práticas sobre o ecossistema marinho. Parceria com a Cargil para a disponibilização de coletores de óleo de cozinha nas escolas municipais: Divulgação, conscientização e incentivo ao correto descarte do óleo de cozinha usado, para alunos de todas faixas etárias e comunidade.
Estratégia 3.5	Distribuição do informativo Ecodicas (que aborda a coleta seletiva) nas palestras, capacitações e eventos na área de meio ambiente. Divulgação do Plano Municipal de Meio Ambiente no site da prefeitura. Lançamento do livro paradiadático “Entre Nessa Onda”, com o objetivo de despertar a importância da separação do lixo para a coleta seletiva e a conscientização a respeito dos prejuízos acarretados ao meio ambiente. Ao todo, até o final de 2022, 5.580 exemplares serão distribuídos aos estudantes das turmas de Infantil II das escolas municipais.
Estratégia 3.6	Ampla fiscalização no município e forças tarefas com a polícia rodoviária, secretarias de trânsito e de segurança pública. Instalação de estruturas “New Jersey” para bloqueio em locais de disposição irregular. Colocação de placas de proibição de disposição de resíduos em pontos estratégicos. Parceria com a Secretaria de Assuntos de Segurança Pública e a Guarda Civil Municipal com apoio por meio da Central de Vídeo monitoramento. Distribuição de informativos nas vistorias, palestras e capacitações. Colocação de faixas informativas.
Estratégia 3.7	Parceria com a Sector na cartilha “De olho no Turismo” - Ainda em produção: Informar e sensibilizar os alunos e a comunidade escolar sobre a importância do turismo para o progresso e desenvolvimento da cidade aliado a preservação do ecossistema da Praia Grande. Parceria com a Sesurb no auxílio à divulgação de Ecopontos e descarte correto de resíduos sólidos: Informação e conscientização dos alunos e comunidade escolar sobre o tema através de vídeos institucionais que encontram se na plataforma do site cidadão pág.: http://www.cidadapop.sp.gov.br/portal/educacaoambiental.html Capacitação na Seduc sobre coleta seletiva solidária nas repartições públicas do município.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2.8. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de Santos

Para o Município de Santos (**Tabela 23**), este se destacou com a criação do “Programa Recicla Santos”, criado pela Lei Complementar 952/2016, que tornou obrigatória a separação entre resíduos úmidos (orgânicos) e secos recicláveis, resíduos especiais, rejeitos, assim como o cadastramento dos grandes geradores comerciais na Secretaria de Meio Ambiente (SEMAM). Tais geradores também ficam responsáveis pela contratação de empresa privada e/ou cooperativa de catadores para executar os serviços de coleta, transporte e destinação e/ou disposição final ambientalmente adequada dos resíduos úmidos (orgânicos), dos resíduos secos recicláveis (embalagens de produtos industrializados, etc), dos resíduos especiais, dos rejeitos gerados durante o desenvolvimento de sua atividade e devem apresentar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para aprovação da Secretaria de meio Ambiente (SEMAM).

Os geradores domésticos (grandes e pequenos) e os pequenos geradores comerciais continuam sendo atendidos pelo serviço público de coleta e também são obrigados a segregar seus resíduos (secos, úmidos e especiais), destinando os através do serviço de coleta adequado. Em ambos os casos, o descumprimento dessa norma ocasionará a aplicação de multas.

O Programa Recicla Santos concedeu benefícios às cooperativas de reciclagem, com aumento da remuneração dos cooperados, assim como o aumento da reciclagem em Santos.

Com relação à Estratégia 1.1, que diz respeito ao consumo consciente e reaproveitamento de materiais, existem ações de educação ambiental promovidas pelos parques Orquidário, Aquário e Jd Botânico Chico Mendes. Com relação à segregação dos orgânicos e tratamento nas residências (Estratégia 1.2), existe o Programa Recicla Santos e o programa de separação dos resíduos orgânicos na origem.

Sobre a implantação e universalização da coleta seletiva (Estratégia 1.4), o município atingiu 100% da área urbana do município abrangida pela coleta seletiva. Sobre os resíduos volumosos (Estratégia 1.8), Santos possui a iniciativa Ecofábrica Criativa, que reaproveita madeiras coletadas pelo cata-treco para a produção de móveis.

Com relação à elaboração e implantação de planos de gerenciamento de resíduos de limpeza urbana (Estratégia 2.1), Santos possui legislação específica para esses resíduos.

Sobre a ampliação e melhoria do sistema de limpeza urbana (Estratégia 2.2), Santos possui o Centro de Agricultura e Compostagem Urbana - CACAU. Quanto às estratégias 2.6, 2.7 e 2.8, referentes à gestão dos petrechos de pesca e acerca do gerenciamento dos resíduos flutuantes e de locais de difícil acesso, Santos realizou a promulgação da Lei nº 3.935 (12/11/2021) que dispõe sobre a promoção da cultura oceânica nas instituições públicas, assim como da Lei nº 1.147 que dispõe sobre os vendedores ambulantes que comercializam seus produtos em locais públicos do município ficam obrigados a ensacar e descartar os resíduos produzidos por eles próprios e seus clientes em locais apropriados, estipulados pelo serviço de coleta do Município (Santos, 2021a, 2021b). A Prefeitura apresenta compromisso formal de inclusão de cooperativa de catadores no sistema de coleta seletiva e prevê a ampliação das Ecofábricas Criativas, inclusive com capacitação. Existe a previsão de instalação de Eco-barreiras nos rios e canais que deságuam no mar. Foram identificadas diversas ações de educação ambiental como Ecofaxina (desde 2010), Beco-limpo (que envolve coletas nas palafitas, 2022), Projeto Palafitas (2021-2022), Projeto “lixo fora d’água (2018-2022)”, Operação Areia Limpa (2020-2022), Programa Recicla Praia (2019-2022). Existe também o Programa Pesca Fantasma e o Convênio com o Instituto Gremar.

Na Diretriz 3, a elaboração de planos municipais de educação ambiental (Estratégia 3.1), Santos já concluiu a elaboração do plano e este foi enviado para a Câmara. Sobre o combate à disposição irregular de resíduos (Estratégia 3.6), Santos possui o programa “Lixo fora d’água.

Por fim, em relação à valorização de boas práticas (Estratégia 3.7), Santos mencionou a utilização do espaço público para mensagens educativas, exposição em áreas públicas e educação ambiental nos parques públicos.

Tabela 23 – Ações de melhorias na gestão dos RSU no município de Santos

Estratégias	Santos
Estratégia 1.1:	Ações de educação ambiental promovidas pelos parques Orquidário, Aquário e Jd Botânico Chico Mendes.
Estratégia 1.2:	Programa Recicla Santos; segregação na origem.
Estratégia 1.4:	Programa Recicla Santos; coleta seletiva solidária porta a porta duas vezes por semana em cada bairro.
Estratégia 1.5:	Lixeiras instaladas ao longo da faixa de areia das praias e praças.
Estratégia 1.6:	Programa Recicla Santos
Estratégia 1.7:	Ações realizadas pelos comerciantes, fabricantes e importadores conforme legislação vigente.
Estratégia 1.8:	Ecofábrica Criativa
Estratégia 1.10:	Aplicação da legislação ambiental municipal através da Seção de fiscalização ambiental – SEFISCAM
Estratégia 2.6:	Lei nº 3.935 de 12/11/2021
Estratégia 2.7:	Lei nº 3.935 de 12/11/2021. Programa Pesca Fantasma e Convênio com o Instituto Gremar (para educação ambiental e instalação de lixeiras específicas para petrechos na orla).
Estratégia 2.8:	“Realizada através do Contrato de limpeza urbana. Lei nº 3.935 (12/11/2021) e Lei 1.147 Previsão de instalação de Ecobarreiras e Ações de educação ambiental”
Estratégia 3.1:	Programa concluído em 2019 e enviado à Câmara.
Estratégia 3.5:	Programa de Identificação de Resíduos Marinhos
Estratégia 3.7:	Utilização do espaço público para mensagens educativas, exposições em áreas públicas, educação ambiental nos parques públicos

Fonte: Elaborada pelos autores.

3.2.9. Ações de melhoria na gestão dos RSU – município de São Vicente

Sobre a inclusão de cooperativas de triagem no sistema de coleta seletiva (Estratégia 1.6), São Vicente apresenta um termo de cooperação assinado com a cooperativa Coopernatureza desde 2019, para coleta, triagem e comercialização dos recicláveis (**Tabela 24**).

Sobre os resíduos volumosos (Estratégia 1.8), São Vicente realizou a contratação de empresa para triagem e destinação correta de volumosos no município.

Com relação à elaboração e implantação de planos de gerenciamento de resíduos de limpeza urbana (Estratégia 2.1), São Vicente possui um Programa de Educação Ambiental instituído por legislação específica em discussão, para elaboração de Plano Municipal de Educação Ambientais mais abrangente.

Quanto às estratégias 2.6, 2.7 e 2.8, referentes à gestão dos petrechos de pesca e acerca do gerenciamento dos resíduos flutuantes e de locais de difícil acesso, São Vicente possui ponto de recebimento de petrechos de pesca em parceria com o instituto Gremar, assim como o Projeto Ecomar que possui previsão de instalação de Ecobarreiras em canais do município. Possui também PEVs instalados em locais estratégicos, a realização de mutirões de limpeza e estratégias de ampliação da fiscalização. Também foram identificadas outras ações de educação ambiental como o programa “Verão no Clima (SIMA, 2020-2022)” e o Projeto EcoMangue (2021).

Com relação às campanhas visando redução e reutilização de resíduos sólidos (Estratégia 3.3), São Vicente possui as ações: Rua do Lazer, Virada Ambiental, Caminhada Ecológica e Férias no Parque.

Sobre a orientação da separação, tratamento na fonte e descarte dos resíduos (Estratégia 3.4), São Vicente possui o Projeto Agente Ambiental Mirim.

Tabela 24 – Ações de melhorias na gestão dos RSU no município de São Vicente

Estratégias	São Vicente
Estratégia 1.1:	Apenas em atividades pontuais, não havendo um programa específico.
Estratégia 1.4:	Implantado, porém não universal.
Estratégia 1.5:	3 ecopontos.
Estratégia 1.6:	Desde 2019, o município de São Vicente apresenta um termo de cooperação firmado com a cooperativa Coopernatureza, para coleta, triagem e comercialização dos recicláveis.
Estratégia 1.7:	Pontual. Poucos estabelecimentos participantes, sendo estes materiais contemplados (lâmpadas, pilhas, baterias e latas de tintas vazias),
Estratégia 1.8:	Em 2020, houve a coleta destes materiais pela prefeitura e o transporte e a destinação final a cargo de uma empresa contratada, onde estes materiais eram triados e direcionados para um local ambientalmente correto.
Estratégia 2.2:	Segundo informações da área operacional toda São Vicente é coberta pela coleta, havendo uma melhoria no sistema em 2020, depois de separar os resíduos da construção civil e volumosos dos outros tipos de resíduos e sendo estes enviados para um local ambientalmente correto.
Estratégia 2.6:	Ponto de recolhimento (em parceria com o instituto Gremar). Projeto Ecomar, instalação de PEVs, realização de mutirões de limpeza e estratégias de ampliação da fiscalização
Estratégia 2.7:	Ponto de recolhimento (em parceria com o instituto Gremar). Projeto Ecomar, instalação de PEVs, realização de mutirões de limpeza e estratégias de ampliação da fiscalização
Estratégia 2.8:	Projeto Ecomar, previsão de instalação de Ecobarreiras
Estratégia 3.1:	Está em elaboração.
Estratégia 3.2:	Assim que for elaborado o plano municipal de educação ambiental deve haver formação e capacitação de pessoas.
Estratégia 3.3:	"Sim, Rua do lazer, virada ambiental, caminhada ecológica e férias no parque. 2018,2019 e início de 2020."
Estratégia 3.5:	Sim, por meio de blitz em caminhões que transportam RCC pela cidade, ou, patrulhamento do pelotão ambiental.
Estratégia 3.6:	Item contemplado na elaboração do Plano Municipal de educação ambiental
Estratégia 3.7:	Pontual

Fonte: Elaborada pelos autores.

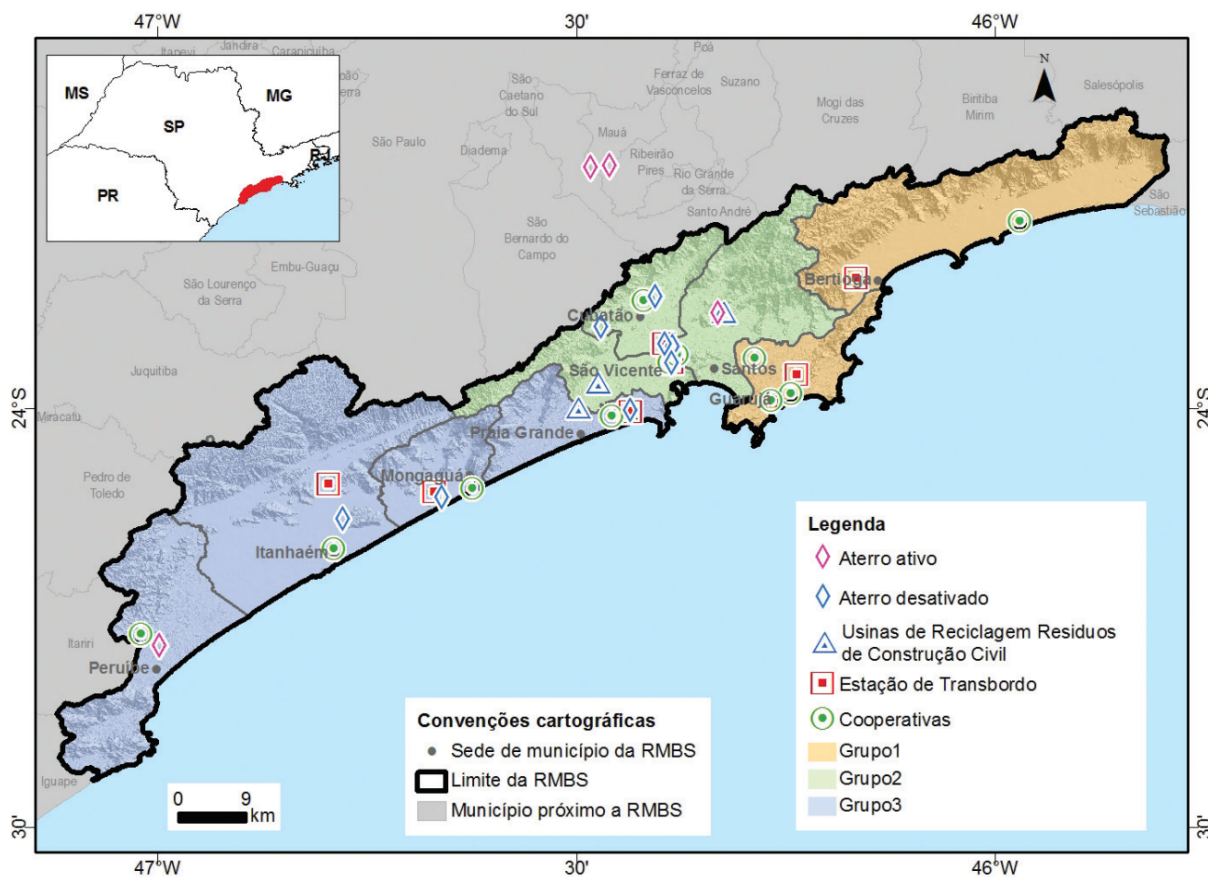
3.3. Ações Regionais de Melhorias na Gestão de RSU

No PRGIRS/BS realizado em 2018 previu a agregação dos municípios formando 3 microrregiões, com o intuito destas buscarem soluções consorciadas na gestão de seus RS. Atualmente, cada município possui contratos dos serviços de limpeza urbana individualizados com empresas, muitos deles abarcando da coleta a destinação final em um mesmo contrato.

Seguindo ainda um cenário crítico para a região, do ponto de vista de ações concretas que promovam à redução dos resíduos e de alternativas para a destinação final a curto e médio prazo. Lembrando que a associação dos municípios é fundamental para superar a fragilidade da gestão, racionalizar e ampliar a escala no tratamento dos resíduos sólidos, compartilhar serviços, ou atividades de interesse comum, permitindo, dessa forma, maximizar os recursos humanos, as infraestruturas existentes e a serem instaladas bem como reduzir os custos, de modo a gerar economia de escala (Ministério do Meio Ambiente, 2011). Dessa forma foi proposta a agregação dos municípios conforme segue e conforme apresentado na Figura 5.

- Sub-região 1: Bertioga e Guarujá;
- Sub-região 2: Cubatão, Santos e São Vicente; e
- Sub-região 3: Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe e Praia Grande

Figura 5 – Sugestão de agrupamento dos municípios da RMBS, conforme características socioeconômicas e de resíduos sólidos.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para a sub-região 1, o município de Guarujá está prevendo a instalação de um Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, já em fase de licitação, com um transbordo de capacidade de recebimento de 1.436 toneladas de RSU, podendo atender os resíduos gerados em toda a sub-região 1, que geram juntos 474 t/mês. A construção do transbordo está em fase de licitação e, no local está prevista a instalação de mais 2 cooperativas em curto prazo e à médio/longo prazo outros sistemas de tratamento como a segregação semimecanizada de resíduos mistos com reaproveitamento dos materiais recicláveis e do orgânico por tratamento aeróbio e anaeróbio.

Quanto às ações consorciadas para a sub-região 2, estas se organizaram na questão da coleta seletiva, visto que o município de Santos apresentou um aumento considerável na capacidade de coleta de materiais recicláveis e estes materiais foram redistribuídos para as cooperativas de triagem dos municípios de Cubatão e São Vicente.

Conforme observado no **Item 3.2**, os municípios apresentaram diversas ações buscando melhorias na gestão dos resíduos, entretanto estas apresentam-se de forma pontual e individual, sendo as ações consorciadas um grande desafio para a região da Baixada Santista. O PRGIRS/BS previu como uma das ações de melhorias na gestão de resíduos, a concepção de unidades microrregionais de triagem de materiais recicláveis. Faz parte desse estudo a concepção do modelo conceitual tecnológico dessas unidades e este detalhamento é apresentado no **Apêndice B**.

A hand is shown holding a crushed clear plastic bottle, positioned over a recycling bin. The entire image has a green color overlay. The bin is a large, light-colored plastic container with a lid that is slightly open. The background is blurred, showing other similar bins.

04

**Panorama
atualizado dos
RSU na baixada
santista**

4. Panorama atualizado dos RSU na Baixada Santista

Este capítulo apresenta a síntese dos resultados obtidos a partir do levantamento e tratamento dos dados, tendo como base o diagnóstico realizado na primeira etapa de elaboração do Plano, com ano base 2016, comparado aos dados atualizados com ano base 2020.

4.1. Desafios Quanto à Gestão e Manejo de Resíduos Sólidos na Região da Baixada Santista

Os desafios para a gestão e manejo de resíduos Sólidos na Baixada Santista foram levantados a partir do diagnóstico sobre a situação da implementação das ações previstas no PRGIRS/BS, sendo destas, considerando como prioridades:

- Estímulo à redução da geração e reaproveitamento de materiais;
- Melhoria dos processos de segregação e tratamento local dos resíduos;
- Implantação, ampliação e universalização da coleta seletiva;
- Inclusão de catadores e fortalecimento das cooperativas de triagem;
- Coleta, recuperação e destinação adequada dos resíduos sujeitos à logística reversa e resíduos volumosos;
- Elaboração e implantação de planos de gerenciamento de resíduos de limpeza urbana;
- Ampliação e melhoria do sistema de limpeza urbana;
- Redução e destinação adequada do lixo no mar;
- Gestão dos resíduos flutuantes e de áreas de difícil acesso;
- Implementação de planos e programas de educação ambiental; e
- Implementação de ações de educação ambiental, comunicação, divulgação e formação de pessoas.

Destaca-se que as ações previstas no PRGIRS/BS para implementação em curto prazo tinham previsão de implantação até o final de 2021. Dessa forma, colocou-se como principal desafio para os municípios da Baixada Santista na gestão de resíduos a implementação das ações de curto prazo indicadas no plano de ações, considerando o compromisso firmado pela assinatura do protocolo de intenções em 2018.

4.2. Resíduos Sólidos Domiciliares

Os resíduos sólidos de origem doméstica são conceituados, pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010a), como sendo aqueles originados em atividades domésticas em residências urbanas. Estes constituem parcela significativa da massa de resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas. Na terminologia usual nas campanhas de coleta seletiva, este grupo de resíduo é constituído de materiais úmidos e secos.

Os úmidos constituem os orgânicos, como restos de alimentos e vegetação, além dos rejeitos, que são os contaminados biologicamente, como os resíduos sanitários. Os secos são os recicláveis, como plásticos, vidros, papéis e papelão, metais ferrosos e não ferrosos, entre outros que podem ou não ter valor comercial, sendo também uma parcela constituída de rejeitos.

No Brasil, considerando a massa úmida dos resíduos gerados nos municípios brasileiros, os resíduos úmi-

dos representam cerca de 50 % enquanto a outra metade é constituída por resíduos recicláveis. Conforme São Paulo (2014), a região da Baixada Santista é responsável pela geração de 3,9 % de toda a geração de RSD do estado de São Paulo.

Conforme pode ser observado na **Tabela 25**, os responsáveis pela gestão da coleta e destinação dos RSDs são as Prefeituras, que contratam empresas para a coleta destes resíduos; dentre estas a Terracom Construções Ltda. é a principal.

Tabela 25 – Responsáveis pela gestão, coleta e destinação dos resíduos da Baixada Santista.

Município	Responsável pela gestão da coleta	Responsável pela execução da coleta	RSU coletados junto com a coleta de RSD	Destinação
Bertioga	Prefeitura – Secretaria de Serviços Urbanos (SU)	Terracom Construções Ltda.	Não	Aterro sanitário - Santos
Cubatão	Prefeitura/ Secretaria de Manutenção e Serviços Urbanos	Terracom Construções Ltda.	Não	Aterro sanitário – Santos
Guarujá	Prefeitura/ Secretaria Municipal de Operação Urbana SEURB LIMP	Terracom Construções Ltda.	Sim	Aterro sanitário – Santos
Itanhaém	Prefeitura / Secretaria de Serviços e Urbanização (SSU)	Lara Central de Tratamento Ltda.	Não	Aterro sanitário - Mauá
Mongaguá	Prefeitura / Departamento de Serviços Públicos Externos (DSPE)	Terracom Construções Ltda.	Sim	Aterro sanitário – Santos
Peruíbe	Prefeitura	Litucera Engenharia e Limpeza Ltda.	NI	Aterro municipal
Praia Grande	Prefeitura/Secretaria de Serviços Urbanos - SESURB	Consórcio PG Eco Ambiental	Não	Aterro sanitário – Santos e Mauá
Santos	Prefeitura/Secretaria de Serviços Públicos (SESERP)	Terracom Construções Ltda.	Não	Aterro sanitário – Santos
São Vicente	Secretaria de Meio Ambiente e Bem Estar Animal	Terracom Construções Ltda.	Sim	Aterro sanitário - Santos

NI = Não Informado

Fonte: Elaborado pelos autores

A maioria dos municípios destinam os RSDs para o aterro da Terrestre Ambiental situado em Santos, sendo Peruíbe e Itanhaém, os únicos que destinam para outros aterros, como o aterro municipal de Peruíbe e o aterro Lara Central de Tratamento Ltda., em Mauá, respectivamente.

4.2.1. Caracterização Dos Resíduos Advindos Da Coleta Regular

A **Tabela 26** apresenta a população, de cada município da Baixada Santista entre os anos de 2014 a 2021, conforme dados do SEADE, (anos respectivos). A **Tabela 27** apresenta a geração diária de resíduos sólidos domiciliares de cada município da Baixada Santista, entre os anos de 2014 a 2020, obtidos com base nos dados de geração anual disponibilizados pelas Prefeituras municipais, em caso de dados não informados ou discrepantes, optou-se por utilizar as informações do SNIS, as quais estão devidamente referenciadas na tabela. As gerações per capita, em kg/hab/dia municipais entre os anos de 2014 a 2020, foram obtidas pelos dados de geração anual, convertidos em kg/dia, já que estes foram disponibilizados pelas prefeituras em t/dia e divididos pela população total, conforme SEADE (anos respectivos).

Conforme apresentado na **Tabela 27** e pode ser observado na **Figura 6**, a geração diária de resíduos na Baixada Santista vem reduzindo nos últimos anos, sendo no ano de 2014 uma geração de 2.020 toneladas por dia e, no ano de 2020, de 1.810 toneladas por dia. Considerando que estes valores são referentes aos resíduos comerciais e domiciliares, ou seja, aqueles resíduos que são coletados pela coleta regular municipal, esta redução de massa pode ser resultante do aumento da coleta seletiva de materiais recicláveis e de outras ações de reaproveitamento de resíduos nos municípios. No caso do município de Santos, por exemplo, após a implementação da lei municipal nº 952/2016, este município apresentou significativo aumento da coleta seletiva, com impactos positivos na redução de resíduos destinados ao aterro a partir do ano de 2018.

Esta redução observada nos últimos 7 anos também pode ser resultado da alteração na forma de contabilização destes resíduos, como no caso do município de Cubatão que, conforme apresentado na **Tabela 27**, a partir do ano de 2017, observa-se uma significativa redução da geração. O município de São Vicente apresentou também uma redução significativa entre os anos de 2014 e 2015. Avaliando os dados históricos do SNIS, verifica-se que esses municípios reportaram a coleta total de RSU como coleta de RSD nos anos com maior geração e, nos anos subsequentes, corrigiram e passaram a reportar separadamente (SNIS, dados históricos).

Tabela 26 – Municípios da Baixada Santista - população, de 2014 a 2020

Município	População (Seade)							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bertioga	53.915	55.66	57.109	58.941	60.805	62.7	64.526	64.526
Cubatão	122.94	124.043	125.047	125.105	125.158	125.205	125.051	130.025
Guarujá	300.761	303.376	305.938	308.627	311.35	314.107	316.405	318.774
Itanhaém	91.716	92.956	94.088	95.268	96.465	97.679	98.757	99.751
Mongaguá	49.687	50.603	51.38	52.19	53.013	53.848	54.61	55.216
Peruíbe	62.307	62.977	63.609	64.269	64.939	65.617	66.201	66.747
Praia Grande	284.757	290.918	295.928	301.157	306.468	311.861	316.844	321.008
Santos	422.737	423.579	424.599	425.793	426.986	428.18	428.703	429.513
São Vicente	342.583	345.231	347.733	350.375	353.048	355.752	357.929	360.262
Baixada Santista	1.731.403	1.749.343	1.765.431	1.781.727	1.798.230	1.814.949	1.829.026	1.845.822

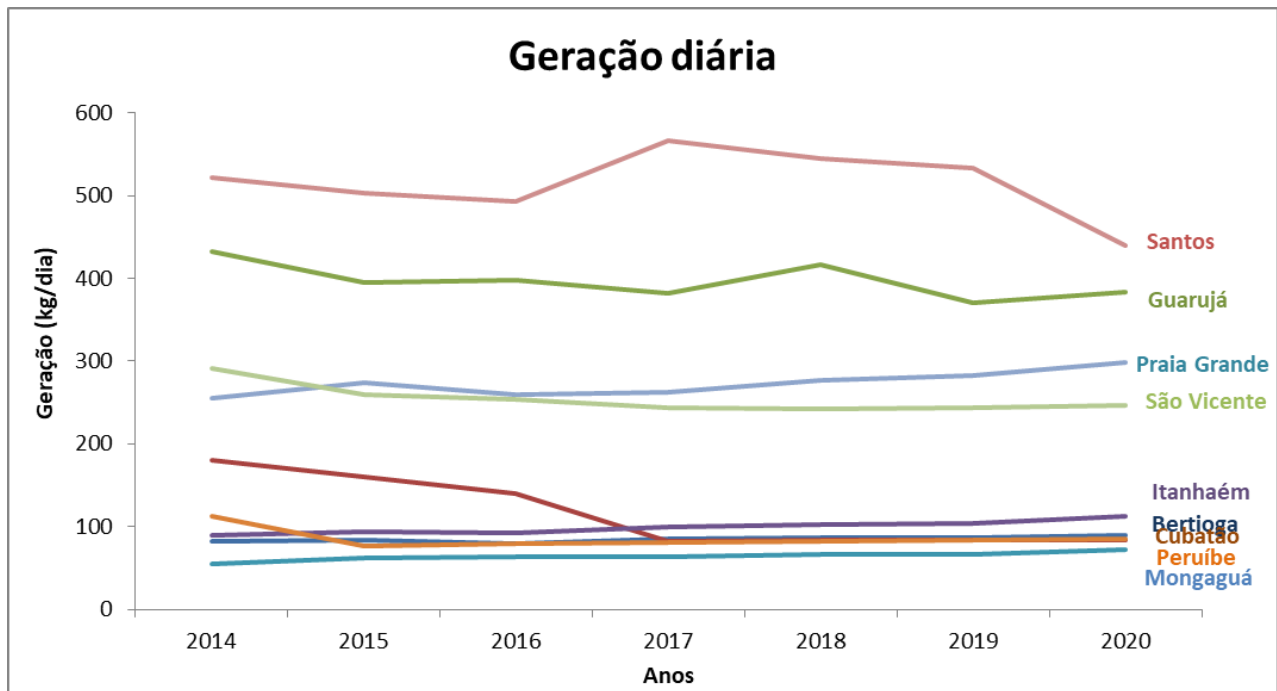
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 27 – Geração anual e per capita de Resíduos Sólidos Domiciliares na Baixada Santista entre 2014 e 2020

Município	Resíduo domiciliar (t/dia)										Geração per capita (kg/hab/dia)					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021*	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021*
Bertioga	82	84	80	85	86	87	90	100	1,52	1,51	1,40	1,44	1,42	1,39	1,39	1,55
Cubatão	180	160	140	82*	83*	84*	84*	81	1,46	1,29	1,12	0,66	0,66	0,67	0,67	0,62
Guarujá	432	395	398	382	416	370	384	413	1,44	1,30	1,30	1,24	1,34	1,18	1,21	1,30
Itanhaém	90	94	93	99	102	104	113	114	0,98	1,01	0,99	1,04	1,06	1,06	1,14	1,14
Mongaguá	55	62	64	63	66	67	72	70	1,11	1,23	1,25	1,21	1,24	1,25	1,31	1,27
Peruíbe	113	77	79	81**	82**	84**	85	109	1,81	1,22	1,24	1,25	1,26	1,28	1,29	1,63
Praia Grande	255	274	260	263	277	282	297	299	0,90	0,94	0,88	0,87	0,90	0,91	0,94	0,93
Santos	522	503	493	567	545	534	439	443	1,23	1,19	1,16	1,33	1,28	1,25	1,03	1,03
São Vicente	291	259	254	243	242	244	246	294	0,85	0,75	0,73	0,69	0,69	0,69	0,69	0,82
Baixada Santista	2.02	1.908	1.865	1.864	1.9	1.856	1.81	1.923	1,17	1,09	1,06	1,05	1,06	1,02	0,99	1,04

Fonte: Elaborado pelos autores.

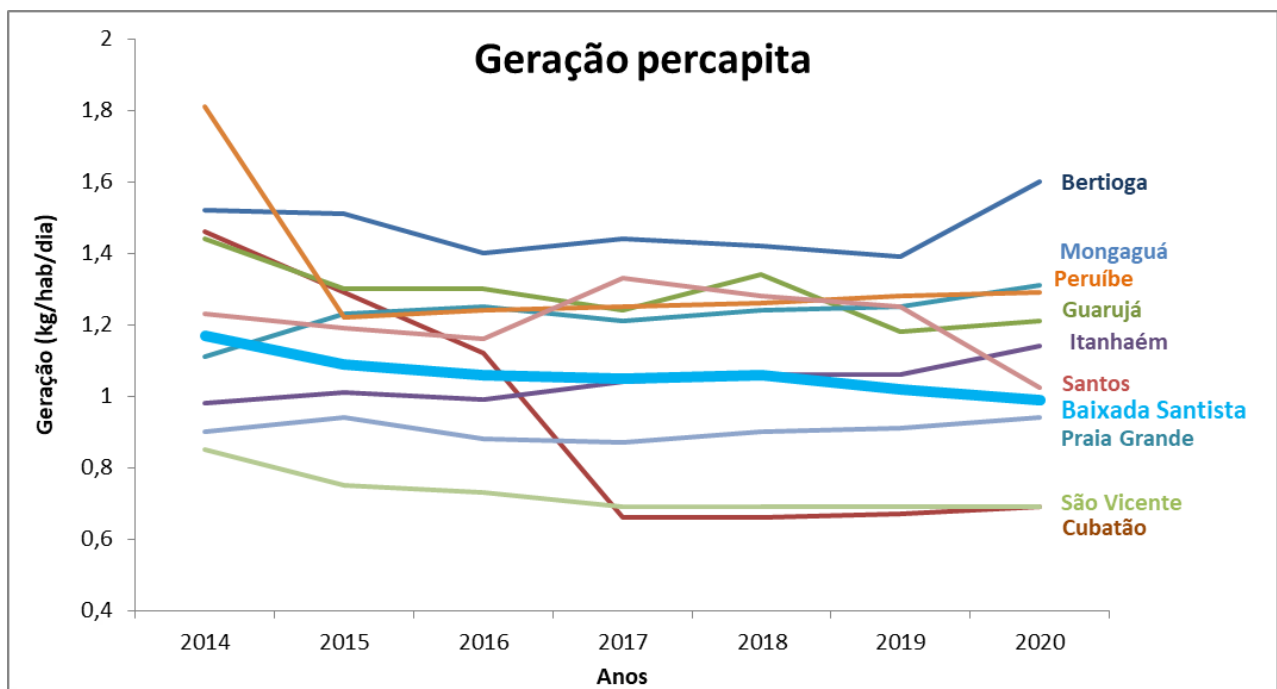
Figura 6 – Geração diária nos últimos 7 anos



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na **Figura 7** pode ser observada a variação da geração *per capita* na Baixada Santista nos últimos 7 anos e, assim como apresentado na geração total dos resíduos, esta também vem reduzindo consideravelmente, sendo em 2014 uma *per capita* de 1,17 kg/hab/dia e no ano de 2020 de 0,99 kg/hab/dia.

Figura 7 – Geração per capita nos últimos 7 anos



Fonte: Elaborado pelos autores.

Avaliando-se comparativamente a geração per capita de cada um dos 9 municípios, verifica-se que os municípios que apresentaram, no ano de 2020, uma maior geração per capita foram, respectivamente: Bertio- ga, Mongaguá, Peruíbe, Guarujá, Itanhaém, Santos, Praia Grande, São Vicente e Cubatão. Deve-se considerar que, estes valores de geração per capita são impactados não apenas pela sazonalidade (população flutuante), como também pela forma de contabilização da coleta dos RSU e RSD de cada município. Conforme apresen- tado na **Tabela 25**, alguns municípios realizam a coleta de alguns RSU juntamente com a coleta dos RSD e outros municípios, como não realizam a coleta desta forma, conseguem contabilizar essas massas separada- mente.

A **Tabela 28** apresenta a geração mensal nos anos de 2016 e 2020 em cada município da Baixada San- tista, conforme dados disponibilizados pelas prefeituras. Os meses de menor geração foram marcados na cor azul e os de maior geração na cor vermelha. Conforme pode ser observado, no ano de 2016, os meses de menor geração se distribuíam nos meses de inverno, na sua maioria, os meses de junho e julho. Em 2020, com exceção do município de Mongaguá, todos os demais municípios apresentaram uma menor geração de resíduos no mês de abril. Isto ocorreu provavelmente por conta da quarentena decretada pela pandemia do COVID-19, reduzindo as visitas pela população flutuante.

Com base na variação da geração mensal de resíduos na região da Baixada Santista, foi estimada a gera- ção per capita mensal da região (**Tabela 29**), e a per capita no mês de menor geração, ou seja, em maio, esta foi considerada como a referente à geração da população fixa. A geração mensal excedente foi considerada como da população flutuante, e assim foi possível estimar a geração de resíduos referente à população fixa e flutuante, conforme apresentado na **Figura 8**. Estima-se que das 660.901 toneladas de resíduos gerados no ano de 2020, 101.927 toneladas (16 %) foram referentes aos resíduos gerados pela população flutuante, en- quanto que a geração referente à população fixa foi de 558.974 toneladas.

Tabela 28 – Geração mensal de resíduos sólidos domiciliares em 2016 e em 2020

Município	Ano	Geração mensal (t/mês)											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Bertioga	2016	4.971	2.949	2.6	2.217	1.82	1.763	1.924	1.879	1.861	2.023	2.36	2.893
	2020	5398	2751	2202	1901	1926	2201	2368	2213	2686	2761	2270	3997
Cubatão	2016	4.939	4.522	4.852	4.194	4.178	3.844	3.793	4.032	3.828	4.383	3.915	4.634
	2020*	2.67	2.495	2.568	2.296	2.413	2.534	2.631	2.601	2.466	2.52	2.577	2.868
Guarujá	2016	18.202	13.557	13.462	11.353	11.527	10.654	10.592	10.254	10.022	11.17	11.445	13.341
	2020	15.25	10.835	12.672	10.274	10.405	11.470	11.367	11.895	13.093	10.527	10.395	11.908
Itanhaém	2016	4.534	3.252	2.896	2.656	2.429	2.230	2.406	2.338	2.326	2.62	2.714	3.582
	2020	4.882	3.452	3.095	2.674	2.735	3.095	3.131	3.104	3.366	3.547	3.75	4.419
Mongaguá	2016	3.163	2.344	2.053	1.697	1.730	1.409	1.549	1.681	1.474	1.825	1.9	2.561
	2020	3.324	2.246	1.849	1.882	1.659	1.904	2.089	2.023	2.302	2.241	2.022	2.656
Peruibe	2016	4.64	2.95	2.291	2.031	1.945	1.993	2.19	2.04	1.997	1.986	2.04	2.900
	2020	3.591	3.446	2.782	1.923	1.940	2.155	2.208	2.141	2.291	2.526	2.529	3.591
Praia Grande	2016	11.079	8.613	8.137	7.452	7.329	6.519	7.047	7.103	6.979	7.528	7.861	9.49
	2020	11.948	9.187	8.808	7.470	7.603	8.247	8.394	8.504	8.794	9.221	9.573	10.836
Santos	2016	17.013	15.63	15.982	14.753	14.819	13.855	13.560	14.737	13.713	14.63	15.012	16.65
	2020	15.103	14.125	13.692	11.732	11.871	13.049	13.317	13.355	12.927	13.435	13.251	14.549
São Vicente	2016	9.442	8.082	5.875	7.89	7.374	7.356	7.185	7.927	7.054	7.724	6.972	10.171
	2020	7.437	7.358	7.659	6.788	6.921	7.445	7.418	7.437	7.496	7.637	7.564	8.777
Baixada Santista	2016	77.983	61.899	58.148	54.243	53.151	49.623	50.246	51.991	49.254	53.889	54.219	66.222
	2020	69.603	55.895	55.327	46.941	47.474	52.095	53.033	53.272	55.421	54.414	53.931	63.599

Mês de maior geração de resíduos Mês de menor geração de resíduos

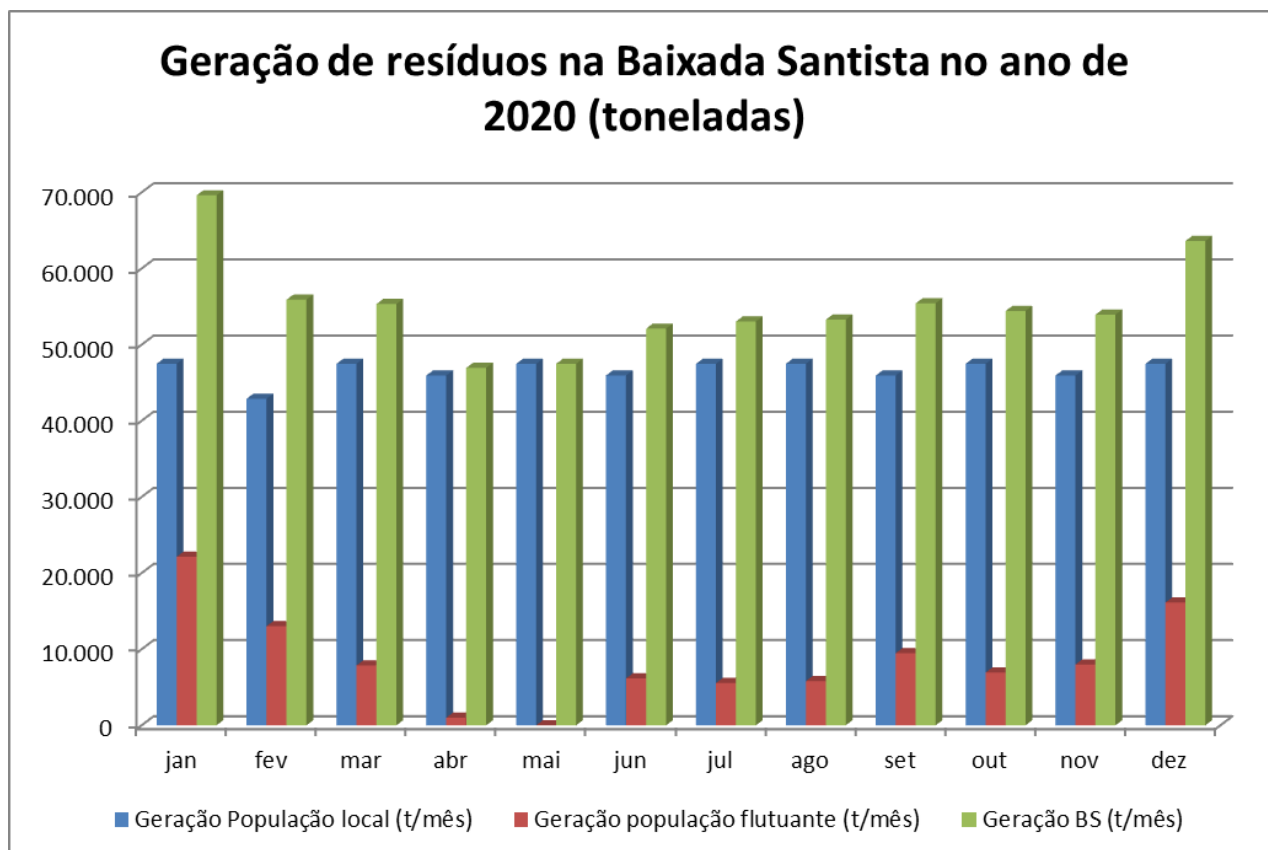
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 29 – Geração mensal de resíduos sólidos domiciliares na Baixada Santista.

Meses	Geração total (t)		Geração per capita (kg/hab/dia)	
	2016	2020	2016	2020
Janeiro	77.983	69.603	1,39	1,23
Fevereiro	61.899	55.895	1,22	1,09
Março	58.148	55.327	1,03	0,98
Abril	54.243	46.941	1,00	0,86
Maio	53.151	47.474	0,95	0,84
Junho	49.623	52.1	0,91	0,95
Julho	50.246	52.923	0,89	0,93
Agosto	51.991	53.272	0,93	0,94
Setembro	49.254	55.421	0,91	1,01
Outubro	53.889	54.414	0,96	0,96
Novembro	54.219	53.931	1,00	0,98
Dezembro	66.222	63.599	1,21	1,12
Total/média	680.868	660.901	1,06	0,99

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 8 – Geração referente à população fixa e à população flutuante.



Fonte: Elaborado pelos autores.

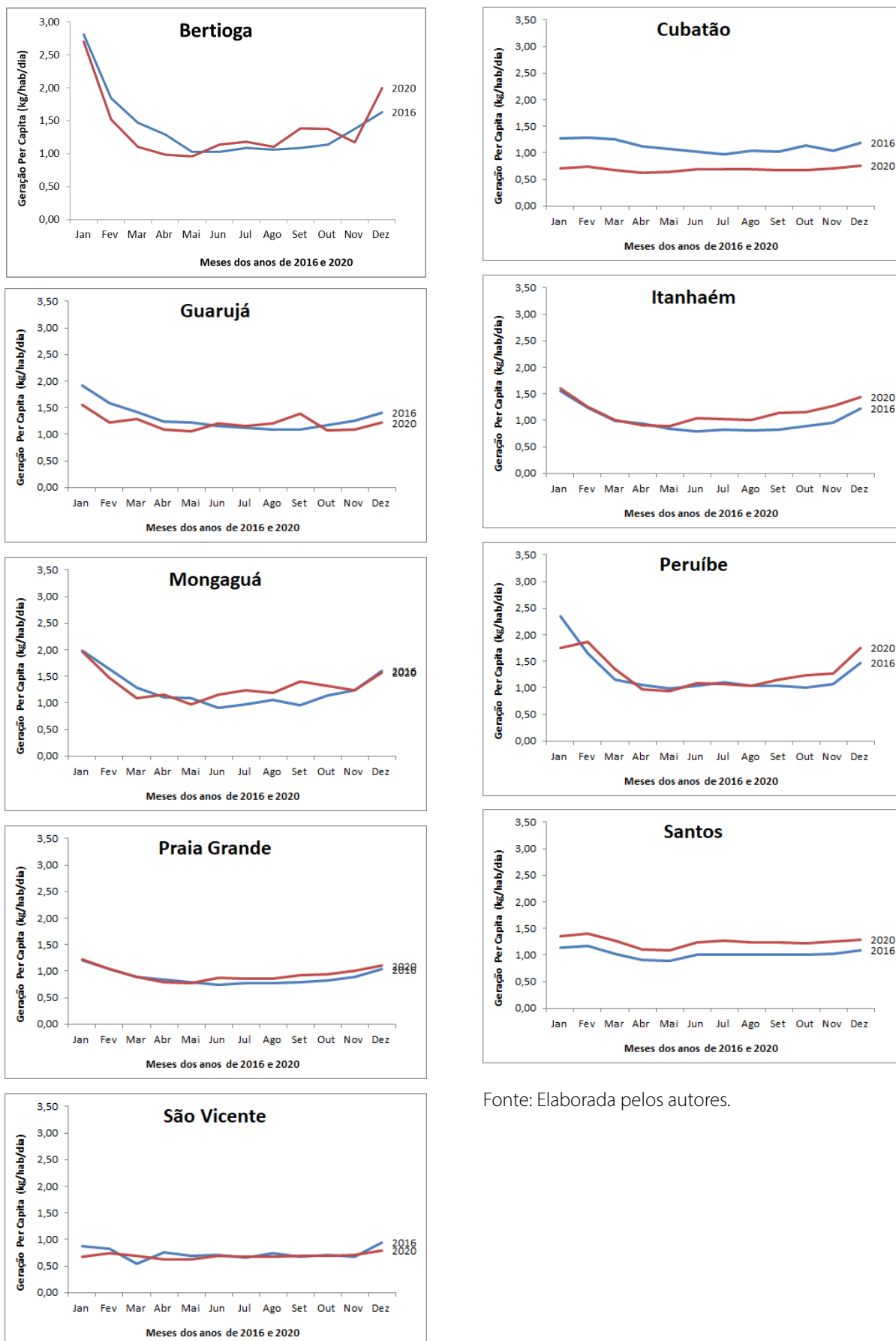
O impacto na variação da geração de resíduos causado pela população flutuante foi avaliado para cada município, conforme apresentado na **Figura 9**. Conforme pode ser observado, foi calculada a geração per capita de cada município no decorrer dos anos de 2016 e 2020, desconsiderando-se a população flutuante. Observa-se que os municípios que apresentaram uma maior variação na geração per capita, durante a alta temporada, foram, respectivamente: Bertioga, Peruíbe e Mongaguá. Os municípios que apresentam um menor impacto na geração per capita, ocasionado pela da variação total na geração de resíduos no decorrer dos meses foram, respectivamente: Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Guarujá e Itanhaém.

Comparando-se a variação da per capita no decorrer do ano de 2016 com a do ano de 2020, observa-se uma queda significativa na geração de resíduos nos meses de março e abril, nos municípios de Bertioga e Peruíbe. Mongaguá e São Vicente queda no mês de março e aumento no mês de abril. Guarujá apresentou aumento no mês de março. A maioria dos municípios apresentaram aumento na geração a partir do mês de junho e meses subsequentes, não condizente com o apresentado no ano de 2016. De forma geral, a variação da geração no decorrer dos meses do ano de 2020 não seguiram o apresentado no ano de 2016, provavelmente devido à pandemia do COVID-19, com maiores restrições no deslocamento da população nos meses de março até agosto de 2020.

Quanto à composição física e gravimétrica dos resíduos gerados na região da Baixada Santista, foi realizada uma nova determinação no mês de abril de 2022. Para este ano, a determinação foi realizada nos municípios de maior geração, sendo estes: Santos, Guarujá, Praia Grande e São Vicente, que representam juntos, mais de 70 % da geração total da região (**Tabela 30**).

Para a determinação da composição, os constituintes dos resíduos foram separados em três principais grupos, sendo os recicláveis, orgânicos (restos de alimentos) e rejeito (resíduos contaminados biologicamente, como os resíduos sanitários). Destaca-se que nessa classificação não estão sendo considerados como rejeitos, materiais sem valor comercial da fração reciclável. Os mesmos foram distribuídos nos diferentes tipos de materiais.

Figura 9 – Geração per capita dos resíduos sólidos domiciliares no decorrer dos meses dos anos de 2016 e 2020



Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 30 – Representatividade de cada município na geração total de resíduos sólidos domiciliares da Baixada Santista

Município	Geração (t/ano)	Fração na geração (%)
Bertioga	32.674,64	5
Cubatão	30.638,66	5
Guarujá	140.089,96	21
Itanhaém	41.250,05	6
Mongaguá	26.195,76	4
Peruíbe	31.123,00	5
Praia Grande	108.585,00	16
Santos	160.407,00	24
São Vicente	89.936,85	14
Baixada Santista	660.900,92	100

Fonte: Elaborada pelos autores.

A **Tabela 31** apresenta os resultados da composição física e gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares obtidas nos municípios analisados no ano de 2022, em comparação com os resultados obtidos no ano de 2016 para estes mesmos municípios.

Com base nestes resultados, considerando as 03 sub-regiões da Baixada Santista e que estas foram formadas por meio de estudos e critérios de agregação, por similaridade, conforme apresentado no PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018), foi considerada a semelhança na composição dos resíduos em uma mesma sub-região, extrapolando os dados obtidos dos municípios para suas subseqüentes sub-regiões, aplicando-se a média ponderada para aqueles que possuíam mais de 1 município analisado em sua sub-região (**Figura 10** e **Tabela 32**).

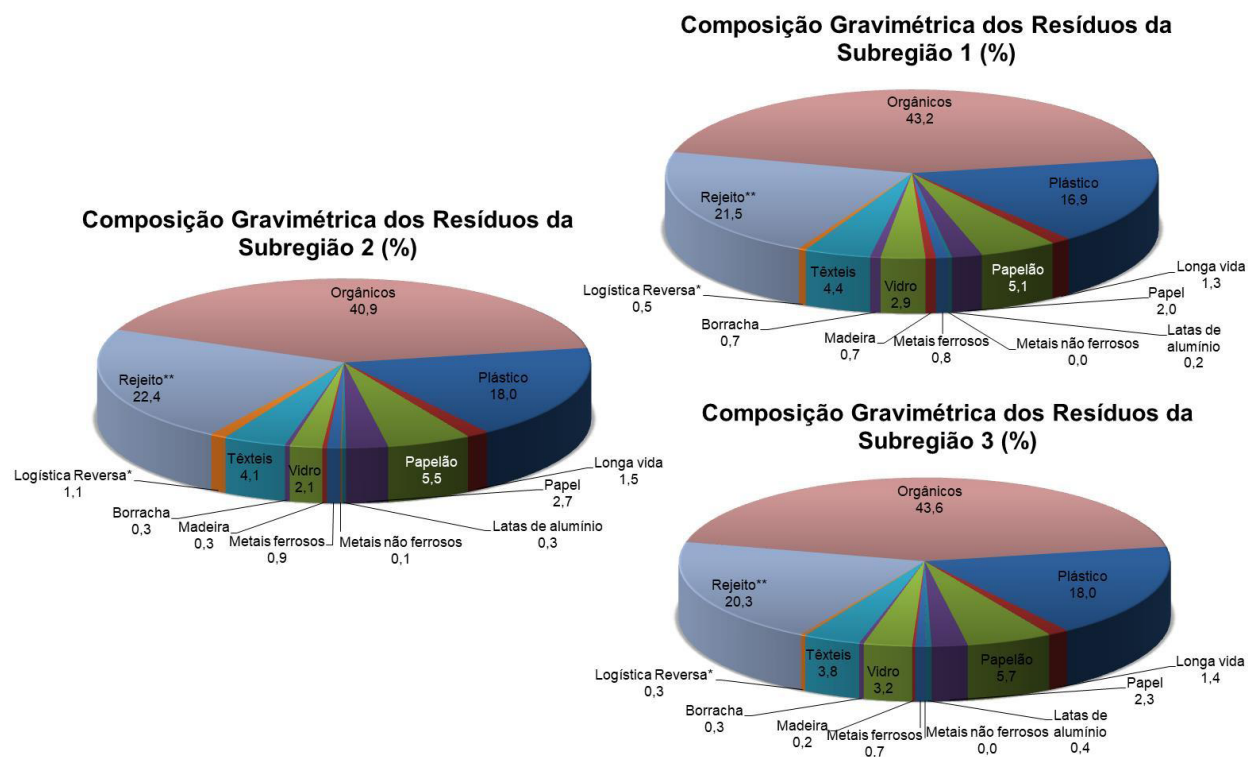
Tabela 31 – Composição física e gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares dos 04 municípios analisados, na região da Baixada Santista (%).

Tipo de material	Guarujá		Praia Grande		Santos		São Vicente	
	2016	2022	2016	2022	2016	2022	2016	2022
PET - incolor	1,21	1,12	1,26	0,92	0,98	1,04	1,05	0,87
PET - colorido	0,29	0,54	0,38	0,34	0,32	0,43	0,18	0,37
PET - outros	0,43	0,00	0,00	0,00	0,72	0,00	0,09	0,00
PEAD	1,18	0,98	5,09	1,86	4,44	0,86	1,09	0,74
PVC	0,87	0,14	0,51	0,22	0,00	0,40	0,21	0,12
PEBD	2,67	1,76	1,59	2,54	1,41	1,28	3,03	2,02
PP	1,12	2,36	1,1	2,17	1,07	2,41	1,26	1,94
PS	0,59	0,85	0,96	0,89	1,9	1,50	0,93	3,52
Outros plásticos	0,56	0,78	0,42	0,78	0,67	0,52	1,11	0,66
Plástico filme	9,1	8,09	8,2	8,26	15,47	8,72	9,49	9,17
Longa vida	0,99	1,30	1,85	1,35	1,29	0,68	1,36	2,87
Papelão	6,43	5,13	1,68	5,65	2,97	5,92	5,83	4,71
Papel	4,74	1,68	3,61	2,34	13,47	2,76	3,04	2,61
Latas de alumínio	0,21	0,28	0,47	0,38	0,57	0,34	0,09	0,18
Metais não ferrosos	0,23	0,01	0,34	0,01	0,23	0,13	0,32	0,01
Metais ferrosos	1,11	0,83	1,57	0,67	1,43	0,82	1,06	1,01
Madeira	1,79	0,76	0,17	0,20	1,65	0,29	0,01	0,30
Vidro - incolor	0,98	1,12	0,72	1,31	0,01	0,99	0,11	0,42
Vidro - colorido	2,76	2,04	3,81	1,86	1,03	1,54	0,27	0,96
Borracha	0,36	0,58	0,23	0,30	2,3	0,08	0,22	0,74
Têxteis	6,75	4,52	5,49	3,78	1,74	2,41	4,28	7,15
Logística Reversa*	0,27	0,40	0,07	0,29	0,19	1,34	0,06	0,52
Rejeito**	12,35	20,84	25,14	20,34	12,77	22,97	14,95	21,25
Orgânicos	42,94	43,90	35,36	43,55	36,03	42,55	49,93	37,84
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*Logística reversa: resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, pneumáticos, embalagens agroquímicas e óleos lubrificantes.

**Rejeito: resíduos contaminados biologicamente (papéis sanitários, absorventes, fraldas, cotonetes, algodão, entre outros)

Figura 10 – Composição dos resíduos sólidos domiciliares por sub-região



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 32 – Composição física e gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares das sub-regiões e região da Baixada Santista (%).

Tipo de material	Sub-região 1	Sub-região 2	Sub-região 3	Baixada Santista
PET - incolor	1,16	0,98	0,92	1,00
PET - colorido	0,54	0,41	0,34	0,42
PET - outros	0,00	0,00	0,00	0,00
PEAD	1,02	0,82	1,86	1,20
PVC	0,12	0,30	0,22	0,23
PEBD	2,00	1,55	2,54	1,93
PP	2,32	2,24	2,17	2,26
PS	0,75	2,23	0,89	1,45
Outros plásticos	0,78	0,57	0,78	0,70
Plástico filme	8,15	8,88	8,26	8,52
Longa vida	1,29	1,47	1,35	1,39
Papelão	5,07	5,49	5,65	5,47
Papel	1,98	2,71	2,34	2,35
Latas de alumínio	0,24	0,28	0,38	0,31
Metais não ferrosos	0,01	0,08	0,01	0,04
Metais ferrosos	0,79	0,89	0,67	0,81
Madeira	0,67	0,29	0,20	0,38
Vidro - incolor	1,05	0,78	1,31	1,04
Vidro - colorido	1,85	1,33	1,86	1,68
Borracha	0,68	0,32	0,30	0,38
Têxteis	4,35	4,11	3,78	4,12
Logística Reversa*	0,49	1,05	0,29	0,65
Rejeito**	21,51	22,36	20,34	20,99
Orgânicos	43,16	40,86	43,55	42,66
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

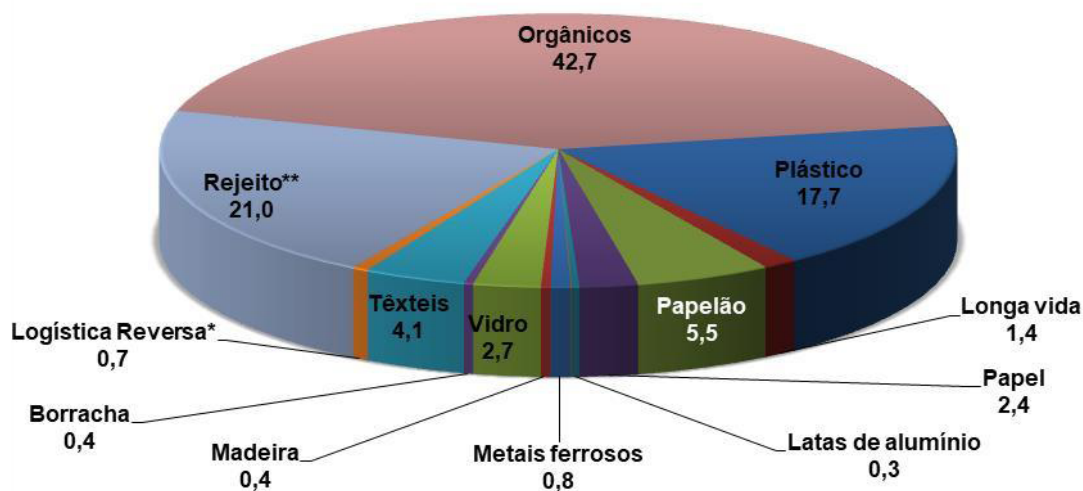
*Logística reversa: resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, pneumáticos, embalagens agro-químicas e óleos lubrificantes.

**Rejeito: resíduos contaminados biologicamente (papéis sanitários, absorventes, fraldas, cotonetes, algodão, entre outros)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a obtenção da composição dos resíduos da Baixada Santista, foi obtida média ponderada da composição dos 4 municípios analisados e o resultado extrapolado para a região (**Figura 11**), resultando em 64 % de resíduos úmidos (rejeito e orgânicos) e 36 % de materiais recicláveis.

Figura 11 – Composição dos resíduos sólidos domiciliares da Baixada Santista em porcentagem (%)



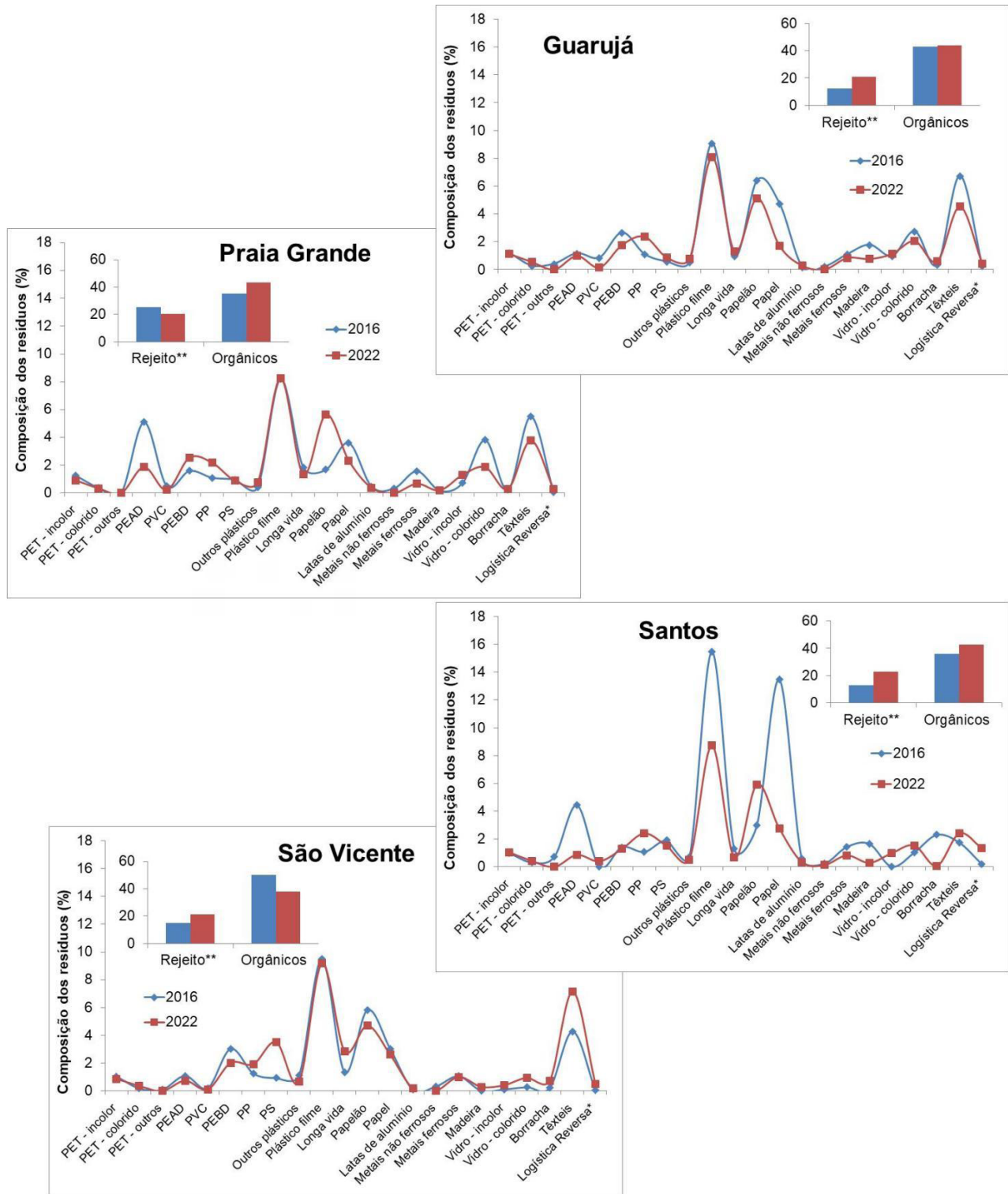
Fonte: Elaborado pelos autores.

Realizando uma análise comparativa entre a composição dos resíduos nos municípios analisados no ano de 2022 com a composição no ano de 2016, observa-se que os 4 municípios apresentaram queda na porcentagem de materiais recicláveis presentes na massa total de resíduos (**Figura 12**).

Conforme pode ser observado na **Figura 12**, a diminuição na porcentagem de recicláveis ocasionou, conseqüentemente, um aumento na porcentagem de resíduos úmidos (orgânicos e rejeitos). A queda de materiais recicláveis na massa de resíduo se deu provavelmente pelo aumento da coleta seletiva, visto que o município que mais apresentou queda foi justamente Santos, que apresentou aumento significativo da coleta seletiva.

Analisando-se cada tipo de material observa-se que o papel e o plástico do tipo Polietileno de Alta Densidade (PEAD) foram os que apresentaram maiores quedas de presença na massa de resíduos. Em contrapartida, o Polipropileno (PP) e o papelão, apresentaram aumento da porcentagem.

Figura 12 – Gráfico comparativo da composição dos resíduos sólidos domiciliares nos anos de 2016 e 2022



Fonte: Elaborado pelos autores.

Aplicando a porcentagem obtida nos municípios analisados em suas respectivas massas geradas no ano de 2020, assim como a composição obtida para a região da Baixada Santista em sua geração no ano de 2020, obtém-se a quantidade estimada em massa de cada material conforme apresentado na **Tabela 33**.

Tabela 33 – Geração de tipos de resíduos no ano de 2020 (t/ano).

Tipo de material	Guarujá	Praia Grande	Santos	São Vicente	Baixada Santista
PET - incolor	1.566	998	1.663	786	6.64
PET - colorido	754	372	696	331	2.849
PEAD	1.37	2.024	1.379	669	7.207
PVC	198	236	640	109	1.565
PEBD	2.461	2.759	2.055	1.821	12.047
PP	3.304	2.359	3.863	1.743	14.925
PS	1.187	965	2.407	3.166	10.232
Outros plásticos	1.099	847	837	594	4.472
Plástico filme	11.327	8.971	13.996	8.25	56.345
Longa vida	1.826	1.463	1.089	2.58	9.215
Papelão	7.188	6.14	9.505	4.233	35.846
Papel	2.359	2.541	4.431	2.351	15.473
Alumínio	391	409	553	159	2.002
Metais não ferrosos	13	14	202	7	314
Metais ferrosos	1.158	723	1.32	908	5.442
Madeira	1.061	212	467	269	2.661
Vidro - incolor	1.573	1.418	1.587	378	6.561
Vidro - colorido	2.862	2.017	2.467	866	10.875
Borracha	808	323	121	669	2.544
Têxteis	6.33	4.102	3.861	6.435	27.452
Logística Reversa*	562	316	2.156	467	4.638
Rejeito**	29.197	22.091	36.846	19.115	142.094
Orgânicos	61.496	47.283	68.267	34.033	279.561
TOTAL	140.09	108.585	160.407	89.937	660.9

*Logística reversa: resíduos eletroeletrônicos, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, pneumáticos, embalagens agro-químicas e óleos lubrificantes.

**Rejeito: resíduos contaminados biologicamente (papéis sanitários, absorventes, cotonetes, algodão, entre outros)

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2.2. Caracterização Dos Resíduos Advindos Da Coleta Seletiva

Os resíduos recicláveis representam a parcela dos materiais presentes no resíduo que pode ser destinado à reciclagem, considerando suas propriedades e valor econômico. Entende-se como reciclagem, o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa (BRASIL, 2010a).

Os resíduos recicláveis quando separados na origem podem ser destinados à coleta seletiva, bem como serem entregues em pontos de coleta específicos. A triagem dos materiais depende da atuação de cooperativas e catadores autônomos, antes de chegar nas indústrias de transformação.

A Baixada Santista, no ano de 2016, possuía 11 Cooperativas de triagem de materiais recicláveis, sendo 02 unidades no município de Guarujá e Santos e 01 em cada um dos demais municípios. Hoje a Baixada Santista possui 15 Cooperativas, sendo adicionadas, desde 2016, a Cooperativa Recicla Mais, no município de Guarujá; a Cooperlis, no município de Itanhaém; a Cooperativa Amantes da Natureza, no município de Peruíbe e a Aca-mar, no município de Praia Grande. Na **Tabela 34** estão apresentadas as cooperativas existentes na Baixada Santista e na **Figura 13** pode ser observado o mapa com a localização de cada uma das unidades de triagem. A **Tabela 35** apresenta os dados sobre coleta seletiva.

Tabela 34 – Cooperativas dos municípios da Baixada Santista

Município	Entidade	Endereço	Contrato com a Prefeitura
Bertioga	Coopersubert - Coop. de Reciclagem de Sucatas União Bertioga	Rodovia Doutor Manoel Hipólito do Rego, 55 - trevo do km 227, Centro, Bertioga – SP – 11250-970	Sim
Cubatão	Associação Beneficente dos Catadores de Materiais Recicláveis da Baixada Santista (ABC Marbas)	Rua Tenente Col PM Geraldo Aparecido Correa s/n - Sítio Cafezal	Sim
Guarujá	Cooperativa de Beneficiamento de Materiais Recicláveis e Educação Ambiental (COOPERBEN)	R. Santo Antonio, 136 - Vila São Miguel Guarujá - SP - 11440-080	Não
	Cooperativa Mundo Novo	Rua Josefá Herminio Caldas, 45 - Vicente de Carvalho Guarujá - SP - 11461-900	Sim
	Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis de Guarujá (Recicla Mais)	Rua Neide Maria Chaves Fernandes, nº 86, Lote 22, Quadra Q, Jardim Progresso, Guarujá – SP CEP 11453-040	Sim
Itanhaém	Coopersol Reciclando - Cooperativa de Resíduo Sólido e Líquido de Itanhaém e Região	R. João Andrade Junior, 400 – Jardim Oásis. Itanhaém, SP, Brasil	Não
	Cooperativa de Trabalho do Litoral Sul - Cooperlis	Av. Pedro Walmore de Araújo 950 Sala 8 Bal. Jardim de Itanhaém - Itanhaém, SP, Brasil	Não
Mongaguá	Coopermar - Cooperativa de catadores de material reciclável de Mongaguá	Av. José Jacob Seckler, 1546 - Vila Oceanopolis Mongaguá - SP - 11730-000	Não
Peruíbe*	Associação de Coletores de Produtos Recicláveis Graça Vermelha	R Madre Nineta Jonata, S/N, Jardim Caraguava, Peruíbe, SP, CEP 11750-000	Não
	Cooperativa amantes da natureza	Rua Madre Nineta Jonata, S/N – Caraguava – Peruíbe	Não
Praia Grande	COOPERVIDA - Cooperativa de Coletores e Recicladores de Matérias Orgânicas e Inorgânicas Nova Vida	Av. Trabalhadores, 2472 - Vila Sônia, Praia Grande-SP anexo	Não
	ACAMAR - Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Praia Grande	Av. Trabalhadores, 3551 – Vila Antártica, Praia Grande-SP	Não
Santos	Cooperativa de Materiais Recicláveis Santista - COMARES	Av. Ver. Alfredo das Neves – Alemoa - Santos – SP 11095-510	Sim
	ONG Sem Fronteiras	Rua Da Constituição, 86 – Paquetá Santos - SP	Não
São Vicente	Cooperativa de Trabalho de Catadores de Materiais Recicláveis em Benefício a Natureza/ Coopernatureza	Av. Sambaiaatuba, 116 - Jôquei Club, São Vicente - SP - 11365-140	Sim

* atualmente, não se encontra em funcionamento

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 35 – Dados sobre coleta seletiva

Município	Cooperativa	Tipo de sistema de coleta	Ao lado de transbordo?	Nº de caminhões	Quantidade de cooperados
Bertioga	Coopersubert	“Porta a porta e 37 LEVs”	Sim	3	30
Cubatão	ABC Marbas	Porta a porta e LEVs	Não	2	48
Guarujá	Cooperben	“Porta a porta em 2 bairros PEVs”	Não	2	22
	Cooperativa Mundo Novo	“Porta a porta PEVs”	Não	2	12
	Recicla Mais	“Porta a porta PEVs”	Não	1	7
Itanhaém	Coopersol-reciclando	Porta a porta e PEVs	Não	2	16
	Cooperlis	Atua dentro da Usina Brasil – transbordo municipal	Dentro do transbordo	-	26
Mongaguá	Coopermar	Mediante solicitação e porta a porta em bairros piloto	Não	3***	30
Peruíbe*	Cooperativa Garça Vermelha	Recebem da Sabesp	Não	-	1
	Cooperativa Amantes da Natureza	Porta a porta		1	8
Praia Grande	Coopervida	Porta a porta	Sim	6	56
	ACAMAR	Porta a porta	Não	6	58
Santos	COMARES	Recebe materiais coletados pela Prefeitura	Não	5	82
	ONG Sem Fronteiras	Mediante solicitação	Não		72
São Vicente	Coopernatureza	Porta a porta	Não	5	67

*Atualmente, não se encontra em funcionamento;

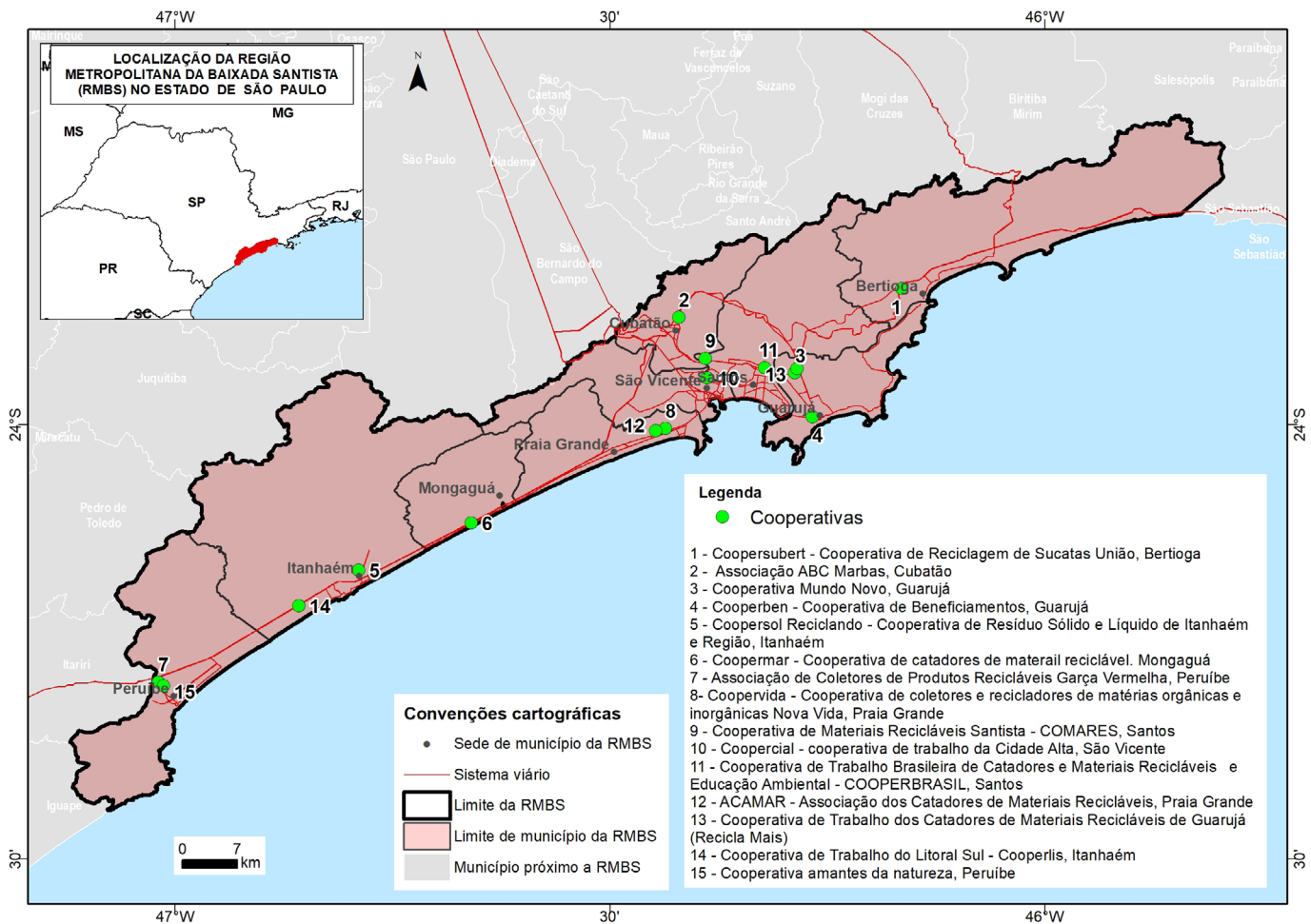
**Coleta realizada com Kombi, bicicleta, etc.;

*** 2 caminhões e 1 Kombi; NI = Não Identificado

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto à quantidade de materiais coletados pela coleta seletiva no ano de 2020, assim como a composição destes, foram as apresentadas na **Tabela 36**. Com base nos dados disponibilizados de quantidade de materiais coletados, comercializados e rejeitados pelas cooperativas de triagem, foi realizada média ponderada para a determinação da composição física e gravimétrica da coleta seletiva da Baixada Santista, conforme pode ser observado na **Figura 14**.

Figura 13 – Localização das cooperativas nos municípios da RMBS



Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 36 – Composição dos materiais provenientes da coleta seletiva dos municípios da Baixada Santista no ano de 2020

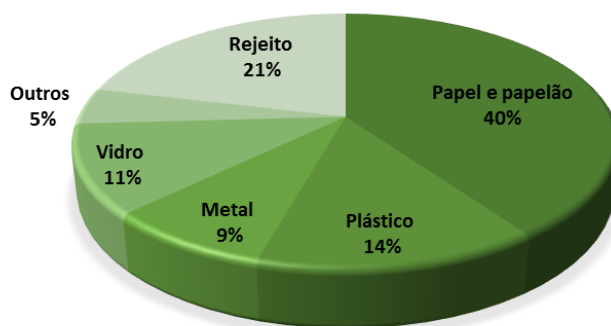
Município	Comercializado (t)						"Rejeito (t)"	"Total (t)"
	Papel	Papelão	Plástico	Metal	Vidro	Outros		
Bertioga		262,3	146,5	77,7	81,7	-	27,6	595,8
Cubatão*		275,0	244,0	18,0	26,0	0,0	ND	960,0
Guarujá		1.010,7	471,5	399,6	442,3	-	6,0	2.330,10
Itanhaém		82,5	24,0	7,9	24,8	-	59,4	198,6
Mongaguá		190	96	120	120	-	-	526,0
Praia Grande	33,8	798,2	369,0	13,3	383,7	562,7	1023,89	3184,6
Santos		5727,1	1447,98	800,8	1198,32	ND	3.124,4	12.298,60
São Vicente	273,47	182,31	326,51	413,89	212,93		431,59	2.296,48
Baixada Santista		8.835,4	3.125,5	1.851,2	2.489,8	1.018,5	4.672,9	22.390,2

ND = Não Definido

*SNIS (2020)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 14 – Composição dos materiais da coleta seletiva em porcentagem (%)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na **Tabela 37** estão apresentadas as gerações totais de RSD, referentes a coleta regular e coleta seletiva. Conforme pode ser observado, os municípios que apresentaram um aumento significativo na coleta seletiva, entre o ano de 2016 e 2020, foram Santos e Praia Grande, seguidos de São Vicente, Mongaguá e Cubatão. De maneira geral, a massa de material reciclável coletada pela coleta seletiva chegou a quase dobrar entre os anos de 2016 a 2020, com um aumento de 86 % entre um ano e outro, o que representa um aumento de massa de material coletado de 21 % ao ano.

Devido ao aumento da geração total de RSD, a massa de material reciclável coletado em relação à massa total de resíduos gerados não foi significativa, aumentando de 1,6 %, no ano de 2016, para 3,3 % no ano de 2020, com especial aumento no município de Santos, de 2 %, no ano de 2016, para 7 % no ano de 2020.

De forma geral, observou-se que houve um aumento na quantidade total de materiais recicláveis coletados, entretanto, em específico no município de Santos, a capacidade instalada de triagem destes materiais não acompanhou o aumento da capacidade de coleta. Como forma de corrigir esta questão, parte do material coletado pelo município de Santos passou a ser escoado para as cooperativas de triagem dos municípios de São Vicente e Cubatão.

Tabela 37 – Massa de resíduos da coleta regular e da coleta seletiva

Município	Quantidade coletada em 2016						Quantidade coletada em 2020					
	Coleta regular		Coleta seletiva		TOTAL (t)		Coleta regular		Coleta seletiva		TOTAL (t)	
	(t)	(%)	(t)	(%)			(t)	(%)	(t)	(%)		
Bertioga	29.26	98,3	494	1,7	1,7	29.754	32.675	98	596	1,8	33.271	
Cubatão	51.114	98,5	763	1,5	1,5	51.877	30.639	97	960	3,0	31.599	
Guarujá	145.579	98,5	2.2	1,5	1,5	147.779	140.09	98	2.33	1,6	142.42	
Itanhaém	33.983	99,4	198	0,6	0,6	34.181	41.25	100	199	0,5	41.449	
Mongaguá	23.386	98,6	329	1,4	1,4	23.715	26.196	98	526	2,0	26.722	
Peruíbe*	29.003	99,7	92	0,3	0,3	29.096	31.123	100	0	0,0	31.123	
Praia Grande	95.137	98,2	1.747	1,8	1,8	96.884	108.585	97	3.185	2,8	111.747	
Santos	180.354	98,0	3.765	2,0	2,0	184.119	160.407	93	12.299	7,1	172.706	
São Vicente	93.052	98,2	1.708	1,8	1,8	94.761	89.937	98	2.296	2,5	91.371	
Baixada Santista	680.868	98,4	11.298	1,6	1,6	692.166	660.901	97	22.39	3,3	683.291	

*Não está realizando coleta seletiva

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base nos dados do SNIS, para o ano de 2021, foi observado um aumento na geração de resíduos nos municípios de Itanhaém, Mongaguá e São Vicente. Como reportado no Item 4.2.1 Caracterização dos Resíduos Advindos da Coleta Regular, deste aumento na geração de resíduos podem não ser ocasionados apenas pela sazonalidade (população flutuante) na região, já que os municípios de São Vicente e Mongaguá, computaram o RSU juntamente com a coleta dos RSD, conforme dados históricos do SNIS. Com relação a coleta seletiva, a taxa de material recuperado variou de 0,2 % e 5,0 %. Pode-se observar uma maior adesão na coleta seletiva nos municípios de Bertioga, Cubatão e Mongaguá. Já os municípios de Guarujá, Itanhaém, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente, tiveram uma recuperação menor nos materiais da coleta seletiva. Como mencionado anteriormente, tais variações podem ocorrer, uma vez que os dados históricos de RSU nessa região são computados juntamente com a coleta dos RSD.

4.2.3. Coleta Regular e Coleta Seletiva

Existem, na Baixada Santista, cerca de 720 pessoas envolvidas na coleta de resíduos domésticos, e a abrangência da coleta na Baixada Santista aumentou de 99 % para 100 % da população atendida (Ministério das Cidades, 2020) (**Tabela 38**).

Tabela 38 – Dados sobre os responsáveis pela coleta regular de resíduos domiciliares

Município	Ano	Abrangência da coleta (%)	Responsável pela gestão da coleta	Responsável pela execução da coleta	Quantidade de caminhões compactadores	Nº de pessoas envolvidas na coleta
Bertioga	2016	98,9	Prefeitura – Secretaria de Serviços Urbanos (SU)	Terracom Construções Ltda.	6	28
	2020	100,0			11	28
Cubatão	2016	100,0	Prefeitura/ Secretaria de Manutenção	Terracom Construções Ltda.	8	39
	2020				8	39
Guarujá	2016	100,0	Prefeitura/ Secretaria Municipal de Operação Urbana SEURB LIMP	Terracom Construções Ltda.	16	168
	2020				18	170
Itanhaém	2016	96,0	Prefeitura / Secretaria de Serviços e Urbanização (SSU)	Lara Central de Tratamento Ltda.	8	67
	2020	100,0			-	-
Mongaguá	2016	99,6	Departamento de Serviços Públicos Externos (DSPE)	Terracom Construções Ltda.	6	24
	2020	100,0			6	24
Peruíbe	2016	100,0	Prefeitura	Litucera Engenharia e Limpeza Ltda.	11	44
	2020				10	40
Praia Grande	2016	97,5	Prefeitura/ Secretaria de Serviços Urbanos - SESURB	Consórcio PG Eco Ambiental	11	92
	2020	100,0			15	100
Santos	2016	100,0	Prefeitura/ Secretaria de Serviços Públicos (SESERP)	Terracom Construções Ltda.	25	256
	2020				23	248
São Vicente	2016	99,8	Prefeitura/ SEMAM	Terracom Construções Ltda.	19	92
	2020	100,0			12	79
Baixada Santista	2016	99,4	-	-	110	810
	2020	100,0			102	725

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2.4. Tratamento e Disposição Final

Este item apresenta a verificação da destinação e disposição final, com caracterização dos tipos de disposição, como aterros, unidades de triagem e compostagem, transbordo, autoclave, incineração, tipos de manejos para podas e jardinagem, unidades de captação de entulhos, entre outros. Os resultados deste levantamento são apresentados na **Tabela 39** e a localização dos transbordos e aterros está apresentada na **Figura 15**.

Tabela 39 – Áreas de transbordo e a destinação final em aterros

Município	Coleta regular – disposição final			
	Transbordo	Distância entre o marco zero do município e o transbordo	Aterro	Distância entre transbordo e aterro* (km)
Bertioga	Km 227 da SP-55 (rodovia Rio-Santos)	19	Aterro sanitário – Santos	41
Cubatão	Inexistente	NA	Aterro sanitário – Santos	28
Guarujá	Av. Antenor Pimentel, s/no., Bairro Morrinhos. Morrinhos IV,	7	Aterro sanitário – Santos	14
Itanhaém	Usina Brasil, na Estrada Cel Joaquim Branco s/nº**	12	Aterro sanitário - Mauá	113
Mongaguá	R. Estrela do Mar, 591-649 - Cidade Balneário Marinho, Mongaguá	19	Aterro sanitário – Santos	47
Peruíbe	Inexistente	NA	Aterro municipal Jardim Márcia II - Peruíbe	5
Praia Grande	Av. Trabalhadores, 2472 - Vila Sônia, Praia Grande-SP	7	Aterro sanitário – Santos/Aterro Mauá	40/70
Santos	Bairro da Alemoa, Vila dos Criadores	9	Aterro sanitário – Santos	32
São Vicente	Av. Sambaiatuba, 116, Joquei Clube	3	Aterro sanitário – Santos	35

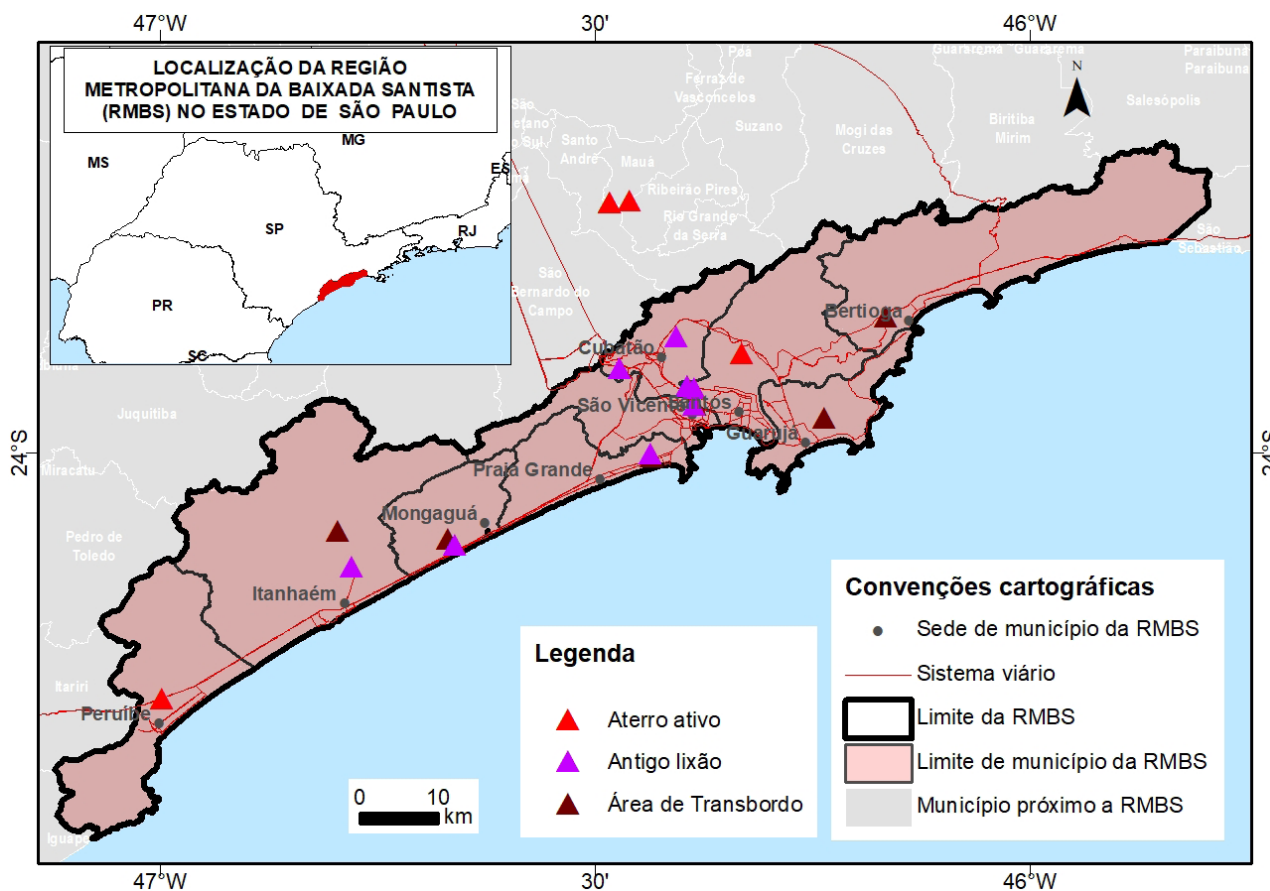
* No caso de Cubatão, Peruíbe e São Vicente, foi considerada a distância entre marco zero e o aterro

**Área utilizada como transbordo de resíduos

NA = Não se aplica

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 15 – Localização das áreas de transbordo e aterros da Baixada Santista



Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme apresentado na **Tabela 39**, o município de Santos possui um aterro sanitário onde funciona o Centro de Gerenciamento de Resíduos Terrestre Ambiental Ltda. O aterro sanitário, em operação desde fevereiro de 2003, recebe atualmente os RSU dos seguintes municípios da Baixada Santista: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Mongaguá, Praia Grande, Santos e São Vicente. Conforme Parecer da CETESB (2016), este aterro apresenta vida útil “praticamente esgotada”. A média de recebimento de resíduos em 2014 foi de 2.500 t/dia (BERTIOGA, 2016).

O aterro possui todas as licenças ambientais exigidas pelos órgãos ambientais e segue um rigoroso sistema de monitoramento ambiental com boas avaliações mensuradas pela CETESB para o IQR. O aterro, que possui licença de operação, conta com a seguinte infraestrutura: Setor administrativo, impermeabilização de base, cobertura diária de resíduos, drenagem de gases, drenagem de águas pluviais, drenagem de chorume, tratamento interno de chorume, vigilância, monitoramento ambiental, tratores e esteiras, retroescavadeira, pá-carregadeira, caminhões basculantes, caminhão pipa e trator com rolo compactador (Ministério das Cidades, 2016).

O município de Peruíbe destina os resíduos para aterro municipal, Jardim Márcia II, em operação desde 1992. Conforme parecer da Companhia de Ambiental do Estado de São Paulo (2016), o aterro apresenta um histórico de enquadramento inadequado. O aterro, que possui licença de instalação, conta com a seguinte infraestrutura: Setor administrativo, impermeabilização de base, cobertura semanal de resíduos, drenagem de gases, drenagem de águas pluviais, drenagem de chorume, tratamento interno de chorume, vigilância, monitoramento ambiental, retroescavadeira, pá-carregadeira, trator de esteiras e caminhão basculante (Ministério das Cidades, 2015).

Em 2014 foi iniciado um processo de encerramento e ampliação do aterro Jardim Márcia II (PERUÍBE, 2015). A ampliação prevista para este aterro estenderia a vida útil para 30 meses contados a partir de dezembro de 2014.

Conforme mencionado, os resíduos destinados aos aterros são espalhados, compactados e cobertos com uma camada de terra, diariamente em Santos e semanalmente em Peruíbe. Existe sistema de drenagem de gases e o chorume gerado é tratado internamente, tanto no aterro de Santos, como no de Peruíbe (Ministério das Cidades, 2016). Os resíduos de Itanhaém, que são encaminhados para o Aterro Lara em Mauá, são cobertos diariamente com uma camada de terra, é feita drenagem com aproveitamento dos gases gerados, assim como a drenagem de águas pluviais e chorume com recirculação de chorume (Ministério das Cidades, 2016). O tratamento do chorume é feito internamente (Ministério das Cidades, 2016).

4.2.5. Processamento dos Resíduos da Coleta Seletiva

A **Tabela 36** apresenta a quantidade de resíduos encaminhados às cooperativas de reciclagem dos municípios da Baixada Santista, coletados por empresas de coleta porta a porta e pelos catadores, bem como a quantidade de materiais comercializados e a quantidade de rejeitos gerados durante a triagem.

Os rejeitos provenientes da coleta seletiva compreendem todo o material que não é comercializado por não ser reciclável, por não haver comprador na região, ou por perda no valor comercial. Materiais que não são comercializados por não haver compradores na região são armazenados nas cooperativas até a viabilidade de comercialização ou são descartados com os demais rejeitos destinados na forma de resíduo na coleta regular. Esses materiais representam uma média de cerca de 20 % dos materiais encaminhados para as cooperativas de triagem. A geração de rejeitos nas cooperativas está relacionada com dois fatores principais: a chegada de materiais muito sujos misturados aos resíduos destinados à coleta seletiva e a baixa eficiência na segregação desses resíduos, de modo que alguns resíduos passíveis de reciclagem são misturados com os rejeitos.

Conforme pode ser observado na **Tabela 40**, os materiais que mais apresentam dificuldade na comercialização pelas cooperativas de triagem são os PETs de leite que, segundo relatado pela Coopersubert, não são comercializados por conterem chumbo em sua composição. Outros materiais que apresentam dificuldade na comercialização na Baixada Santista são as aparas de PVC, por não existir compradores na região, além de haver dificuldade em acumular um volume mínimo suficiente para venda. Os plásticos denominados de “outros plásticos”, de código nº 7, também não são comercializados pelas cooperativas por não haver compradores na região.

Outro fator que influencia na venda desses recicláveis é a condição de higienização, ou seja, materiais muito sujos ou não são vendidos ou são comercializados a um baixo valor.

Tabela 40 – Tratamento e destinação dos materiais triados nas Cooperativas

Município	Cooperativa	Forma de acondicionamento, disposição e transporte do material comercializado	Materiais comercializados	Materiais não comercializados	Empresas compradoras
Bertioga	COOPERSUBERT	Vidro e material ferroso ficam dispostos em containers a céu aberto. O restante fica disposto em fardos ou bags em área coberta. O transporte é realizado pelo comprador do material.	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão; papel branco, colorido e misto; metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	PS, isopor, embalagens longa vida, laminados, PVC	Empresas que vendem esses materiais para as indústrias (atravessadoras), devido não conseguir acumular material suficiente para vender diretamente as indústrias.
Cubaão	Associação Beneficente dos Catadores de Materiais Recicláveis da Baixada Santista (ABC Marbas)	Dentro da cooperativa, em fardos compactados ou em bags.	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	Embalagens longa vida, materiais laminados	Comercializam para a empresa Color Trash Comércio de Papel Ltda. Recicla Pet entre outras empresas localizadas em São Paulo.
Guarujá	Cooperativa de beneficiamento de materiais recicláveis e educação ambiental (COOPERBEN)	Dentro da cooperativa, em fardos compactados ou em bags.	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	Embalagens de leite, materiais laminados	Comércios e empresas locais
	Cooperativa Mundo Novo	O material é triado, prensado e armazenado no galpão	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	Isopor, garrafa PET de leite, nylon, PVC flexível	Comércios e empresas locais
	Cooperativa Recicla Mais	O acondicionamento dos materiais é feito através de fardos de tamanho padrão da máquina/prensa.	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	Isopor, borracha, bucha, vidro de espelho e vidro temperado	Comércios e empresas locais
Itanhaém	Coopersol reciclando	São acondicionados na cooperativa e os compradores retiram suas mercadorias.	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	Embalagens longa vida, EVA, laminados, papel de presente, PET laranja, isopor	Comércios locais de todos os municípios da Baixada Santista.
Mongaguá	Cooperfil	Sem informação	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	PS, isopor, embalagens longa vida, laminados, PVC	Sem informação
	Coopermar	Sem informação	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	Embalagens longa vida, PS coloridos	Comércios locais.
Peruibe	Cooperativa de Catadores Garça Vermelha	Sem informação	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor		Sucateiros da região
	Cooperativa Amanites da Natureza	Fardos e bag	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor		
Praia Grande	Cooperativa de Trabalho de Coletores e Recicladores de Materiais Orgânicos e Inorgânicos Nova Vida - Cooperativa	PET, balde e bacias, PVC, embalagens longa vida, aparas papel e papelão são enfardados. O restante vai solto na carroceria	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	Isopor, mangueira, pratinhos de plástico de festa e embalagem longa vida.	Comerciantes locais que buscam na cooperativa conforme demanda: Tatar (ferro), Grupo Reação Ambiental (plástico, papel, alumínio e vidro) e Itanhaém: Aparas Vitória (papel branco e misto).
	Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Praia Grande – Acatmar	PET, aparas papel e papelão são enfardados. O restante vai solto na carroceria (papel misto/branco, caco e sucata)	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	PVC incolor, PP colorido, isopor e embalagem longa vida	Comércio local: Grupo Reação Ambiental (plástico, papel e material fino) e Itanhaém: Aparas Vitória (papel branco e misto).
Santos	Cooperativa de Materiais Recicláveis Santista – COMARES	Por meio de bags e fardos prensados, dispostos em um espaço a céu aberto e transportado por caminhões. Há planos de construção de um galpão no município.	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	PS colorido, têxteis, isopor, embalagem de leite redonda	Comércios locais, como a PACO de papéis, AGAPE de plásticos. Metais são comercializados em São Vicente.
	ONG Sem Fronteiras	Dentro da cooperativa, em fardos compactados ou em bags.	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	PS, embalagens longa vida, laminados, PVC	Sem informação
São Vicente	Cooperatuzera – Cooperativa de Trabalho de Catadores de Materiais Recicláveis	Dentro da cooperativa, em fardos compactados ou em bags.	PET incolor, colorido e marrom; PEAD incolor, colorido e outros; PVC incolor e colorido; PEBD incolor e colorido; PP incolor e colorido; Outros plásticos coloridos e incolor; papelão, papel branco, colorido e misto, metais ferrosos e não ferrosos, vidro colorido e incolor	Plásticos metalizados, borracha, garrafa Sheffa, madeira, PET isopor, têxteis, embalagens de pasta de dente, PS, embalagens longa vida, laminados, PVC	Recicla PET, Recicler, Scrap, Grupo Paco, Grupo Tatar, Barão, Massfix

NI = Não Identificado

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2.6. Custos Envolvidos

Este item apresenta as informações sobre os custos de gestão integrada de coleta domiciliar de resíduos sólidos, com custo da coleta convencional, custo de transporte dos resíduos às estações de transbordo, da operação do transbordo e custo da disposição final, conforme solução adotada localmente (**Tabela 41**). A Região Metropolitana da Baixada Santista gastava, no ano de 2016, cerca de 229 milhões de reais com os serviços de coleta regular, transporte, operação de transbordo e destinação final dos resíduos domiciliares, já em 2020 o valor estimado foi de aproximadamente 288 milhões. A média do custo dos serviços por tonelada de resíduo era R\$ 359,02 em 2016 e R\$ 418,05 em 2020, foi montada com base nos dados de 8 dos 9 municípios que responderam ao questionário com este levantamento.

Tabela 41 – Custos envolvidos no sistema de gestão de resíduos da coleta regular (ano base 2016 e 2020)

Custos (R\$/t)	Ano	Média
Realização da coleta (R\$/t)	2016	152,18
	2020	196,07
Transporte até o transbordo (R\$/t)	2016	65,53
	2020	51,40
Operação da estação de transbordo (R\$/t)	2016	31,17
	2020	38,05
Aterro + Transporte (R\$/t)	2016	167,15
	2020	132,53
TOTAL (R\$/t)	2016	359,02
	2020	418,05
Custo médio total por ano da RMBS (R\$/ano))	2016	229.079.734,20
	2020	288.523.896,30

*Em 2016 a média foi dividida por 9. Em 2020 a média foi dividida por 8 municípios respondentes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A **Tabela 42** apresenta informações sobre a taxa do lixo, forma de arrecadação e base de cálculos para a aplicação do imposto, até o ano de 2016. Em 2020 a situação se mantém, Bertioga declara ainda não possuir uma taxa específica e Cubatão não respondeu. Entretanto sabe-se que com o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026) estabelece prazo para que os municípios indiquem forma de cobrança individual de tarifa do usuário gerador. Tema que será tratado nas próximas etapas deste trabalho.

Tabela 42 – Taxa do lixo

Município	Possui taxa do lixo?	Forma de arrecadação	Base de cálculo
Bertioga	Sim	Exclusiva para o comércio	Conforme potencial de geração/vinculada ao ISS
Cubatão	Não	-	-
Guarujá	Sim	Inserido no IPTU	Conforme capacidade habitacional / área construída
Itanhaém	Sim	Inserido no IPTU	Unidade Fiscal / m ²
Mongaguá	Sim	Inserido no IPTU	Conforme m ² da área (m ² x R\$ 1,90)
Peruíbe	Sim	Inserido no IPTU	Considera a área edificada e o uso da edificação
Praia Grande	Sim	Inserido no IPTU	Conforme capacidade habitacional / área construída
Santos	Sim	Inserido no IPTU	Conforme tamanho da área
São Vicente	Sim	Inserido no IPTU	Base de cálculo conforme tamanho da área

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2.7. Metas previstas no PRGIRS/BS

A **Tabela 43** apresenta as projeções e metas previstas no PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018) para o ano de 2020 e a comparação com os dados do Panorama atual.

Tabela 43 – Metas previstas no PRGIRS/BS

Projeção/ realidade (ano de 2020)	Geração de RSD (destinados ao aterro)			Coleta seletiva				
	t/dia	kg/ hab/ dia	t/ano	t/ano	%	Infraestrutura		
						Número de cooperativas	Unidades microrregionais	Cooperados
Projeção*	2.097	1,14	703.9	35.494	4,6	27	1	959
Valores	1.81	0,99	683.291	22.39	3,3	15	0	535

*Projeção conforme PRGIRS/BS

Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2018).

Conforme pode ser observado na **Tabela 43**, a Baixada Santista gerou 20,6 mil toneladas a menos de resíduos que o previsto para o mesmo ano, na projeção PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018). A geração per capita também ficou inferior da prevista na projeção, sendo de 0,99 kg/hab/dia, quando o previsto era de 1,14 kg/hab/dia. Para a realização da projeção, o PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018) utilizou como base um valor de PIB inferior ao apresentado para este ano, sendo o valor da projeção de 58 bilhões e o efetivo foi de 66 bilhões. Entretanto, a projeção do PRGIRS/BS considerou que quanto maior o PIB, maior a geração, portanto, o valor considerado na projeção não justifica a divergência entre o projetado e o ocorrido.

Quanto à coleta seletiva, a Baixada Santista não atingiu a meta indicada pelo PRGIRS/BS, que era de 4,6 % e o realizado foi de 3,3 %. Entretanto, na questão da infraestrutura necessária para o atingimento da meta de coleta seletiva prevista no PRGIRS/BS, a Baixada Santista se mostrou relativamente mais eficiente, visto que na previsão cada cooperativa teria capacidade de processamento de 1.224 toneladas de resíduos e a região apresentou uma capacidade de processamento de 1.493 t/cooperativa. Quanto aos cooperados, a meta do PRGIRS/BS era de 37 t/cooperado e a Baixada Santista apresentou uma eficiência de processamento de 42 t/cooperado.

4.3. Resíduos De Limpeza Urbana

No âmbito deste do PRGIRS/BS, são considerados resíduos sólidos de limpeza urbana os serviços de limpeza de logradouros, vias públicas, praias, feiras livres, roçagem, capina, poda e corte de árvores.

Para a atualização do diagnóstico dos resíduos de limpeza urbana foram utilizadas as informações fornecidas pelas prefeituras, as informações disponibilizadas nos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de cada município e as informações publicadas no Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (Ministério das Cidades, 2019). É relevante observar que alguns municípios computam de maneira conjunta os

resíduos da coleta domiciliar e de limpeza urbana, destacado no item 4.2.

4.3.1. Geração e Manejo

Esse item apresenta dados da geração dos resíduos de limpeza urbana. Segundo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, a gestão dos resíduos de limpeza urbana é de responsabilidade do município. Na Região Metropolitana da Baixada Santista este serviço é de responsabilidade das Secretarias de Obras e Meio Ambiente e as Secretarias de Serviços Urbanos.

Neste documento, todas as informações, foram obtidas nos Planos Municipais de Resíduos Sólidos, já apresentadas no PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018) e do Sistema de Informação de Saneamento Básico (2021). A **Tabela 44** apresenta os dados de geração dos resíduos de limpeza urbana para os nove municípios da Baixada Santista.

O serviço de varrição dos municípios é realizado diariamente nas praias, centros e avenidas principais das cidades, enquanto o resto do município segue regime de escala por ruas. Observa-se que Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande e São Vicente possuem serviço de varrição realizado pela Prefeitura, e os demais municípios são gerenciados por empresa contratada.

Tabela 44 – Geração de resíduos de varrição na Baixada Santista

Municípios	Responsável pela Execução do Serviço		Geração anual (t/ano)		Abrangência da varrição (km/ano)		Varrição mecanizada	
	2015	2020	2015	2020	2015	2020	2015	2020
Bertioga	Empresa contratada	Empresa contratada	4.800 m ³ /ano	1.324	19.022	11.3	Sim	Sim
Cubatão	Empresa contratada	Empresa contratada	2.33	1.642*	50.343	35.478	Não	Não
Guarujá	Empresa contratada	Empresa contratada	NI	11.965*	114.21	68.692	Sim	Sim
Itanhaém	Empresa contratada	Prefeitura	4.647	1.487*	30	9.600**	Sim	Sim
Mongaguá	Prefeitura	Prefeitura	NI	NI	NI	NI	Sim	Sim
Peruíbe	Poder executivo Municipal ou concessionárias credenciadas	Empresa contratada	740	NI	5.681	NI	NI	NI
Praia Grande	Empresa contratada e Prefeitura	Prefeitura	6.162	NI	38.799	1.148.799	Sim	Sim
Santos	Empresa contratada	Empresa contratada	NI	9.982*	93.411	57.309	Sim	Sim
São Vicente	Empresa contratada	Prefeitura	8.843	NI	23.23	NI	Não	Sim

NI – Não informado * valor estimado a partir de índice de kg/km varrido; **2019

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em virtude da população flutuante dos municípios, a mão de obra contratada para a realização do serviço também difere nos períodos de alta temporada. Entretanto, ainda há deficiência nos serviços de limpeza urbana decorrente da mão de obra insuficiente.

O cadastro do SNIS, não apresentou dados geração anual dos resíduos de limpeza urbana para o ano de 2020, sendo estes estimados com base no índice de geração do ano de 2015, que variou de 46 kg de resíduos por quilômetro varrido em Cubatão à 381 kg/km varrido em São Vicente. A geração anual variou de 1.487 toneladas em Itanhaém, a 11.965 toneladas no Guarujá. Esses dados condizem com a extensão de sarjeta, ruas e praias varridas por cada município, uma vez que 9.600 km foram varridos em Itanhaém e 68.692 km no Guarujá.

Observa-se que no ano de 2020, houve uma diminuição na abrangência de varrição nos municípios de Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém e Santos. Enquanto a Praia Grande apresentou um aumento.

A varrição pode ser realizada manualmente ou de forma mecanizada, com exceção dos municípios de Cubatão e São Vicente, os demais realizam varrição mecanizada. No geral, o custo unitário médio do serviço de varrição (prefeitura + empresas contratadas), manteve-se o mesmo. O custo do serviço de varrição oscila bastante entre os municípios, no entanto, observa-se que no ano de 2019, não houveram grandes variações, sendo o custo unitário variando de R\$ 31,23 (Praia Grande) e R\$ 321,90 (Itanhaém). Lembrando, que tais variações são esperadas, em virtude principalmente à natureza de cada contrato firmado entre as prefeituras e as empresas privadas. Ou seja, pode estar prevista, em parte ou na totalidade, a prestação dos serviços de limpeza pública, coleta e destinação final de resíduos sólidos urbanos e seu transbordo, incluindo-se aí limpeza de ruas (varrição), limpeza de praias e limpeza após as feiras livres. Como exemplo, podemos observar que no ano de 2015, o município de Cubatão apresentou alto custo para destinação dos resíduos de limpeza urbana.

Dentre os resíduos de limpeza urbana estão os resíduos de feira-livre, considerada grande geradora de fração orgânica, bem como supermercados, sacolões e outros. O serviço de limpeza da feira é realizado rapidamente após o término da mesma, uma vez que é preciso desobstruir o trânsito no logradouro e evitar a fermentação acelerada da matéria orgânica. Salientamos que neste plano de gerenciamento, será contabilizado o custo individual para o gerenciamento dos resíduos de feira-livre.

Outros resíduos que são classificados como resíduo de limpeza urbana são os provenientes de poda de árvore. Neste plano, os dados da **Tabela 45** apresentam as informações do serviço de poda de árvore na Baixada Santista. Lembrando que os dados aqui apresentados são os mesmos fornecidos no PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018), não havendo informações adicionais no banco de dados do SNIS (Ministério das Cidades 2019) ou das prefeituras. Todos os municípios da Baixada contratam empresas privadas para realizar o serviço de poda, que, também, pode ser realizado por concessionárias de energia elétrica. Desse modo, a obtenção dos dados de geração desse resíduo se torna difícil.

De acordo com os dados obtidos dos municípios da Baixada Santista, são realizadas podas de árvores de formação, limpeza, emergência e adequação. Entretanto, verifica-se que o serviço de poda de árvore é realizado periodicamente, muitas vezes sendo requisitado conforme a necessidade. Além disso, alguns municípios precisam lidar com a disposição irregular dos resíduos, sendo as podas deixadas nas calçadas por muito tempo até serem coletadas ou depositadas em terrenos baldios.

Tabela 45 – Serviço de poda de árvore na Baixada Santista

Municípios	Responsável pela Execução do Serviço	Descrição do Serviço
Bertioga	Agrícola e construtora Monte Azul LTDA	Serviço realizado periodicamente (podas de formação, limpeza, emergência e adequação) por 9 funcionários e o auxílio de um triturador de galhos e caminhão carroceria para coleta.
Cubatão	Empresa contratada	NI
Guarujá	RFM Serviços	Prestação de serviços continuados de manejo arbóreo, consistente em serviços de poda, remoção e transplante de árvores, trituração dos resíduos vegetais produzidos e destinação final
Itanhaém	Elektro / Terceirizadas (interessado pode contratar prestador) / Prefeitura	Serviço realizado periodicamente (podas de adequação e emergência), por 6 funcionários e com auxílio de 2 veículos de coleta.
Mongaguá	Prefeitura e empresa contratada	Coleta realizada por caminhões específicos.
Peruibe	FBF Construções e Serviços	Serviço realizado com o auxílio de caminhão triturador e transporte realizado por caminhão compactador.
Praia Grande	Prefeitura e outros executores	Serviço realizado periodicamente por 9 funcionários (conforme a necessidade)
Santos	Prefeitura / Empresa contratada / outros	Caminhões carroceria
São Vicente	Secretaria de Serviços Públicos - SESP	Serviço realizado conforme solicitado

NI – Não informado

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3.2. Coleta

Os serviços de coleta e transporte dos resíduos gerados na Limpeza Urbana são realizados por empresas contratadas pela prefeitura. Com exceção de Itanhaém e Mongaguá. A **Tabela 46** apresenta o gerenciamento de coleta e transporte dos resíduos de varrição de logradouro e de poda de árvore, conforme Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2018) e conforme dados atualizados pelas Prefeituras para o ano de 2020.

Tabela 46 – Coleta e transporte dos resíduos de varrição e de poda de árvore.

Município	Varrição Logradouro			Poda de árvore	
	Empresa responsável	Coleta	Transporte	Empresa responsável	Coleta e Transporte
Bertioga	Agrícola e Construtora Monte Azul Ltda.	Diariamente Em saco plástico”	Caminhão carroceria de madeira	Agrícola e Construtora Monte Azul Ltda.	Caminhão carroceria de madeira; caçamba para recolha de podas domiciliares.
Cubatão	Empresa contratada	Dias alternados em sacos plásticos de 100 L	Caminhão compactador e caçambas	Empresa contratada	NI
Guarujá	Terracom (varrição)	NI	Caminhões basculantes	Prefeitura e empresa contratada	NI
	“RFM Serviços (poda)”	Diariamente Em sacos de 100 L”	Caminhões basculantes	Prefeitura e empresa contratada	NI
Itanhaém	Departamento de Serviços Municipais (DSM)	Diariamente Em sacos plásticos de até 100 L ou carrinho de mão”	Caminhão	Prefeitura / DSM / Elektro	Caminhão carroceria de madeira.
Mongaguá	Prefeitura	Diariamente (principais ruas) Em sacos plásticos”	Caminhões	Empresa contratada	Caminhões específicos
Peruíbe	FBF Construções e Serviços	Lixeiras com roda	Caminhão de apoio	Prefeitura / Concessionária de Energia Elétrica	A poda é triturada em caminhões trituradores e depois transportada por caminhão compactador.
Praia Grande	Secretaria de Serviços Urbanos – SESURB	Diariamente Caçambas, containers, lixeiras e sacos de lixo.”	Caminhões	Prefeitura	Carga amarrada em caminhões carroceria e caminhão caçamba
Santos	Empresa terceirizada	Diariamente (principais ruas)	Veículo coletor	Prefeitura / outros	NI
São Vicente	Secretaria de Serviços Públicos - SESP	Diariamente (centro, praia e principais ruas); dias alternados (bairro); Sacos plásticos; Coleta realizada manualmente.	Caminhão basculante	Prefeitura/ Secretaria de Serviços Públicos SESP	“Coleta é realizada manualmente e com maquinário; Transporte realizado por caminhão basculante”

NI – Não informado

Fonte: Elaborado pelos autores.

Geralmente, a coleta desses resíduos ocorre concomitantemente com o serviço de limpeza urbana, ou logo após a finalização do serviço. Todos os resíduos gerados na limpeza urbana são coletados por caminhões especializados e direcionados a áreas de transbordos ou áreas de armazenagem das Prefeituras. Posteriormente, esses resíduos são encaminhados aos aterros sanitários, com exceção dos resíduos de poda de árvores de alguns municípios, que são aproveitados em compostagem, forração, entre outros.

4.3.3. Tratamento e Disposição Final

Os resíduos de limpeza urbana podem ser tratados antes de ter sua disposição final em aterros. Neste caso, entende-se que os resíduos de origem orgânica (troncos, galhos, folhas, grama, frutos, entre outros) oriundos dos serviços de poda de árvore e varrição, podem ser tratados em processos físicos, termoquímicos ou biológicos.

Entretanto, todo o resíduo de varrição é transportado para uma área de transbordo e posteriormente para aterros sanitários. Já os resíduos de poda são reaproveitados por alguns municípios, como Peruíbe e São Vicente, que utilizam os resíduos de poda como adubo, Praia Grande, que os aproveita para forração e Bertio-ga (Riviera de São Lourenço) e Santos, que possuem iniciativas de compostagem.

A **Tabela 47** apresenta os dados sistematizados disponibilizados pelas prefeituras e obtidos nos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos dos nove municípios da Baixada Santista, em relação ao tratamento e disposição final.

O aproveitamento dos resíduos de limpeza urbana pode acarretar na economia de recursos e de combustíveis originários do transporte desses resíduos, além de minimizar as externalidades negativas geradas com a sua disposição inadequada.

Tabela 47 – Tratamento e disposição final dos resíduos de varrição e de poda de árvore

Município	Tratamento e Destinação final	
	Resíduos de Varrição	Resíduos de Poda de Árvore
Bertioga	Área de Transbordo / Aterro sanitário	Áreas institucionais do município após serem triturados / Compostagem em Riviera de São Lourenço
Cubatão	Aterro da Terrestre Ambiental.	NI
Guarujá	Área de Transbordo do Município de Guarujá / Aterro Sanitário	Bota fora autorizado pela CETESB
Itanhaém	Área de Transbordo / Aterro Sanitário	Áreas de armazenagem da prefeitura e utilização como forração.
Mongaguá	Área de Transbordo Vila Seabra e depois são transportados por carretas para a Terrestre Ambiental	Aproveitamento na compostagem
Peruíbe	Aterro municipal	Adubo para cobertura morta nas áreas verdes e para viveiro de mudas
Praia Grande	Estação de transbordo - Centro de Processamento de Resíduos (CPR) / Aterro sanitário	Triturados e reutilizados como forração na área de jardinagem e paisagismo
Santos	Estação de Transbordo / Aterro Sanitário	Aproveitado em compostagem
São Vicente	Aterro sanitário	Os resíduos de galhos são triturados e encaminhados para a produção de composto orgânico.

NI – Não informado

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4. Produtos e embalagens pós consumo passíveis de logística reversa

O PRGIRS/BS abordou diversas iniciativas de logística reversa, e desde 2018, esse tema tem experimentado avanços significativos com a promulgação de legislações federais, estaduais e municipais. Os resíduos pós-consumo associados a embalagens, eletroeletrônicos domésticos, medicamentos, pneus e lâmpadas fluorescentes, embora não estejam sob a responsabilidade direta dos municípios, apresentam uma interconexão substancial com os resíduos sólidos domiciliares. Para orientar o monitoramento e identificar potenciais sinergias na estruturação dos sistemas de logística reversa, foi desenvolvido o “Guia: Estruturação de Sistemas de Logística Reversa no Contexto dos Municípios”. Esse guia fornece uma contextualização da base legal e estabelece metas para os resíduos de embalagens, eletroeletrônicos, medicamentos, pneus e lâmpadas. Tais ferramentas visam subsidiar a tomada de decisões, considerando as dimensões técnica, econômica, ambiental e social, além de apoiar a estruturação de projetos para avançar em direção às metas de redução de resíduos sólidos destinados aos aterros sanitários.

4.5. Lixo no Mar

A zona costeira se apresenta como ambiente de transição entre o continente e o oceano, situação que faz com que este fique exposto às mais diversas formas de atividades antrópicas. Segundo Brasil (2019), o Brasil possui mais de 8.500 km de costa, 395 municípios distribuídos em 17 estados costeiros e aproximadamente 25 % da população residente na zona costeira. O aumento da ocupação das áreas costeiras, seja em eventos esporádicos de temporada ou para ocupação permanente, aumenta os impactos gerados, sendo atualmente o tema “lixo no mar” um dos assuntos mais discutidos, desde eventos sobre a gestão costeira, até os planejamentos urbanos de gestão de resíduos sólidos.

O lixo no mar é caracterizado como todo detrito depositado, propositalmente ou por acidente, nos mares e oceanos, responsáveis por diversos problemas ambientais na atualidade. Sendo este composto por diversos tipos de materiais, como garrafas plásticas e de vidro, sacolas, embalagens de produtos, metais, materiais típicos de utilização cotidiana, assim como materiais oriundos de atividades como pesca e embarcações (linhas, redes de pesca descartadas e equipamentos usados em embarcações), de atividades portuárias e de lançamentos de águas residuais.

Estima-se que 80 % do lixo encontrado no mar tenham origem em atividades realizadas em terra (gestão inadequada de resíduos sólidos, turismo, indústria, entre outros), enquanto os outros 20 % são originados em atividades realizadas no mar (transporte de cargas, pesca, plataformas marítimas, entre outros) (Jambeck et al., 2015). Dessa forma, o lixo no mar é constituído principalmente por plásticos, borrachas, metais, vidros, têxteis e papéis.

Internacionalmente, temos a meta de “até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes”, meta essa enquadrada dentro dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estipulados pela Organização das Nações Unidas (ONU).

As complexidades relacionadas com a gestão do tema envolvem desafios diversos como identificação da fonte do resíduo, a quantidade, como evitar que o mesmo chegue ao mar e como remover o material que adentra nesse ambiente. Conforme já citado em outros capítulos, a atuação frente a esse desafio deve ser de forma integrada considerando os diversos atores da sociedade.

Os impactos destes materiais podem ser percebidos de forma direta, como a deposição sobre as praias, podendo deixá-las impróprias para o uso dos banhistas, provocando impactos na vida dos ecossistemas marinhos como ingestão pela biota, o emaranhamento, a lixiviação de substâncias químicas, além do potencial para a dispersão de espécies exóticas. Ocorrendo no mar, com a deposição de detritos pesados, que se acumulam e dificultam a sobrevivência dos animais marinhos que vivem nestes ambientes, ou na área de mangue, ameaçando este bioma (Turra et al., 2021).

O MMA estima que o lixo marinho seja o causador da morte anual de cerca de 100 mil mamíferos marinhos e 1 milhão de aves marinhas (LEV-TOV, 2018).

Além da ocorrência de acidentes, já que estes detritos podem enroscar em partes de embarcações, provocando acidentes ou inatividade dos mesmos.

Já os impactos indiretos estão relacionados a questões econômicas, tanto do ponto de vista de redução na procura destas regiões, quanto no custo administrativo para administração destes resíduos, como coleta destes materiais quando depositados de maneira irregular, limpeza das areias e custo de manutenção de parques marinhos.

Segundo Turra et al. (2021) o lixo marinho pode ser gerenciado de acordo com a sua fonte, tais quais: Resíduos Sólidos Urbanos; atividades industriais (geração durante a produção, o transporte e a comercialização de produtos industrializados, perdas de materiais, como matéria-prima plástica - pellets plásticos); estâncias

turísticas; assentamentos informais/irregulares e também por atividades náuticas no geral (turismo, industriais e portuárias, de transporte de cargas e passageiros, etc.). Para gerir o problema também há a necessidade de se determinar o compartimento onde o resíduo se encontra, pois o mesmo pode estar na própria linha de costa (interface água/terra), superfície e coluna de água, fundo marinho e na própria biota.

Com relação às políticas voltadas ao tema, observa-se que o assunto tem correlação com a própria Política Nacional de Meio Ambiente (anos 80) até a publicação do Plano Estadual de Combate ao Lixo do Mar (Turra et al., 2021). O tema já consta em legislação desde 1990, com a publicação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), iniciativa da comissão interministerial para os recursos do mar, onde constam diversas exigências, entre elas, a criação de planos de gestão que apresentem um “Plano de desenvolvimento científico e difusão de tecnologias adequadas” e “Plano de investimentos em coleta, tratamento e disposição de efluentes sólidos e líquidos”.

Estes planos estipulam que os Estados devem estreitar os vínculos das comunidades acadêmicas com as questões ambientais da Zona Costeira, visando o fomento à produção de tecnologias adequadas ao uso não predatório dos recursos naturais, bem como de tecnologia necessária à sua recuperação. Da mesma forma, é necessário esforço sistemático de difusão dessas tecnologias, visando a sua ampla utilização e a erradicação de práticas e técnicas lesivas ao meio ambiente.

São consideradas linhas de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico prioritárias aquelas voltadas para saneamento urbano, disposição e tratamento de esgotos; tratamento e disposição de resíduos sólidos urbanos; recuperação e recomposição de ecossistemas de mangues, restingas e encostas; avaliação e ampliação da capacidade produtiva pesqueira dos ecossistemas; desenvolvimento de normas relativas a atividades pesqueiras; estudos de qualidade das águas; estudos de oceanografia física e geológica; e estudos de deriva litorânea de sedimentos.

A governança envolvendo o controle do lixo no mar é estabelecida por meio dos planos relacionados ao tema. Nesse sentido, em 2019 foi instituído o Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar o qual apresenta um diagnóstico da problemática no litoral brasileiro. Nesse contexto, o documento atribui como um dos 6 eixos temáticos a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e de seus instrumentos como sendo o primeiro passo para o efetivo combate ao lixo no mar.

No âmbito estadual, foi lançado em 2021 o Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar para o Estado de São Paulo (Turra et al., 2021) que apresenta um diagnóstico estadual e também ações e indicadores para gerir a problemática.

O Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo de 2014 abordou o problema do lixo no mar a partir dos petrechos de pesca abandonados, perdidos e descartados (PP-APD) no mar. A revisão do plano, publicada em 2020, apresenta a problemática de modo mais amplo e alinhado com o Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de São Paulo (PEMALM), apresentando o cenário desejado e as metas para se alcançar tal cenário.

4.5.1. Lixo no Mar para a Baixada Santista

A Baixada Santista apresenta um perfil industrial abrigando uma população estimada de 1,7 milhões de habitantes. A região possui um dos três mais importantes centros industriais do país, o complexo portuário, petroquímico e siderúrgico de Santos-Cubatão. Está situada em uma área estuarina, composta pelas baías de

Santos e São Vicente. Apresentam as maiores áreas de manguezal do litoral paulista e vastas áreas de mata de restinga, que ainda resistem em meio à pressão imobiliária. A qualidade das águas da Baixada Santista já sofreu profundas alterações em decorrência das atividades do Polo Industrial de Cubatão, além do Complexo Portuário de Santos. A Baixada Santista também possui a maior favela de palafitas do Brasil, a falta de coleta de resíduos sólidos e saneamento básico nessas áreas contribui para a geração de lixo que chega ao mar (TURRA et al., 2021).

Considerando a complexidade do tema, entendemos que a gestão do lixo no mar na Baixada Santista deve envolver diversos atores da sociedade de forma que um gerenciamento adequado dos resíduos pelos municípios proporcionará uma diminuição do aporte destes no mar.

Para tratarmos das ações regionais, é importante resgatarmos o conteúdo apresentado pelos municípios em seus planos municipais, que são anteriores à publicação do PRGIRS/BS de 2018, para então compararmos com as ações previstas no plano regional e, posteriormente, adequá-las aquilo que foi proposto para o tema no PEMALM (TURRA et al., 2021).

A seguir está descrito uma síntese do conteúdo dos planos municipais que são anteriores à publicação do PRGIRS/BS de 2018.

- PMGIRS Bertioga (2016): apresenta ações voltadas ao gerenciamento de pescados (voltadas à gestão dos pescados que são vendidos no mercado municipal), o plano identifica que a maior quantidade do pescado vendido no mercado é proveniente da pesca artesanal. Entretanto, não foram identificadas ações voltadas aos petrechos de pesca como pontos de recolhimento ou ações relacionadas às fontes geradoras. O plano também apresenta tópicos sobre varrição de praia, limpeza das drenagens, resíduos de casca de coco verde e resíduos de pescados. Naquilo que se refere à limpeza de praias, foi citado o volume retirado de 3.840 m³ de resíduos que em sua maioria compreendem pedaços de vidros, plásticos, pontas de cigarro, tampas de garrafas, canudos, latas, pedaços de madeiras e restos orgânicos (algas, conchas, peixes). Já a limpeza das drenagens urbanas retira anualmente por volta de 6.300 toneladas de material composto na maioria por areia.
- PMGIRS Guarujá (2016): apresenta tópicos sobre varrição de praia e de limpeza de áreas inacessíveis. O plano cita ações de educação ambiental dentro do Programa Municipal de Coleta Seletiva Municipal, que incluem análise do micro lixo nas praias. A limpeza em locais de difícil acesso, trilhas e praias coleta mensalmente por volta de 10 toneladas de resíduos sólidos.
- PMGIRS Santos (2012): apresenta tópicos sobre resíduos flutuantes, locais de difícil acesso, varrição de praia, limpezas de canais e de drenagens urbanas. Em 2011, a limpeza da praia recolheu mais de 20 mil toneladas de resíduos. O plano também apresentou tópico específico sobre os resíduos gerados pelo Porto de Santos e os responsáveis pela gestão do mesmo.
- PMGIRS Cubatão (2012): apresenta tópicos sobre limpezas em locais de difícil acesso e limpeza/remoção de detritos de maré. Em locais de difícil acesso o plano cita a remoção de aproximadamente 556 toneladas no ano, já a remoção dos detritos de maré representou a remoção por volta de 28 toneladas de resíduos.
- PMGIRS São Vicente (2015): apresenta tópicos sobre limpezas de praia, locais de difícil acesso, drenagens e canais. Para a limpeza de praia foram coletados resíduos em quantidade superior a 7.000 toneladas no ano.
- PMGIRS Praia Grande (2014): apresenta tópicos de petrechos de pesca, limpeza de praia, canais e galerias.
- PMGIRS Mongaguá (2018): apresenta tópicos relacionados à limpeza de praia.
- PMGIRS Itanhaém (2014): apresenta tópicos de limpezas de praia e de drenagem pluvial. O plano

citou a existência de dois projetos de educação ambiental relacionados ao tema, o “Projeto Marinas” e o Projeto Rio Itanhaém Lixo zero. Não foram encontradas evidências de que os projetos estão atualmente ativos.

- PMGIRS Peruíbe (2015): na temática de lixo no mar indica ações de limpezas de praia e de drenagem pluvial.

Nesse sentido, as principais ações efetivas de combate ao lixo no mar citadas nos referidos planos municipais envolviam ações de educação ambiental e os contratos de limpeza urbana relacionados à coleta de lixo em praias, drenagens, canais e em locais de difícil acesso. Os comentários a seguir são provenientes das atividades desenvolvidas pelos municípios a partir de 2018.

Para Bertioga, a partir de 2018, foram identificadas algumas ações alternativas da prefeitura como o Convênio (termo de cooperação) firmado entre ela e a ABRELPE (em mar/19) com o objetivo de planejar ações de combate à poluição no mar. Algumas ações de educação ambiental, como o evento “Navegar é preservar”, Programa Lixo zero (2021-2022), Programa Lixo Fora d’Água (2019-2022), ações de coleta e gravimetria dos resíduos da faixa de areia, mutirões de limpeza e o Projeto Verão no Clima (SIMA, 2018-2022). Adicionalmente, o plano cita ações de curto e médio prazo para gerenciar os resíduos de pescados, incluindo a elaboração de um plano de gestão ambiental e um plano de negócio do resíduo de pescado nos 03 anos seguintes à publicação do plano. Nas informações repassadas pela prefeitura não foi possível identificar o avanço dessas ações.

Para Guarujá, a partir de 2018, foram identificadas iniciativas que possuem atuação da prefeitura como os projetos “Nossos Mares”, envolvendo a coleta, gravimetria e destinação dos resíduos recolhidos em redes de arrasto, os programas, “Beat Plastic Pollution”, “Caminhos da Mata”, “SOS Rio do Peixe” e mutirão de limpeza no entorno das nascentes a serem recuperadas pelo projeto “Viva Água”.

Para Santos, em 2021 foram promulgadas duas leis municipais que tratam da temática lixo no mar, a Lei nº 3.935 (12/11/2021) que dispõe sobre a promoção da cultura oceânica nas instituições públicas e a Lei nº 1.147 que dispõe sobre os vendedores ambulantes que comercializam seus produtos em locais públicos do Município ficam obrigados a ensacar e descartar os resíduos produzidos por eles próprios e seus clientes em locais apropriados, estipulados pelo serviço de coleta do Município (Santos, 2021a, 2021b). O plano cita o projeto “Catamarã” (recolhimento de resíduos flutuantes na Baía de Santos com resultado de coleta por mês por volta de 6 toneladas). Nossa busca recente indicou que entre 2017-2020 o recolhimento estava suspenso devido ao fim da vida útil dos dois catamarãs adquiridos por meio do FEHIDRO. Entretanto, a prefeitura indicou que o serviço está atualmente em execução. Recentemente, em 2022, o município indicou a previsão de instalar ecobarreiras nos canais de drenagem o que possibilitará a diminuição dos resíduos que adentram a orla. Além disso, também foram identificadas diversas ações de educação ambiental desenvolvidas em conjunto com outros setores como “Ecofaxina” (ocorre desde 2010) que envolve ações de coleta conscientização e educação ambiental, “Beco-limpo” que envolve coletas nas palafitas (2022), “Projeto Palafitas” (2021-2022), “Projeto lixo fora d’água (2018-2022)”, “Operação Areia Limpa” (2020-2022), “Programa Recicla Praia” (2019-2022), “Programa Recicla Santos” (2017-atual).

Para Cubatão, havia a previsão indicada por eles da contratação de um sistema para limpeza de drenagens incluindo bocas de lobo, galeria e comportas. A partir de 2018, não foi informado pela prefeitura se esse serviço foi implantado. Adicionalmente, foram identificadas algumas ações de educação ambiental desenvolvidas por outros setores como o evento “Navegar é preservar (2021)”, Projeto Verão no Clima (SIMA, 2020-2022) e mutirões de limpeza no rio Cubatão.

Para São Vicente, havia a previsão indicada por eles da necessidade de realizar um programa de limpeza de praia contendo estudos para qualificação e quantificação daquilo que é coletado, realização periódica de

mutirões de limpeza (incentivando a presença de voluntários e a distribuição de recipientes aos banhistas) e a implantação de lixeiras e contêineres ao longo da orla. A prefeitura não indicou se foi possível implantar as ações citadas acima. A partir de 2018, a prefeitura citou a existência de ponto de recebimento de petrechos de pesca em parceria com o instituto Gremar. Também citaram o Projeto Ecomar que tem prevista a instalação de ecobarreiras em canais do município, instalação de PEVs, realização de mutirões de limpeza e estratégias de ampliação da fiscalização. Também foram identificadas ações de educação ambiental desenvolvidas em conjunto com outros setores como o programa “Verão no Clima (SIMA, 2020-2022)”, “Projeto Ecomangue” (2021).

Para Praia Grande, no contexto da gestão dos petrechos de pesca, o seu plano já citava a existência do projeto Biopesca, desenvolvido em parceria com a Petrobrás (declarado pela PMPG em 2011) com o objetivo de educar e esclarecer a comunidade pesqueira quanto a práticas de pesca sustentável, descarte apropriado dos petrechos de pesca sem utilidade e dos cuidados e preservação com a fauna marinha, especialmente aquelas acidentalmente capturadas em redes pesqueiras. Também existe, atualmente, a parceria junto ao Instituto GREMAR que tem instalado junto ao Portinho alguns coletores para recolhimento de petrechos de pesca descartados por pescadores amadores. Além disso, foram identificadas algumas ações de educação ambiental desenvolvidas em conjunto com outros setores como o programa “Verão no Clima (SIMA, 2018-2022)” e ações de mutirão de limpeza de praia.

Para Mongaguá, a partir de 2018, a prefeitura citou a previsão de lançamento, nos próximos 2 anos, de campanhas educativas para os ambulantes, pescadores e visitantes das praias. No contexto dos petrechos de pesca, citou a instalação, dentro de 1 (um) ano, de ponto de recolhimento de petrechos de pesca. A partir de 2018, foram identificadas algumas ações de educação ambiental desenvolvidas em conjunto com outros setores como o programa “Verão no Clima (SIMA, 2018-2022)” e outras ações junto aos catadores.

Para Itanhaém e Peruíbe foram encontradas, a partir de 2018, algumas ações pontuais de educação ambiental como o evento “Quiosque no Clima” (2018).

As diretrizes, metas, estratégias e ações definidas pelos municípios da Baixada Santista em seus próprios planos de gestão de resíduos são apresentadas na **Tabela 48**. Considerando as ações desenvolvidas pelos municípios a partir de 2018, é possível concluir que as ações ainda estão em andamento pelas prefeituras. Evidências de conclusão das mesmas não foram apresentadas ao IPT. Entretanto, observa-se que outras iniciativas estão sendo desenvolvidas no tema conforme indicados nos parágrafos anteriores.

Tabela 48 – Diretrizes, estratégias, metas e ações relacionadas a resíduos marinhos e de pesca para a Baixada Santista

Município	Diretrizes	Estratégias	Metas quantitativas
Bertioga	Melhorar a eficiência da limpeza urbana	Realizar a avaliação dos planos de varrição manual, varrição mecanizada, roçada e capinação, considerando as peculiaridades de ambientes naturais a exemplo do jundu, costeiras, faixa de areia da praia (em especial as zonas “entremarés”), manguezais entre outros; Implantar contentores de lixo para RSD úmidos e recicláveis em 100 % das vias públicas dos corredores comerciais e orla da praia.	até 3 anos até 10 anos
Cubatão	-	-	-
Guarujá	Implantação da Central de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	Criação da Unidade de Resíduos da Atividade Pesqueira	até 5 anos
Itanhaém	Dar destinação correta a todos os resíduos dos serviços de limpeza	Instalar lixeiras nas praias e principais locais de descarte	Até 3 anos
Mongaguá	Destinação correta dos resíduos	Campanhas educativas para os ambulantes, pescadores e visitantes de praias Instalação de pontos de recolhimento de apetrechos de pesca Divulgação na mídia e implantação das ações do verde azul	Até 2 anos Até 1 ano
Peruíbe	-	-	-
Praia Grande	Implantação de contentor e caçamba para atendimento à população em feiras livres e logradouros (praias e ruas) “Desenvolver campanhas educativas anuais para a diminuição das quantidades produzidas destes resíduos nas suas origens, para moradores e turistas nas atividades de lazer nas praias.”	“Atendimento a parcela de turistas e Municípios na coleta voluntária de RLU.” “Fiscalizar 100 % dos ambulantes de praia com contentores de resíduos nos carrinhos. Divulgar a turistas quando estão na praia em barracas e esteiras, no período de temporada, mídia impressa específica.”	Até 3 anos Até 3 anos
Santos	Ampliação do desempenho do sistema de limpeza urbana (praias, varrição, material flutuante, etc.).	-	-
São Vicente	Estudos para implantação de sistemas de tratamento visando à diminuição da disposição final dos resíduos sólidos gerados no município	“Reativação Usina de Coco Verde Estudo para a reativação da Usina de Beneficiamento de Coco Verde existente, avaliando a possibilidade da realização de consórcio com outros municípios para o processamento do coco verde dos municípios da Baixada Santista.”	Até 4 anos

Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2018).



05

Educação
ambiental

5. Educação ambiental

No contexto de implementação de ações para melhoria do sistema de gestão de resíduos na Baixada Santista, considerando a ordem de prioridade estabelecida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, a instituição e continuidade de ações de educação ambiental é essencial para o sucesso das intervenções implantadas.

Durante o diagnóstico, os municípios relataram algumas ações de educação ambiental já implantadas, que incluem ações junto a escolas, palestras e oficinas para a comunidade, ações de limpeza de praias e manguezais, divulgação de materiais sobre coleta seletiva, divulgação nas mídias de informações sobre resíduos, entre outras. Dos 9 municípios, Bertioga relatou possuir um projeto de Lei (nº 6906/2020) em aprovação sobre o programa de educação ambiental, Itanhaém apresenta programa de educação ambiental municipal aprovado pelo Decreto nº 3974/2020 e Guarujá possui a Lei nº 4812/2020 que instituiu a política municipal de educação ambiental (já aprovada a 1ª fase do plano municipal de educação ambiental incluindo um cronograma previsto para a elaboração das demais fases). Os demais municípios não relataram apresentar planos ou programas de educação ambiental implantados.

Para apoiar os municípios na implementação de ações de educação ambiental, comunicação e divulgação em resíduos sólidos, previstas no âmbito do PRGIRS/BS, em atendimento à Diretriz 3, o presente plano de implementação propõe dentro dos Guias ações e estratégias de Educação Ambiental em Resíduos, com base na Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), Política Estadual de Educação Ambiental (Lei nº 12.780/2007) e Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA). As estratégias apresentadas visam subsidiar a implementação das ações previstas no plano, considerando os seguintes aspectos:

- a. Formação e capacitação de pessoas;
- b. Estímulo à redução e reutilização de resíduos sólidos;
- c. Estímulo à separação, tratamento e descarte adequado de resíduos sólidos;
- d. Combate à disposição irregular de resíduos;
- e. Ações de comunicação e divulgação; e
- f. Valorização e disseminação de boas práticas.



06

Alternativas institucionais e tecnológicas

6. Alternativas institucionais e tecnológicas

Esta etapa teve como principal objetivo promover a discussão sobre as unidades para processamento de resíduos, com foco nas unidades microrregionais que visem à recuperação de materiais e a redução dos resíduos destinados ao aterro sanitário. Entretanto, sabe-se que para que uma estrutura dessas funcione torna-se necessário que se estabeleça uma governança capaz de planejar, implementar, gerenciar e fiscalizar esse sistema.

Os resultados desta etapa foram apresentados por meio da elaboração do Modelo Conceitual Tecnológico do Sistema de Processamento de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (**Apêndice B**) com o objetivo de fornecer subsídios para que a Câmara Temática do Meio Ambiente e Saneamento juntamente com a AGEM coordenem ações para encontrar um meio de estabelecer a melhor forma de contratação e governança para que as empresas possam oferecer as tecnologias de processamento e tratamento de resíduos para a Região.

As proposições tecnológicas regionalizadas compõem as etapas de transbordo, tratamento e destinação final dos resíduos, sendo que a etapa de coleta continuaria a ser realizada por contratos diretamente com os municípios. Para o cenário de referência da Baixada Santista, apresentado nos itens a seguir, as proposições tecnológicas são pautadas nas seguintes necessidades:

1. Gerenciar o cenário crítico posto (curto prazo) – Aterro com vida útil esgotada e não disponibilidade de áreas para instalação de novos aterros;
2. Iniciar o processo de transição para atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos no que tange a destinar apenas rejeitos aos aterros sanitários (curto prazo e médio prazo);
3. Attingir as metas de redução estabelecidas no Plano Nacional, Estadual e Regional de Resíduos Sólidos (curto e médio prazo); e
4. Promover a adoção de sistemas integrados de gerenciamento de resíduos com tecnologias de processamento e tratamento viáveis dos pontos de vista técnico, econômico, social e ambiental (curto, médio e longo prazo);

As alternativas tecnológicas foram pensadas em forma de módulos, sendo que a criticidade do período de transição impõe a implementação destes módulos em etapas, dentro do curto, médio e longo prazo. Os módulos tecnológicos são:

- A triagem semimecanizada (chamada de separação);
- O tratamento biológico com e sem recuperação energética;
- O tratamento térmico com recuperação energética;
- O aterro sanitário com recuperação energética.

Ainda, conforme será apresentado nos itens a seguir, diante da necessidade de aumentar o volume de material da coleta seletiva foi definida uma microrregião prioritária, a microrregião 2, com os esforços direcionados para a estruturação de uma Unidade de Triagem Semimecanizada para a recuperação de resíduos recicláveis. Isso ocorre em consonância com o arranjo tecnológico planejado para a região, considerando o cenário atual e visando alcançar as metas estabelecidas de redução de resíduos destinados a aterros, recuperação de materiais recicláveis e aumento no número de cooperados.

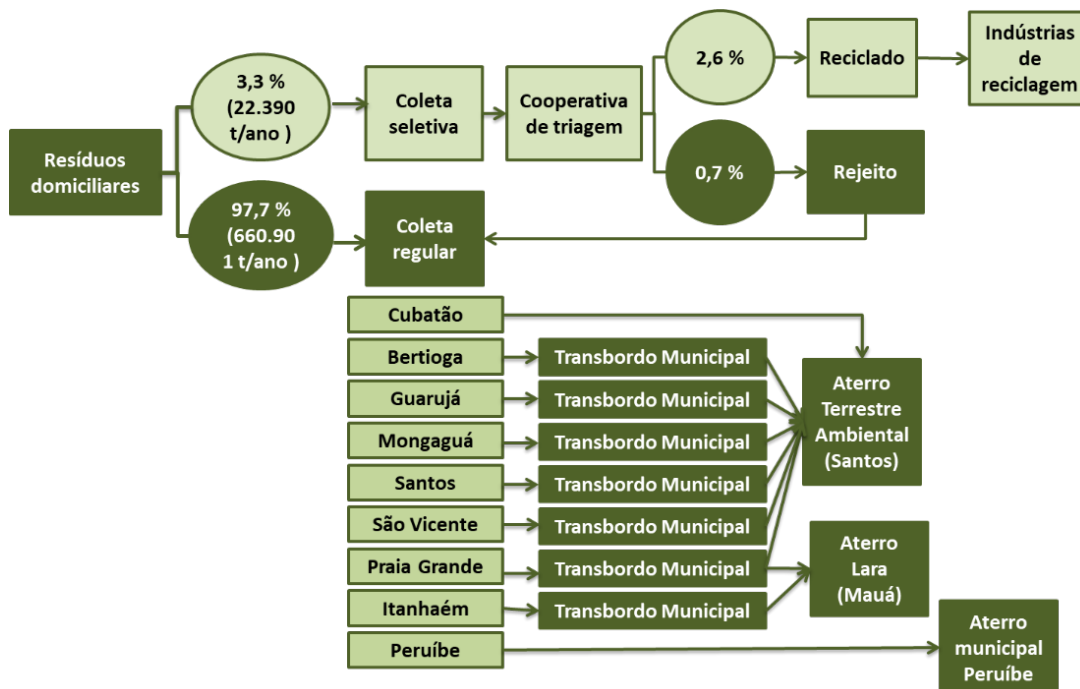
6.1. Resíduos Sólidos Domiciliares

A **Figura 16** apresenta a rota tecnológica do cenário atual de gestão de resíduos da Baixada Santista, no qual a segregação dos resíduos na fonte representa 3,3 % do total de resíduos gerados na região.

Conforme mencionado no PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018), identifica-se a necessidade de transição do atual sistema de gerenciamento para um sistema que atenda a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010a) que visa a busca de alternativas de coleta diferenciada e tratamento de resíduos, extinguindo todas as possibilidades de reaproveitamento e reciclagem e dispendo apenas os rejeitos em aterros sanitários.

Conforme o Ministério do Meio Ambiente (2012), entre os instrumentos para atingir a ordem de prioridade na gestão dos resíduos (**Figura 17**) estão: a coleta seletiva; os sistemas de logística reversa; o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e outras formas de associação de tratamento de resíduos.

Figura 16 – Rota tecnológica do cenário atual



Fonte: Elaborado pelos autores.

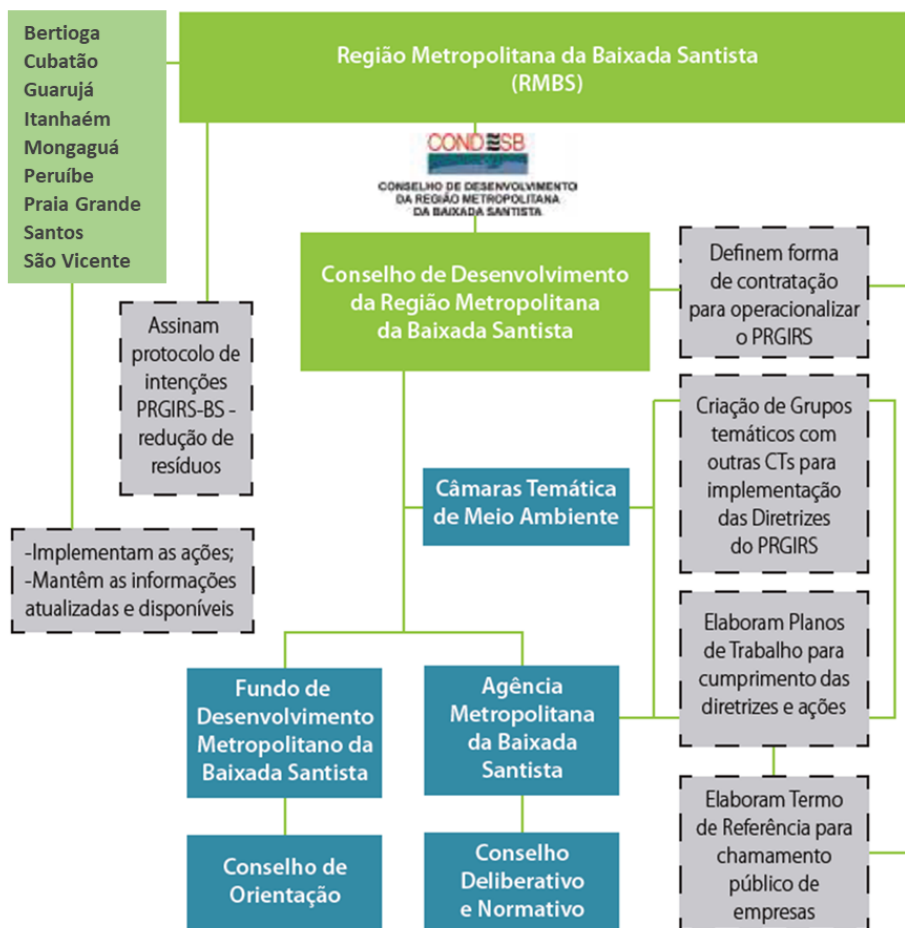
Figura 17 – Ordem de prioridade na gestão dos resíduos



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2012).

Uma forma de buscar o atendimento da PNRS (BRASIL, 2010a), com a implantação de sistemas de tratamento de resíduos, é conjugar esforços por meio de agregação dos municípios e possíveis arranjos institucionais e ações microrregionais, conforme proposto no PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018) e apresentado na **Figura 18**.

Figura 18 – Possível arranjo institucional da região metropolitana da Baixada Santista



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2018).

Na elaboração do PRGIRS/BS foi sugerido que o CONDESB criasse uma pauta específica junto aos municípios para que estes se comprometessem com as diretrizes de redução do plano por meio da assinatura de um protocolo de intenções. Este protocolo foi a ação que materializou a intenção dos nove municípios discutirem a questão e terem ações pensadas na questão de resíduos de forma regional. A Câmara Temática do Meio Ambiente e Saneamento juntamente com a AGEM, deve discutir a criação de grupos de trabalhos em torno das diretrizes do plano para a definição de uma agenda de implementação das ações, sugerindo ainda uma articulação com outras secretarias como a de políticas públicas, educação, entre outras.

Caberá à Câmara Temática do Meio Ambiente e Saneamento, do CONDESB e AGEM, coordenarem ações para elaboração de processo de contratação de empresas para oferecer as tecnologias de processamento e tratamento de resíduos para as unidades microrregionais. Conjuntamente o CONDESB deverá estabelecer a forma de contratação, utilizando como base o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026), com possibilidades como uma PPP, consórcio, concessão, etc.

Um ponto relevante para a implantação e operacionalização de um sistema de limpeza urbana regional,

o qual atende mais de um titular em determinado território é a necessidade de uniformizar a regulação, a fiscalização, a remuneração e a compatibilidade com o planejamento determinado pelo prestador (Art.14, incisos I, II e III da Lei de Saneamento). Sugere-se no aprofundamento da integração das ações para a regionalização da gestão de resíduos definindo as competências dos municípios e do arranjo ou arranjos que serão estabelecidos.

Atuando nessas dimensões tem-se uma rede de atores que exercem diferentes influências nos sistemas de gerenciamento. Alguns desses atores são responsáveis diretos e uma atuação integrada entre eles é desejada para o bom funcionamento do sistema. A política nacional de resíduos sólidos traz, em seu artigo 6º, que: "São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos: [...] VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade" (BRASIL, 2010a), devendo ainda se prever atividades que garantam a sociedade informações e participação na formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos (sendo estas denominadas de controle social). A PNRS trouxe o conceito da responsabilidade compartilhada, retratada no Capítulo III, Seção I, artigo 25: "O poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos" (BRASIL, 2010a).

Contudo, a tomada de decisão em um ambiente de muitas variáveis e muitos atores dificulta o consenso, visto que, muitas vezes, não são definidos, a priori, os critérios a serem considerados e a forma de serem analisados. O grande desafio é definir critérios e analisá-los dentro de um princípio democrático que atenda os anseios da maioria e que traga avanços para a gestão de resíduos da região, objeto do esforço dispendido na elaboração do plano e desta segunda etapa do trabalho.

6.1.1. Cenário de Geração de Resíduos

Os cenários são descrições de futuros possíveis, imagináveis ou desejáveis, a partir de suposições ou prováveis perspectivas de eventos, capazes de uma mudança, da situação de origem até a situação futura.

Em se tratando do evento geração de resíduos sólidos e de seu gerenciamento, a construção de cenários parte da projeção da geração como uma resultante da variação populacional no tempo e como um reflexo do desenvolvimento econômico. Para essa projeção foram considerados os seguintes cenários:

Cenário 1: cenário otimista, que pressupõe manutenção das tendências de integração interacional e o avanço das medidas que permitirão acelerar o processo de convergência da economia brasileira para os padrões dos países desenvolvidos;

Cenário 2: previsão de cenário com base no aumento do PIB observado na região da Baixada Santista nos últimos 15 anos e projeção de aumento relativo para os próximos 20 anos, resultando em um cenário menos favorável que o otimista e mais favorável que o pessimista; e

Cenário 3: cenário pessimista, no qual a economia mundial apresenta pouco avanço e até mesmo retrocesso, com taxas de crescimento semelhantes às existentes hoje nos países desenvolvidos, sendo que o Brasil mantém a participação na economia mundial.

O presente estudo levou em conta uma série histórica de geração anual de resíduos nos último 10 anos, bem como em dados de projeção da população fixa, conforme Fundação Seade (2014).

Os resultados dos cenários de geração de resíduos sólidos domiciliares na Baixada Santista estão apresentados na **Tabela 49**. Conforme pode ser observado no cenário 1, considerado o cenário otimista, com

aumento do PIB de 4,6 %, este apresentou um maior aumento de geração de resíduos em relação aos demais cenários.

Tabela 49– Cenários de geração de resíduos

Anos	Cenários de geração de resíduos (t/ano)		
	“Cenário 1 PIB 4,6 %”	“Cenário 2 PIB 3,5 % (média)”	“Cenário 3 PIB 0,5 %”
2023	728.204	720.663	690.997
2024	731.768	730.854	690.038
2025	735.496	734.279	689.075
2026	739.395	738.176	688.107
2027	743.474	742.739	687.135
2028	747.74	747.352	686.157
2029	752.202	751.955	685.175
2030	756.87	756.327	684.187
2031	761.753	760.626	683.195
2032	766.86	764.275	682.198
2033	772.202	768.083	681.195
2034	777.79	772.223	680.188
2035	783.635	776.49	679.176
2036	789.749	780.813	678.158
2037	796.143	785.151	677.136
2038	802.833	789.431	676.108
2039	809.829	793.599	675.075
2040	817.148	797.677	674.037
2041	824.803	801.755	672.994
2042	832.811	805.863	671.946
2043	841.187	810.028	670.893

Fonte: Elaborado pelos autores.

O cenário de referência selecionado foi o Cenário 2, que considerou um aumento de PIB estimado conforme histórico apresentado nos últimos 15 anos, variando de 2,4 a 4,8 %, com uma média de 3,5 %. Este mesmo cenário foi aplicado para as microrregiões, com o intuito de se propor ações consorciadas para a região da Baixada Santista (**Tabela 50**).

Tabela 50– Cenários de geração de resíduos

Anos	Cenários de geração de resíduos (t/ano)		
	“Microrregião 1 (3,3 %*)”	“Microrregião 2 (3,2 %*)”	“Microrregião 3 (3,8 %*)”
2023	189.796	307.427	223.439
2024	192.433	308.461	229.96
2025	193.845	306.34	234.094
2026	195.289	304.578	238.309
2027	197.036	302.833	242.871
2028	198.93	300.72	247.702
2029	200.926	298.537	252.493
2030	202.954	296.377	256.996
2031	204.843	294.266	261.516
2032	206.275	292.184	265.817
2033	207.83	290.049	270.204
2034	209.554	288.011	274.658
2035	211.319	286	279.171
2036	213.121	283.972	283.719
2037	214.933	281.925	288.293
2038	216.752	279.824	292.855
2039	218.535	277.69	297.373
2040	220.265	275.579	301.832
2041	221.968	273.518	306.269
2042	223.667	271.465	310.731
2043	225.385	269.406	315.236

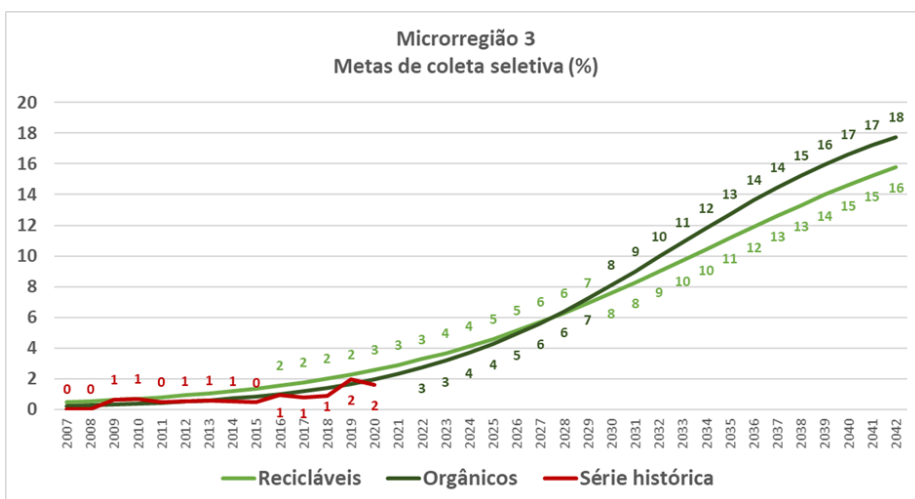
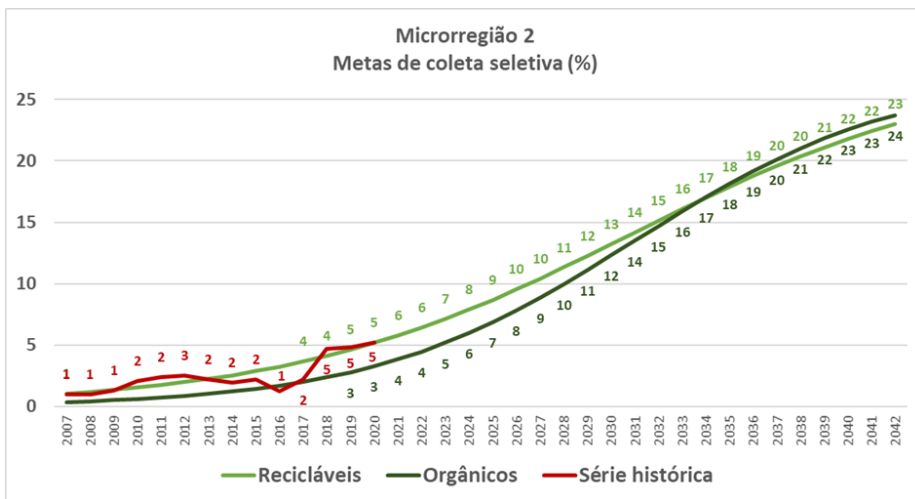
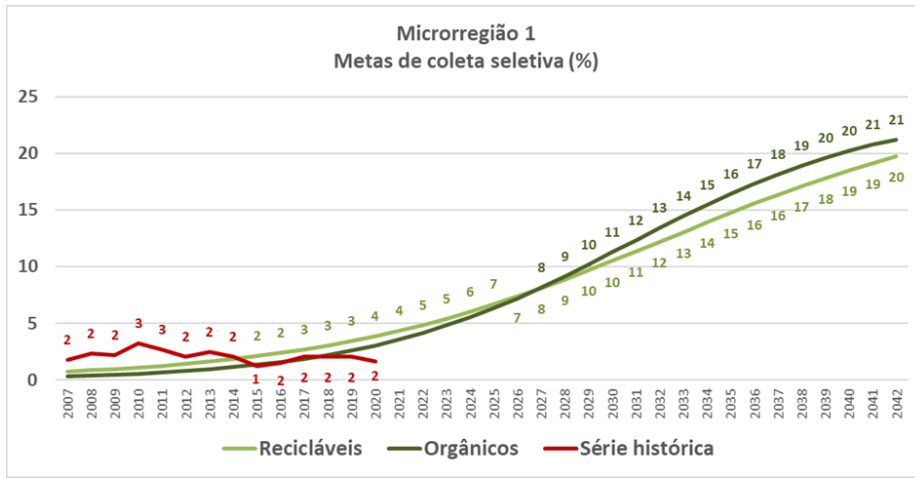
*Previsão de aumento de PIB para os próximos 20 anos (média)

Fonte: Elaborado pelos autores.

6.1.2. Alternativas de redução e segregação na fonte

Com base no cenário de referência adotado, foram propostas metas de redução de resíduos sólidos domiciliares, (materiais recicláveis e resíduos orgânicos), dispostos em aterros, para os próximos 20 anos, compreendendo os anos de 2023 até 2043 (**Figura 19**).

Figura 19 – Metas de redução de recicláveis e orgânicos destinados ao aterro



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para a aplicação das metas para recicláveis, foi levado em conta o crescimento da coleta seletiva na Baixada Santista nos últimos quinze anos e, com base nestes dados, foram feitos cálculos de previsão e curvas de tendência para os próximos 20 anos (**Tabela 51**). Para a coleta diferenciada de resíduos orgânicos foram realizados cálculos de previsão e curvas de tendência (**Tabela 52**). Foram considerados como curto prazo o tempo de 1 a 4 anos, médio de 5 a 10 anos ao longo de 11 a 20 anos.

Tabela 51 – Metas de redução de recicláveis destinados ao aterro

Prazos	Anos	Metas de redução de recicláveis destinados ao aterro							
		Microrregião 1		Microrregião 2		Microrregião 3		Baixada Santista	
		%	t/ano	%	t/ano	%	t/ano	%	t/ano
Curto	2023	5	10.307	7	21.949	4	8.203	6	23.691
	2024	6	11.614	8	24.345	4	9.463	6	31.588
	2025	7	12.958	9	26.626	5	10.763	7	35.754
	2026	7	14.406	10	29.036	5	12.202	8	40.459
Médio	2027	8	15.976	10	31.532	6	13.799	8	45.422
	2028	9	17.658	11	34.05	6	15.556	9	50.347
	2029	10	19.44	12	36.594	7	17.455	10	55.644
	2030	10	21.308	13	39.147	8	19.473	11	61.308
	2031	11	23.232	14	41.688	8	21.621	11	67.264
	2032	12	25.154	15	44.188	9	23.867	12	73.489
Longo	2033	13	27.122	16	46.609	10	26.222	13	79.928
	2034	14	29.13	17	48.952	10	28.669	14	86.54
	2035	15	31.146	18	51.185	11	31.189	15	93.208
	2036	16	33.153	19	53.284	12	33.761	15	99.953
	2037	16	35.134	20	55.233	13	36.364	16	106.75
	2038	17	37.075	20	57.013	13	38.973	17	113.52
	2039	18	38.955	21	58.622	14	41.563	18	120.199
	2040	19	40.761	22	60.069	15	44.114	18	126.731
	2041	19	42.489	22	61.36	15	46.614	19	133.061
	2042	20	44.138	23	62.49	16	49.057	19	139.14
	2043	20	45.71	24	63.461	16	51.436	20	144.944

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 52– Metas de redução de orgânicos destinados ao aterro

Prazos	Anos	Metas de redução de recicláveis destinados ao aterro							
		Microrregião 1		Microrregião 2		Microrregião 3		Baixada Santista	
		%	t/ano	%	t/ano	%	t/ano	%	t/ano
Curto	2023	5	9.137	5	15.902	3	7.081	4	32.12
	2024	6	10.669	6	18.406	4	8.473	5	37.548
	2025	6	12.306	7	20.971	4	9.981	6	43.257
	2026	7	14.107	8	23.774	5	11.696	7	49.576
Médio	2027	8	16.085	9	26.773	6	13.642	8	56.499
	2028	9	18.22	10	29.898	6	15.822	9	63.941
	2029	10	20.49	11	33.129	7	18.216	10	71.836
	2030	11	22.863	12	36.423	8	20.789	11	80.076
	2031	12	25.286	14	39.73	9	23.539	12	88.555
	2032	13	27.677	15	42.989	10	26.412	13	97.078
Longo	2033	14	30.07	16	46.133	11	29.4	14	105.602
	2034	15	32.441	17	49.135	12	32.461	15	114.037
	2035	16	34.746	18	51.942	13	35.555	16	122.243
	2036	17	36.96	19	54.513	14	38.639	17	130.112
	2037	18	39.059	20	56.826	14	41.675	18	137.56
	2038	19	41.031	21	58.86	15	44.625	18	144.516
	2039	20	42.86	22	60.617	16	47.459	19	150.936
	2040	20	44.54	23	62.116	17	50.154	20	156.81
	2041	21	46.08	23	63.376	17	52.703	20	162.159
	2042	21	47.489	24	64.405	18	55.11	21	167.004
	2043	22	48.78	24	65.22	18	57.378	21	171.378

Fonte: Elaborado pelos autores.

6.2. Estudo e Avaliação de Arranjos Microrregionais

Para este estudo foram realizadas avaliações de possíveis arranjos microrregionais para atendimento das metas de redução (coleta seletiva, triagem, inserção social e logística reversa até transbordo) e para otimização de contratos regionais, por meios das seguintes atividades:

- Apontar melhorias no sistema de fluxos de comercialização de materiais recicláveis e apresentação de soluções consorciadas, visando à inclusão social, a presença de associações, cooperativas e ONGs e a redução de resíduos destinados para aterros; e
- Dimensionar uma unidade microrregional de tratamento dos resíduos da coleta seletiva.

A concepção da unidade microrregional de triagem da coleta seletiva, assim como do modelo conceitual tecnológico do sistema de processamento de resíduos foi realizada com base nos dados de geração e composição dos resíduos da coleta regular e da coleta seletiva, além das projeções de aumento de geração de resíduos em um horizonte de 20 anos, e da estipulação de metas de redução de resíduos destinados ao aterro para este mesmo horizonte. Com base nestes dados, foi possível estimar a massa de cada material coletado pela coleta seletiva nos municípios que constituem a microrregião selecionada. O modelo conceitual tecnológico é apresentado no **Apêndice B**.

Para a seleção da microrregião prioritária, na qual foi dado maior detalhamento na concepção desta unidade, foram levadas em consideração algumas premissas como:

- Representatividade populacional – objetivando uma maior densidade populacional atendida pela unidade;
- PIB geral – considerando que a microrregião com o maior PIB terá uma maior capacidade aquisitiva para implementar a unidade dimensionada;
- Coleta seletiva – Considerando que a microrregião com uma coleta seletiva mais estabelecida, poderá atingir mais facilmente maiores metas de redução de resíduos destinados ao aterro.

A partir destas premissas, conforme apresentado na **Tabela 53**, a microrregião 2 foi a que apresentou uma maior representatividade de população atendida, o maior PIB geral e a maior média percentual de coleta seletiva.

Tabela 53– Premissas consideradas para a concepção da unidade de tratamento de resíduos da coleta seletiva

Regiões e municípios	População atendida	Representatividade (%)	“PIB geral (em mil R\$)”	Coleta seletiva média (%)
Microrregião 1	380.931	21	10.289.605	1,7
Microrregião 2	911.683	50	41.110.264	4,2
Microrregião 3	536.412	29	11.485.434	1,3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além destas premissas, outras informações levantadas durante a elaboração do panorama de resíduos foram levadas em consideração como, por exemplo:

- Conforme apresentado no **Item 3**, a microrregião 1 já possui alguns avanços em estudos nesta direção como, por exemplo: os sistemas de separação semimecanizado já instalado no município de Bertioga e o estudo e concepção do Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Guarujá, já realizado no ano de 2019, com capacidade de atendimento da coleta dos resíduos da microrregião 1;
- Conforme apresentado no Item 4, o município de Santos, pertencente à microrregião 2, apresentou um aumento considerável na capacidade da coleta seletiva, entretanto a capacidade de triagem deste material coletado não acompanhou este aumento, sendo o excedente encaminhado para as cooperativas de triagem dos municípios de Cubatão e São Vicente, também pertencentes à microrregião 2; e
- Durante as reuniões realizadas no decorrer da elaboração deste PRGIRS/BS, o município de São Vicente (microrregião 2), por meio de indicação de 3 áreas possíveis, demonstrou interesse na instalação desta unidade microrregional.

Portanto, com base nos dados técnicos levantados durante o diagnóstico deste estudo, a microrregião 2 foi considerada prioritária no estudo para a concepção da unidade microrregional, seguindo-se com a busca de áreas potencialmente favoráveis para a instalação deste sistema.

6.3. Identificação e apontamento Áreas Potencialmente Favoráveis para o Tratamento e a Destinação Ambientalmente Adequada de Resíduos Sólidos (escala municipal)

Nesta etapa foi utilizado o estudo realizado no Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (PRGIRS/BS) em uma escala regional (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018), no qual foram estabelecidos critérios que permitiram estabelecer regiões com níveis diferentes de restrições para a implantação de sistemas de processamento de resíduos.

Com base neste estudo, foram apontadas as características técnica, ambiental e logística para a instalação de unidades de tratamento e destinação final de rejeitos nas áreas públicas indicadas pelos municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista para a instalação de uma unidade Microrregional de Processamento e Segregação dos Resíduos da Coleta Seletiva, bem como as eventuais medidas governamentais passíveis de serem tomadas para possibilitar a implantação destas novas unidades, de forma a ampliar a viabilidade econômica dos sistemas de responsabilidade pós-consumo e o número de unidades de reciclagem ou recuperação de resíduos.

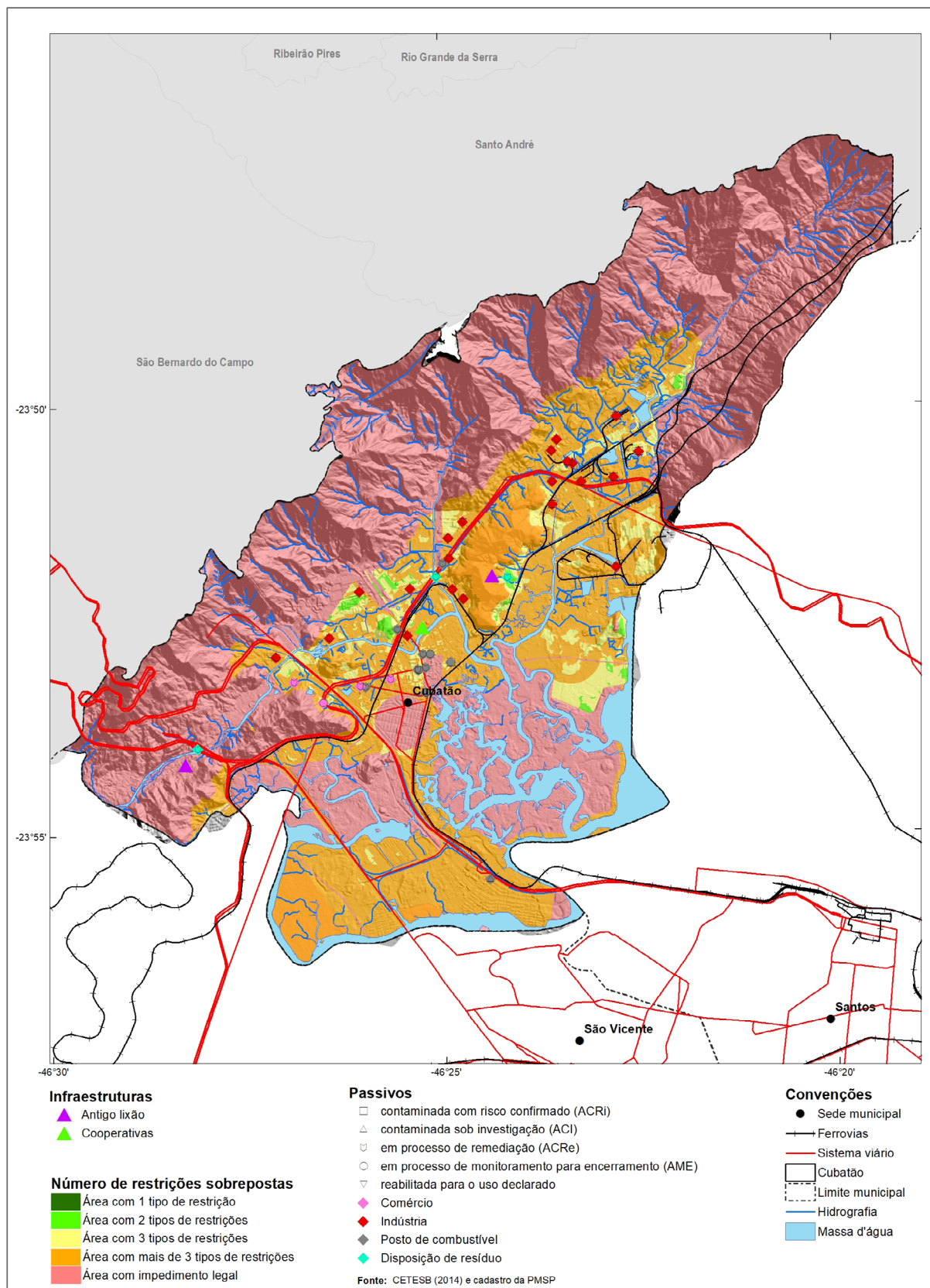
A seguir são apresentadas figuras para os municípios de Cubatão (**Figura 20**), Santos (**Figura 21**) e São Vicente (**Figura 22**), contendo os resultados dos estudos de identificação de áreas potenciais para instalação de unidades de processamento e destinação final na Baixada Santista (apresentado no item 6.1.4 do capítulo 6 do PRGIRS/BS), integrados a dados de infraestrutura relacionadas ao RSU, a passivos ambientais e a áreas contaminadas localizado nos municípios. Incluindo, diferentemente da figura apresentada no PRGIRS/BS, o detalhamento dos resultados da sobreposição sobre as áreas urbanas, não apresentadas na figura original por restrições impostas ao tratamento térmico e destinação final em aterro sanitário, não contemplados no presente estudo.

A infraestrutura relacionada ao RSU juntada às figuras apresentadas são referentes a localização das cooperativas em funcionamento na RMBS quando da realização do plano, e as instalações de transbordo e destinação final, localizadas nos territórios dos municípios da microrregião 2 contemplado no presente estudo.

A Baixada Santista possui 15 Cooperativas de triagem de materiais recicláveis, sendo três unidades no município de Guarujá; duas nos municípios de Itanhaém, Peruíbe, Santos e Praia Grande e uma em cada um dos demais municípios. Com exceção de Peruíbe, todos os demais municípios possuem área de transbordo.

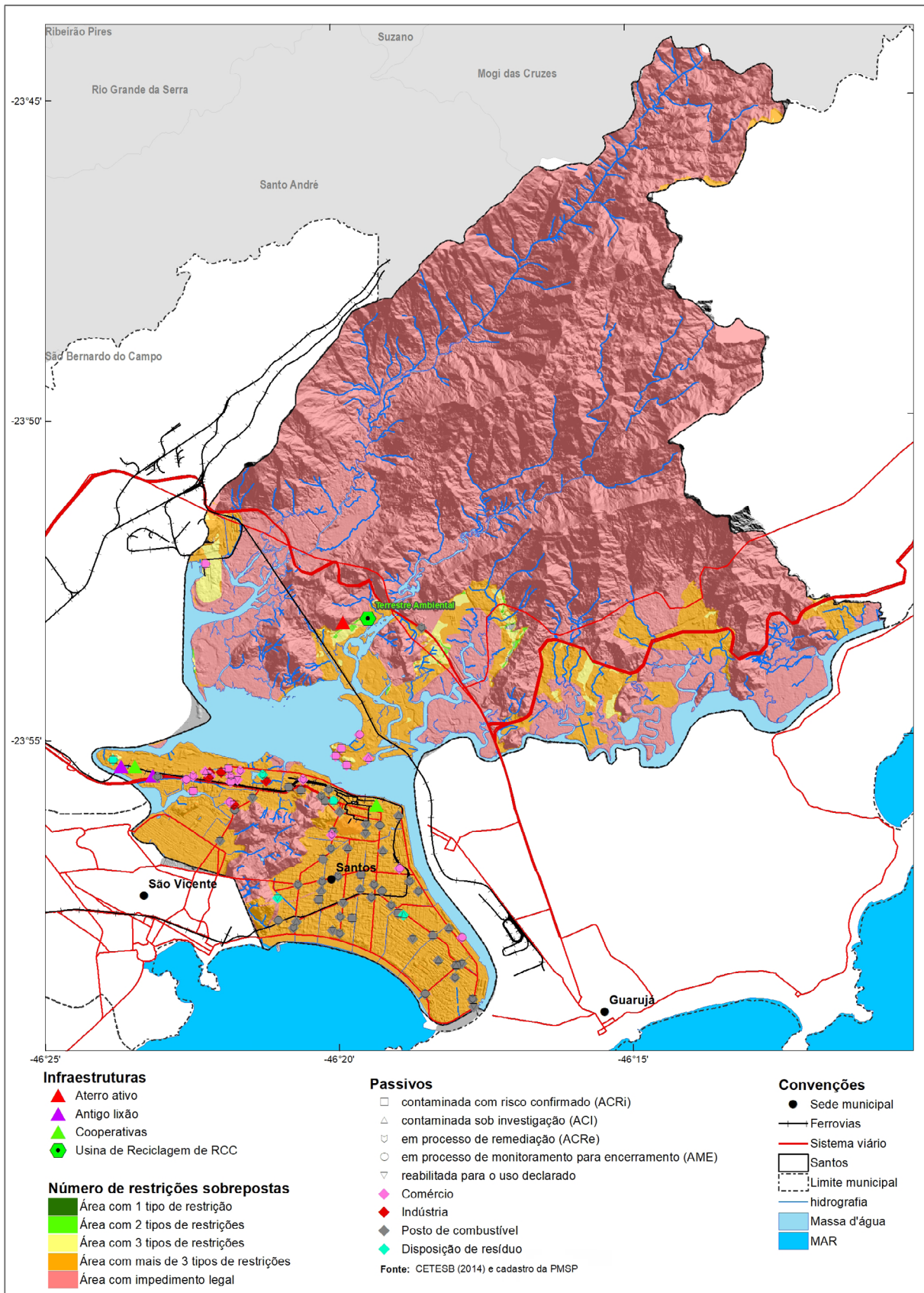
O município de Santos, integrante da microrregião em estudo, além do transbordo municipal, possui também em seu território o Centro de Gerenciamento de Resíduos Terrestre Ambiental Ltda, destino final de grande parte dos resíduos gerados na RMBS. Este aterro, em operação desde fevereiro de 2003, recebe atualmente os RSU dos seguintes municípios da Baixada Santista: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Mongaguá, Praia Grande, Santos e São Vicente. Conforme Parecer da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2016), o aterro de Santos apresenta vida útil “praticamente esgotada”.

Figura 20 – Grau de restrição para a implantação de unidades de tratamento e destinação final de RSU e passivos ambientais (Município de Cubatão)



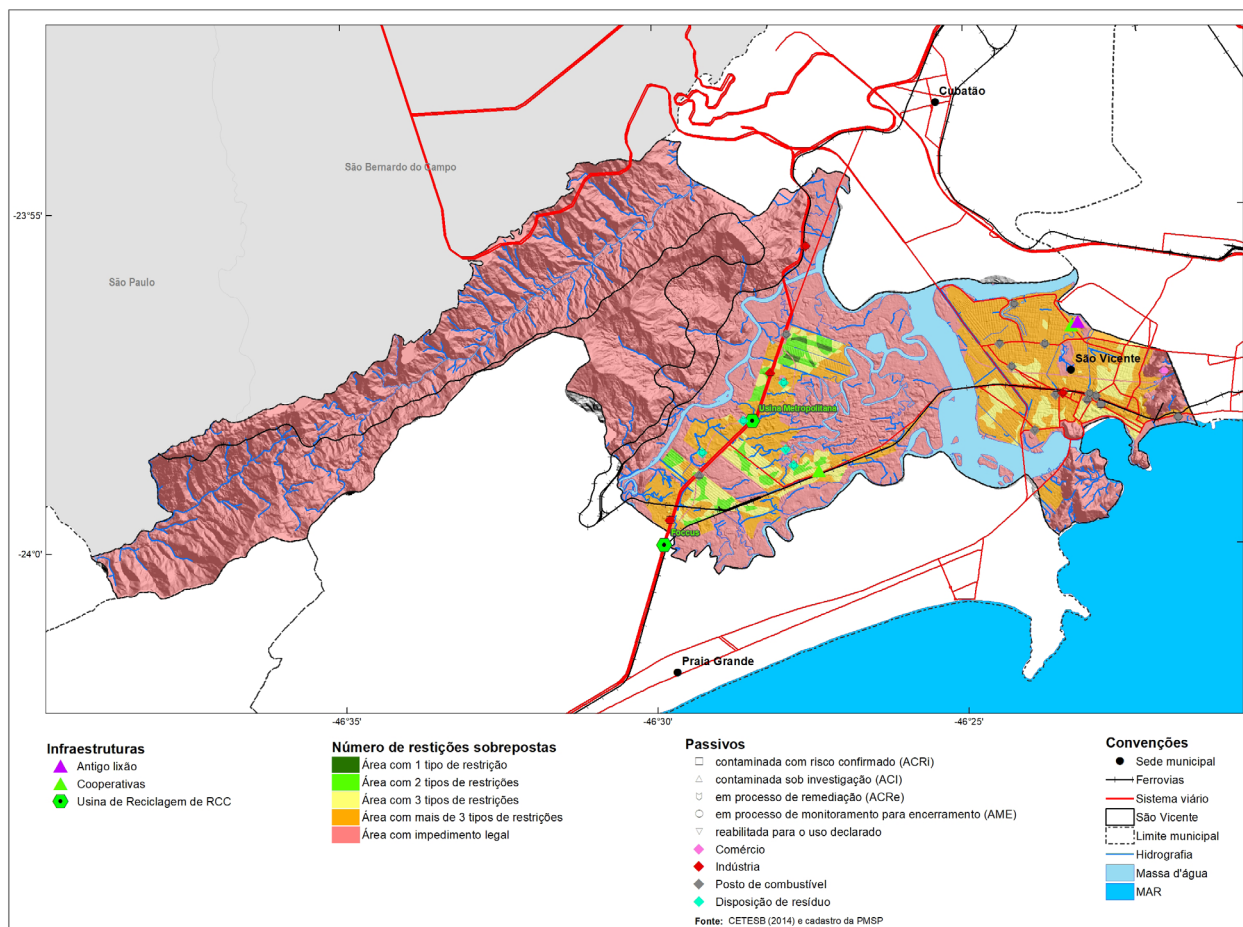
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 21 – Grau de restrição para a implantação de unidades de tratamento e destinação final de RSU e passivos ambientais (Município de Santos).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 22 – Grau de restrição para a implantação de unidades de tratamento e destinação final de RSU e passivos ambientais (Município de São Vicente).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os passivos ambientais, integrados à figura do estudo de seleção de áreas, estão elencados nos Planos Municipais de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos dos três municípios da microrregião da Baixada Santista priorizada a **Tabela 54** apresenta a lista de áreas contaminadas nos três municípios da microrregião, conforme dados disponibilizados pela CETESB.

A seguir são apresentados os estudos realizados nas áreas indicadas pelos municípios de Cubatão, Guarujá, Itanhaém e São Vicente, para avaliação das quanto a restrições que possam existir na instalação de sistemas de tratamento de resíduos.

Tabela 54 – Áreas contaminadas nos municípios da microrregião priorizada.

Município	ACRi	AME	ACRe	ACI	AR
Santos	11 postos de combustível; 2 indústrias; 6 comércios	5 pontos de combustível; 5 comércios; 1 indústria	18 postos de combustível; 6 comércios; 1 destinação de resíduos	12 postos de combustível; 1 destinação de resíduos; 2 comércios	10 postos de combustível; 1 comércio; 2 indústrias; 1 destinação de resíduos
São Vicente	1 posto de combustível; 1 comércio; 1 indústria	1 posto de combustível; 1 indústria	6 postos de combustível; 1 indústria; 4 destinação de resíduos	2 postos de combustível; 1 indústria	3 postos de combustível; 1 destinação de resíduos
Cubatão	-	-	6 postos de combustível; 3 comércios; 11 indústrias; 3 destinações	1 posto de combustível	-

Classificação: ACRi - Área contaminada com risco confirmado.

AME - Área em processo de monitoramento para encerramento.

ACRe - Área em processo de remediação ACI - Área contaminada sob investigação. AR - Área reabilitada para o uso declarado.

Fonte: (Adaptado de Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018).

6.3.1. Área indicada pelo município de Cubatão

A área indicada pelo município de Cubatão para análises no presente estudo, quanto sua potencialidade técnica, ambiental e logística para receber a instalação de uma unidade Microrregional de Processamento e Segregação dos Resíduos da Coleta Seletiva, foi o Sítio dos Areais onde anteriormente funcionou o antigo aterro do município entre os anos de 1982 a 2003. Ao longo desse período de funcionamento o aterro operou, em diversos momentos, de forma precária sub judice do órgão ambiental por meio de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) sem emissão das devidas licenças e autorizações ambientais. Após encerrada sua operação a área passou a ser alvo de medidas de recuperação e monitoramento adotadas pela prefeitura de Cubatão e também por empresas com atividades no município, como forma de contrapartida de suas operações e/ou obrigações de Termos de Ajustamento de Conduta próprios.

A área do Sítio Areais localiza-se na porção central do município distante cerca de 8 km do centro urbano de Cubatão. O acesso principal ao local é realizado através da Rodovia Domenico Rangoni, também denominada Piaçagüera-Guarujá, e posteriormente por estrada não-pavimentada com cerca de 3 km de extensão. O terreno está limitado a oeste por morros de grande altura e a leste pela Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA) e pelo baixo curso do Rio Mogi. Não existem, contíguas ao terreno, áreas de adensamento urbano, chácaras, áreas de cultivo e áreas de exploração mineral, de modo que os bairros mais próximos à área de estudo, Jardim Costa e Silva e Jardim das Indústrias, apresentam distância superior a 1.600 m, em sentido sudoeste, na direção oposta do anfiteatro formado pelas vertentes do Morro Areais.

A Lei Municipal nº 2513/98, que dispõe sobre o parcelamento, o uso e a ocupação do solo do município de Cubatão, estabelece a zona onde está localizado o Sítio dos Areais como área especial de interesse público IP-2 Areais II. Segundo o art. 39 da referida lei de uso e ocupação do solo, áreas especiais são aquelas que re-

querem um regime urbanístico especial, condicionadas às suas peculiaridades de localização, situação topográfica, proteção à saúde pública e ao Patrimônio Histórico-Ambiental, nos seus aspectos ecológicos, paisagísticos, culturais; e dos equipamentos urbanos, programas e projetos governamentais implantados nessas áreas.

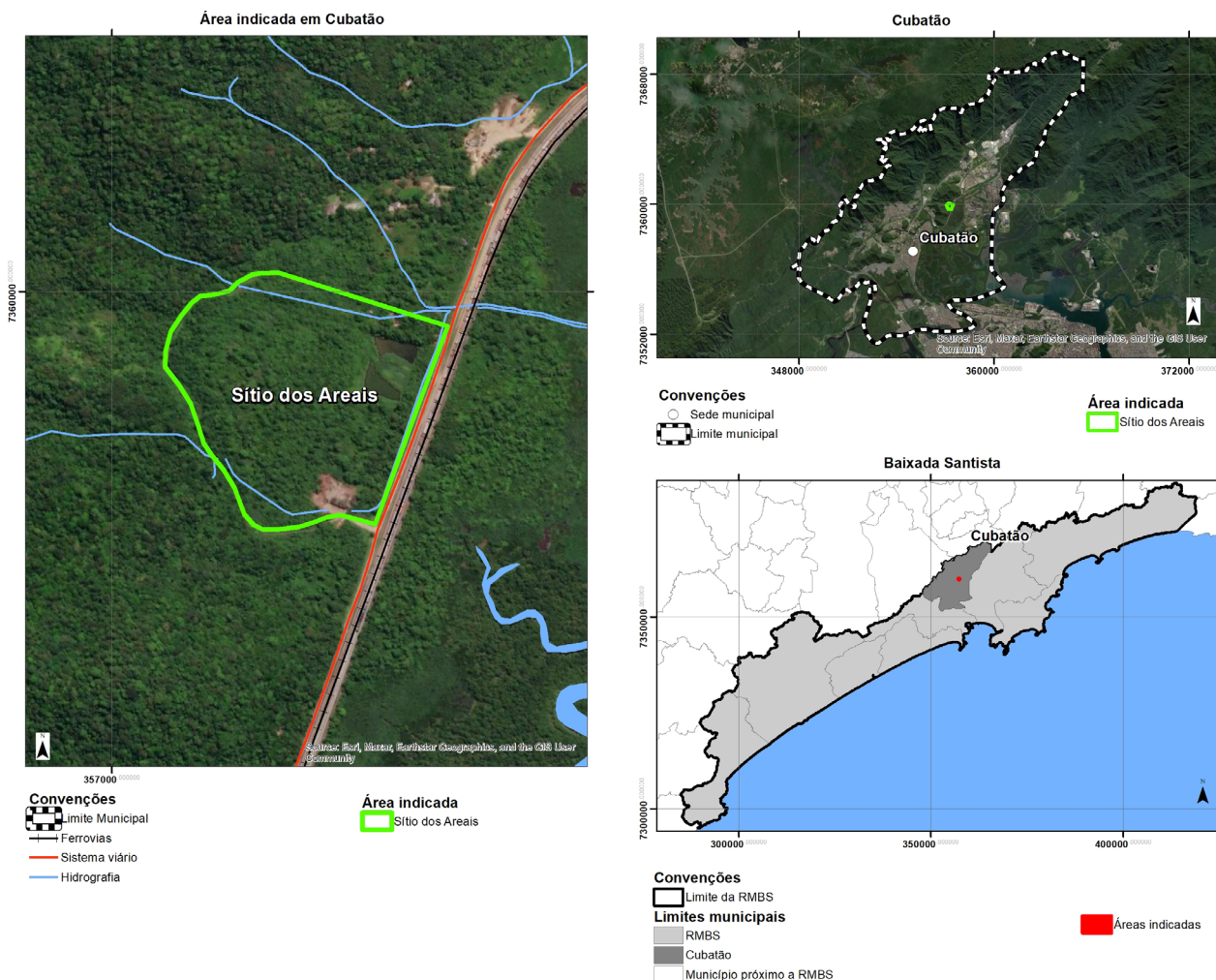
Ainda segundo a mesma Lei Municipal nº 2513/98 as áreas de Interesse Público (IP) são aquelas onde estão ou deverão ser implantados os equipamentos urbanos e os projetos governamentais ou privados, de comprovado interesse público, sendo permitidas atividades industriais das Categorias I1 e I2, desde que devidamente aprovadas pelos órgãos de controle ambiental e nas demais esferas de Governo. São classificadas como I1 - Indústria Diversificada, os estabelecimentos que podem se adequar aos padrões de usos não industriais, no que diz respeito às características de ocupação dos lotes, de acesso, de localização, de tráfego, de serviços urbanos, aos níveis de ruídos, de vibrações e de poluição ambiental. Enquadram-se nesta categoria de uso as indústrias que não utilizam combustíveis, sólidos ou líquidos; que não produzem ruído, medido a 1,5m (um metro e meio) de qualquer ponto de sua divisa, superior a 70 dB (setenta Decibéis) na curva B do Medidor de Intensidade de Som, e cujos processos não põem em risco a saúde humana, sendo que os despejos de qualquer natureza possam ser tratados no próprio lote, assim como as necessidades de espaços para carga, descarga e estacionamento de veículos. E como I2 - Indústria Especial, os estabelecimentos que implicam na fixação de padrões específicos referentes às características de ocupação dos lotes, de acesso, de localização, de tráfego, de serviços urbanos, e de níveis de ruídos, de vibrações e de poluição ambiental; estabelecimentos cujo funcionamento possa causar prejuízo à saúde, à segurança, ao bem-estar público e à integridade da flora e da fauna regionais.

A delimitação da área especial de interesse público IP-2 Areais II Aterro Sanitário na legislação em questão está como segue: começa na altura do Km 16 + 440,00m da RFFSA (linha tronco Santos Piaçaguera), de onde segue, por uma linha imaginária e ortogonal aos trilhos, até a altura da cota altimétrica 50 do Morro dos Areais, onde deflete à esquerda e segue por essa cota altimétrica até encontrar a linha imaginária ortogonal aos trilhos da RFFSA, na altura do Km 15 + 300,00m, pela qual segue até atingir os trilhos, os quais percorre, após defletir à esquerda, até o ponto final.

Nessa área é permitido a existência e funcionamento de aterros por se tratar de uma atividade inserida no uso E3 – Instituições Incompatíveis com o uso residencial: cujas dimensões, porte, tráfego gerado, ruídos representam incômodo à proximidade de residências. Estações de tratamento de esgotos, lixo, usinas de compostagem, instalações e serviços especiais etc. (Redação dada pela Lei Complementar nº 69/2012).

A **Figura 23** abaixo destaca a localização da área indicada no município Cubatão e na região metropolitana da baixada santista.

Figura 23 – Localização da área indicada por Cubatão



Fonte: Elaborado pelos autores.

6.3.2. Área indicada pelo município de Guarujá

O município de Guarujá indicou a área onde se pretende instalar um Centro Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos dotado, a longo prazo, de transbordo de resíduos com separação semimecanizada para recuperação e reaproveitamento de materiais recicláveis, sistemas de compostagem aeróbica de resíduos orgânicos e plantas de biodigestão, com tratamento e redução da massa de resíduos orgânicos, com recuperação energética. O terreno possui uma área de, aproximadamente, 69 mil m² e está localizado na Avenida Vereador Lydio Martins Corrêa, s.n., onde estão as duas entradas de acesso ao local. O terreno é circundado por áreas verdes (na face oeste), áreas residenciais (face nordeste), e na face sul áreas industriais e o cemitério municipal Jardim da Paz. A Avenida Vereador Lydio Martins Corrêa está classificada no Plano Diretor do município como via estrutural metropolitana e possui ciclovia ao longo de toda sua extensão contígua ao terreno. Ainda por estabelecimento do Plano Diretor municipal, o terreno encontra-se inserido no bairro Retroporto (apesar de mais reconhecido pelos munícipes como bairro Morrinhos, por este estar localizado imediatamente de frente aos conjuntos residenciais do bairro). O terreno está localizado extremo sul da Macrozona Urbana da região administrativa IV do Distrito de Vicente de Carvalho, já próxima a seu limite com a região administrativa do Guarujá, região mais densamente povoada do município.

A Macrozona Urbana corresponde à porção urbanizada do Município, sendo caracterizada pelo ambiente construído reconhecido por pelo menos 2 (dois) dos requisitos seguintes: meio-fio ou calçamento, com canalização de águas pluviais; rede de abastecimento de água potável; sistema de esgotos sanitários; rede de iluminação pública, com ou sem posteamento para distribuição domiciliar; escola primária ou posto de saúde a uma distância máxima de 3 km (três quilômetros) do imóvel considerado. A Macrozona Urbana apresenta diferentes graus de consolidação e infraestrutura básica instalada, tendo como objetivos: controlar e direcionar o adensamento urbano, adequando-o à infraestrutura disponível; garantir a utilização dos imóveis não edificados, subutilizados e não utilizados; e possibilitar a instalação de usos múltiplos no território do Município, desde que atendidos os requisitos de instalação definidos nesta Lei Complementar, no Código de Edificações e Instalações, no Código de Posturas e nas normas que os complementarem ou sucederem. Na Macrozona Urbana, ao longo das águas nascentes, correntes ou dormentes e dos reservatórios de água deverão ser constituídas áreas envoltórias de proteção, nos termos da legislação de proteção ambiental.

O terreno tem parte da sua área inserida na Zona Retroportuária e Industrial e parte na Zona mista de Vicente de Carvalho do setor de Qualificação Urbana. O Setor de Qualificação Urbana caracteriza-se pelo uso urbano e infraestrutura a ser consolidada. São objetivos no Setor de Qualificação Urbana: promover o adensamento construtivo nas áreas disponíveis; compatibilizar a capacidade do sistema viário; complementar a infraestrutura urbana; ampliar a disponibilidade de equipamentos públicos, os espaços verdes e de lazer; investir na qualificação do espaço urbano; e valorizar e proteger o patrimônio cultural. Na Zona Retroportuária e Industrial são permitidas atividades operacionais de apoio ao porto, como depósitos de mercadorias e contêineres, estacionamento de veículos de carga e apoio aos caminhoneiros, indústrias não poluidoras e serviços de grande porte, incompatíveis com as áreas habitacionais e geradores de incomodidade, além de comércio, serviços e usos institucionais de apoio às referidas atividades, principalmente centros de pesquisa, desenvolvimento e ensino tecnológico. As definições de uso e ocupação de solo, aproveitando o regramento das atividades para a Zona Retroportuária e Industrial deverão ser estabelecidas em lei específica, seguindo as diretrizes do Plano Diretor Municipal. A implantação de novos empreendimentos na Zona Retroportuária e Industrial ou a expansão dos existentes requer o cumprimento das obrigações de licenciamento previstas na Macrozona de Proteção Ambiental e deverão manter um afastamento mínimo de 50 metros das zonas onde são permitidos usos residenciais.

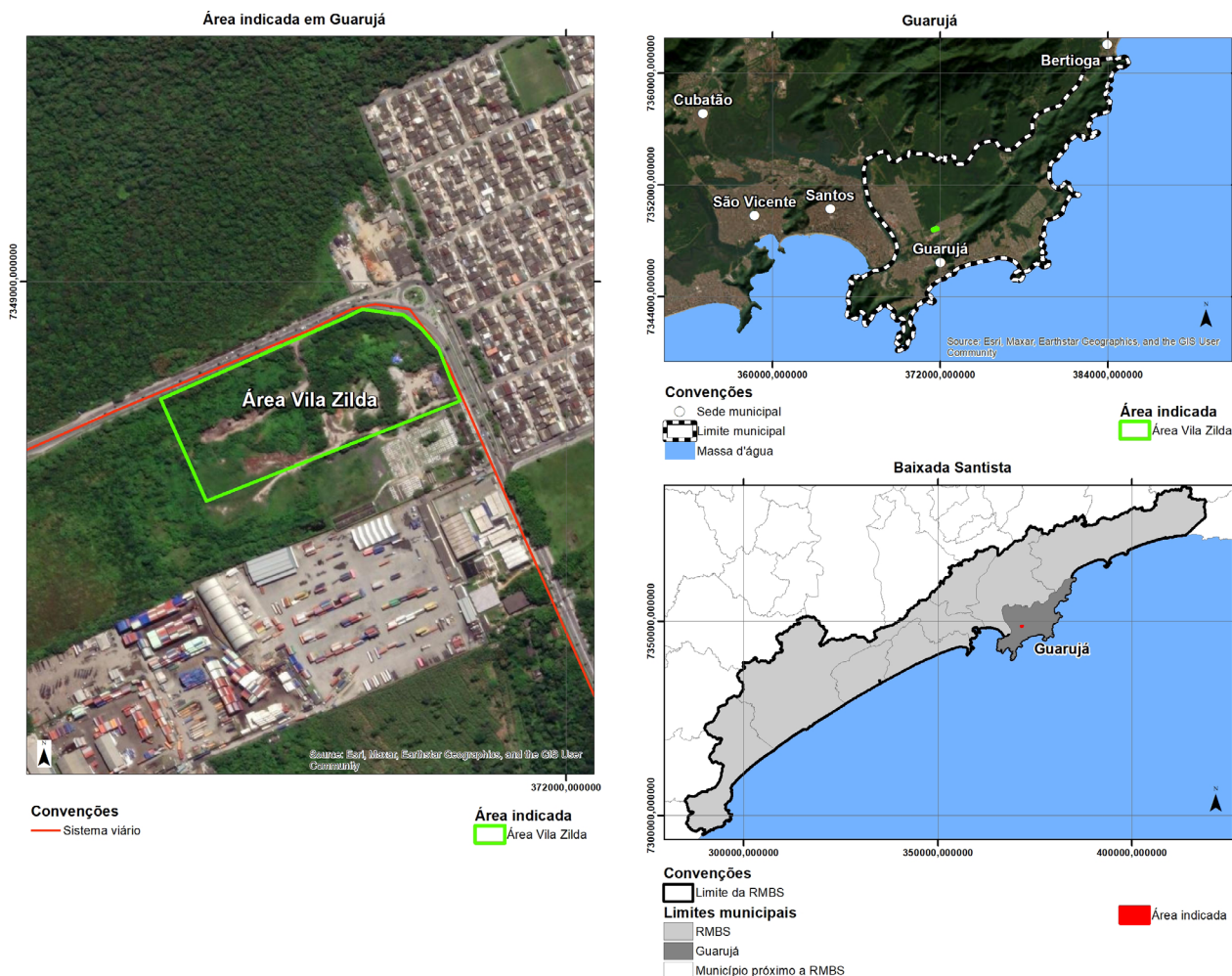
Assim como o Plano Diretor, o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) da Baixada Santista é outro instrumento que incide no município do Guarujá elaborado para promover o ordenamento territorial e disciplinar os usos dos recursos naturais, de modo a assegurar a qualidade ambiental, o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população. Este instrumento foi regulamentado pelo Decreto Estadual nº 58.996, de 25 de março de 2013 e é resultado do trabalho de um colegiado tripartite composto por representantes do estado, das prefeituras locais e da sociedade civil, com o objetivo de orientar os agentes públicos e privados da região na aplicação de suas políticas setoriais e no direcionamento de seus investimentos, em continuidade ao processo de institucionalização do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro do Estado de São Paulo.

Referente ao Zoneamento Ecológico Econômico, a área indicada pelo município do Guarujá encontra-se classificada como Z5T - zona que apresenta a maior parte dos componentes dos ecossistemas primitivos, degradada ou suprimida, com organização funcional eliminada e onde a ocupação deve se guiar pelas diretrizes de promoção da arborização urbana; otimização da ocupação dos empreendimentos já aprovados; estímulo à ocupação dos vazios urbanos garantindo a qualidade ambiental; promoção da implantação de empreendimentos habitacionais de interesse social; otimização da infraestrutura urbana existente; incentivo à utilização

de instalações ociosas; e conservação e recuperação das áreas verdes, incluídas as áreas de preservação permanente e as áreas verdes de uso público.

A **Figura 24** abaixo destaca a localização da área indicada no município do Guarujá e na região metropolitana da baixada santista.

Figura 24 – Localização da área indicada por Guarujá



Fonte: Elaborado pelos autores.

6.3.3. Áreas indicadas pelo município de Itanhaém

Itanhaém indicou duas áreas em seu território também já utilizadas em seu Sistema Municipal de Gerenciamento dos Resíduos gerados no município. A primeira, registrada com o nome de Usina Brasil Tecnologia Ambiental, está localizada na Estrada Coronel Joaquim Branco, na zona rural de Mambu. Atualmente o terreno funciona como área de transbordo e triagem de recicláveis e resíduos sólidos domiciliares advindos do serviço de coleta do município. Pelo Plano Diretor de Desenvolvimento estratégico a área está inserida na zona rural de agropecuária sustentável – RA que corresponde à área vocacionada à produção primária, atividades agrosilvopastoris, de agricultura familiar e atividades de turismo rural. A Zona Rural Agropecuária Sustentável (RA) tem como objetivo estimular as atividades agropecuárias de forma sustentável, com o uso equilibrado

de recursos naturais e melhoria tecnológica, favorecer a fixação do trabalhador rural no campo, incentivar a produção agrícola familiar e sua inserção nos circuitos de comercialização e o turismo rural, especialmente o turismo de base comunitária.

Em relação ao Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) da Baixada Santista regulamentado pelo Decreto Estadual nº 58.996, de 25 de março de 2013, a área encontra-se no setor Z3T - zona que apresenta áreas contínuas com atividade agropecuárias e assentamentos rurais, cujos ecossistemas primitivos foram alterados em até 50%; áreas com declividade média inferior a 30%, cobertas com vegetação secundária em estágio inicial ou médio de regeneração, observadas as restrições previstas pelo Decreto Federal nº 750/93; solos com aptidão ao uso agropecuário e onde a ocupação deve se guiar pelas diretrizes de manter a ocupação com uso rural diversificado, através de práticas que garantam a conservação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas; II - aumentar a produtividade agrícola nas áreas já cultivadas e cujos solos sejam aptos a esta finalidade, evitando novos desmatamentos; III - minimizar a utilização de agrotóxicos; IV - promover, por meio do órgão competente, a regularização fundiária em áreas julgadas devolutas; V - promover, prioritariamente, a inclusão de áreas com vegetação nativa em estágio avançado de regeneração como reserva legal de que trata o Código Florestal, respeitando-se o limite mínimo de 20% da área da propriedade. O zoneamento descreve a zona terrestre 3 como aquelas que apresentem os ecossistemas primitivos parcialmente modificados, com dificuldades de regeneração natural pela exploração ou supressão, ou substituição de alguns de seus componentes pela ocorrência em áreas de assentamentos humanos com maior integração entre si. Os usos incentivados para a zona, segundo o ZEE-BS, são usos agropecuários, compreendendo unidades integradas de beneficiamento, processamento ou comercialização dos produtos agroflorestais e pesqueiros; ocupação humana com características rurais; e silvicultura, além de usos de menor intervenção que os listados. E as metas a serem perseguidas são a manutenção das principais funções do ecossistema; saneamento e drenagem simplificados; reciclagem de resíduos; educação ambiental; recuperação induzida para controle da erosão; manejo integrado de bacias hidrográficas; e zoneamento urbano, turístico e pesqueiro.

A segunda área indicada pelo município localiza-se na região administrativa de Cibratel na rua Euclides da Silva, s/n, bairro Chácara Cibratel. A região administrativa Cibratel compreende a área entre a Rodovia Pe. Manoel da Nóbrega e R. 35, divisa dos loteamentos Parque Evelyn e Jardim Anchieta com áreas da PMI, Cibratel, Global e C. Barros, e R. 1 e trecho da R. 6, desde a divisa da área.

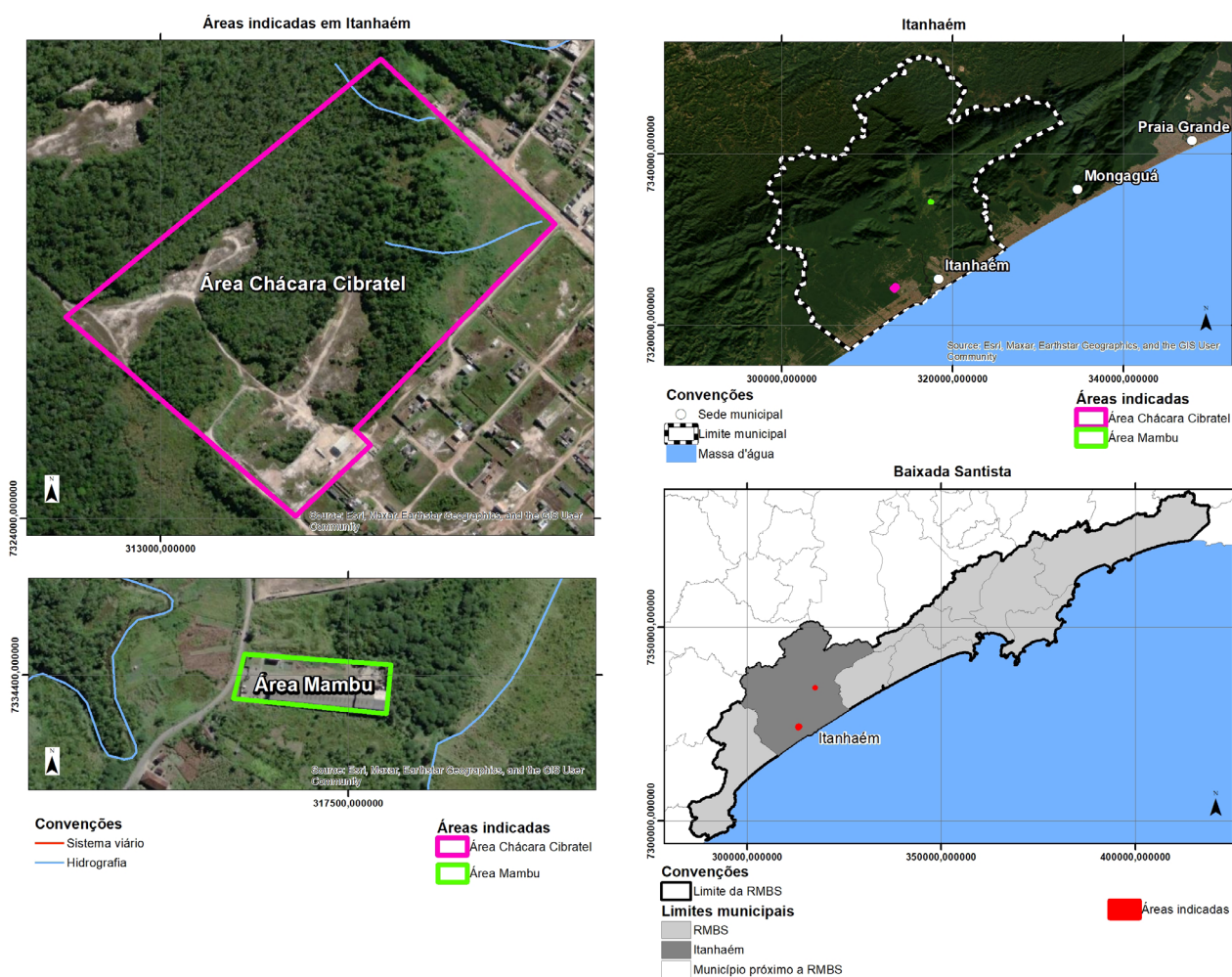
Atualmente, o local indicado pela prefeitura está em uso como área de Tránsito e Triagem de Resíduos da Construção Civil, Resíduos Verdes e Volumosos da coleta pública municipal. Pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado, Lei Complementar nº 168, de 30 de novembro de 2015, a área está inserida no perímetro da Macrozona Urbana em área classificada como Zona Urbana de Ocupação Prioritária (OP), por apresentarem porções do seu território com pouca fragilidade ambiental e onde está a grande maioria das edificações existentes e embora apresentem boas condições de infraestrutura, sistema viário estruturado, transporte coletivo e equipamentos públicos capazes de absorver maior adensamento e atividades econômicas, ainda possuem vazios urbanos. A zona onde localiza-se o terreno indicado está caracterizada pelo uso e ocupação como Z.2 - uso predominantemente residencial, de densidade demográfica média. Segundo a lei de uso e ocupação do solo do município, as categorias de usos são permitidas em conformidade na Z.2 apenas o uso residencial R.1 (unifamiliar). Os usos comerciais C.1 (âmbito local) e C.2 (diversificados); as de serviços S.1 (âmbito local), S.2 (diversificados), e S.3 (especiais); o uso industrial I.1; e os usos institucionais E.1 (âmbito local), E.2 (diversificadas), E.3 (especiais) e E.4 (usos especiais) também são autorizados, contudo, estão sujeitos a controles especiais mediante estudo de cada caso pela Comissão Municipal de Planejamento e pelo Executivo Municipal.

Em relação ao Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) da Baixada Santista regulamentado pelo Decre-

to Estadual nº 58.996, de 25 de março de 2013, a área encontra-se classificada como Z5T - zona que apresenta a maior parte dos componentes dos ecossistemas primitivos, degradada ou suprimida, com organização funcional eliminada e onde a ocupação deve se guiar pelas diretrizes de promoção da arborização urbana; otimização da ocupação dos empreendimentos já aprovados; estímulo à ocupação dos vazios urbanos garantindo a qualidade ambiental; promoção da implantação de empreendimentos habitacionais de interesse social; otimização da infraestrutura urbana existente; incentivo à utilização de instalações ociosas; e conservação e recuperação das áreas verdes, incluídas as áreas de preservação permanente e as áreas verdes de uso público.

A **Figura 25** abaixo destaca a localização das áreas indicadas no município de Itanhaém e na região metropolitana da baixada santista.

Figura 25 – Localização das áreas indicada por Itanhaém



Fonte: Elaborado pelos autores.

6.3.4. Áreas indicadas pelo município de São Vicente

O município de São Vicente indicou quatro glebas localizadas próximas umas das outras na porção norte da área urbana continental do município, próximo a sua divisa com o município de Cubatão. São elas: Sítio Barreirinhos, Sítio Ermida, Sítio Quituê e Sítio Sapituba. As quatro áreas indicadas são alvos de estudos iniciados pela Secretaria de Meio Ambiente - Semam por meio do processo administrativo P.A 13552-2021-9 e está inclusa em relatório da Secretaria de Desenvolvimento Urbano – Sedurb com indicação do zoneamento e a caracterização do tipo de empreendimento.

Como estratégia do ordenamento territorial e da estrutura urbana, o território do Município de São Vicente está dividido em: I - macroáreas; II - macrozonas; III - bairros; IV - zonas de uso e de ocupação do solo; V - zonas áreas especiais.

As macroáreas são estabelecidas de acordo com as características ambientais e geológicas, em relação a sua aptidão para urbanização. As Macrozonas, de acordo com suas características urbanas, ambientais, sociais e econômicas diferenciadas em relação à política de desenvolvimento urbano. As zonas e áreas especiais correspondem a porções do território nas quais incidem parâmetros próprios de parcelamento, uso e ocupação do solo de acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbano PDDEU do Município de São Vicente.

Parte do território do Sítio Barreirinhos está inserido na Zona de Urbanização Incentivada Futura (ZUIF), integrante dos Territórios de Desenvolvimento Urbano de Uso Incentivado, e parte na Zona Especial de Proteção Ambiental (ZEPAM), integrante dos Territórios de desenvolvimento sustentável. A gleba faz divisa com a rodovia Padre Manoel da Nóbrega classificada como via arterial. A via estabelece o limite oeste da gleba.

O Sítio Ermida tem parte do seu território inserido na Zona de Qualificação Urbana (ZU), integrante dos Territórios de Desenvolvimento Urbano de Uso Misto Qualificado e parte na Zona Especial de Proteção Ambiental (ZEPAM). Assim como o Sítio Sapituba também parcialmente inserido nas zonas ZU e ZEPAM. Estas duas glebas são cortadas diagonalmente no sentido norte sul pela avenida Vereadora Angelina Pretti da Silva classificada em lei como via arterial.

Já o Sítio Quituê tem parte do seu território inserido nas zonas ZU, na Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável (ZPDS) e na ZEPAM. A ZU integrante dos Territórios de Desenvolvimento Urbano de Uso Misto Qualificado, a ZPDS e a ZEPAM integrantes dos Territórios de Desenvolvimento Sustentável. A gleba faz divisa com a rodovia Padre Manoel da Nóbrega classificada como via arterial. A via estabelece o limite oeste da gleba.

Pela Lei de Uso e Ocupação do solo do município de São Vicente, Territórios de Desenvolvimento Urbano de Uso Incentivado são áreas com densidades demográfica e construtiva altas, em que se objetiva a promoção do adensamento construtivo, populacional, atividades econômicas e serviços públicos, a diversificação de atividades e a qualificação paisagística dos espaços públicos de forma a adequar o uso do solo à oferta de transporte público coletivo. A ZUIF compõe estes territórios e são zona de grande diversidade de padrões de uso e ocupação do solo, desigualdade socioespacial, padrões diferenciados de urbanização e é a área do Município mais propícia para abrigar os futuros usos e atividades urbanos e com a perspectiva de ampliação da infraestrutura de transporte público coletivo.

Territórios de desenvolvimento urbano de uso misto qualificado: são áreas com densidades demográfica e construtiva médias, em que se objetiva a manutenção de usos não residenciais existentes, o fomento às atividades produtivas, a diversificação de usos ou o adensamento populacional moderado, a depender das diferentes localidades que constituem estes territórios. A ZU integra estes territórios por ser uma zona que,

por suas características específicas, necessitam de disciplina especial de parcelamento, uso e ocupação do solo. São porções do território, públicas ou privadas, sem destinação específica, com incentivos fiscais e normas próprias de parcelamento, uso e ocupação do solo capazes de criar condições para o desenvolvimento social, econômico e ambiental de forma estratégica, onde se pretende a requalificação do espaço urbano incorporando o desenho urbano ao processo de planejamento vinculados à apresentação de licenciamento ambiental e de laudo de impacto de vizinhança, para mitigação de danos urbanísticos.

Territórios de desenvolvimento sustentável são áreas com densidades demográfica e construtiva baixas, em que se objetiva a preservação ambiental e de bairros consolidados de baixa e média densidades, de conjuntos urbanos específicos e territórios destinados à promoção de atividades econômicas sustentáveis conjugadas com a preservação ambiental, cultural e turística. As ZPDS e ZEPAM integram estes territórios. Sendo a ZPDS a zona destinada à implantação de atividades econômicas compatíveis com a manutenção e recuperação dos serviços ambientais por elas prestados, em especial os relacionados às cadeias produtivas da agricultura, da extração mineral e do turismo.

Na Zona de Urbanização Incentivada Futura ZUIF ficam definidos os seguintes coeficientes de aproveitamento: Coeficiente de aproveitamento mínimo de 0,4 (quatro décimos) vezes a área do lote; Coeficiente de aproveitamento básico de 5 (cinco) vezes a área do lote; e Coeficiente de aproveitamento máximo de 7 (sete) vezes a área do lote. Na Zona de Urbanização Incentivada Futura ZUIF, respeitando-se os recuos definidos nesta lei complementar, ficam estabelecidas as seguintes taxas de ocupação máxima: 80% (oitenta por cento) até 04 (quatro) pavimentos; 50% (cinquenta por cento) acima de 04 (quatro) pavimentos. Na Zona de Urbanização Incentivada Futura ZUIF, para o cálculo de Outorga Onerosa do Direito de Construir OODC, conforme a fórmula definida na Lei Complementar nº 987, o fator de planejamento F_p , é de 0,15 (quinzedécimos).

Na Zona de Qualificação Urbana ZU ficam definidos os seguintes coeficientes de aproveitamento: Coeficiente de aproveitamento mínimo de 0,4 (quatro décimos) vezes a área do lote; Coeficiente de aproveitamento básico de 5 (cinco) vezes a área do lote; e Coeficiente de aproveitamento máximo de 8 (oito) vezes a área do lote. Na ZU, respeitando-se os recuos definidos na citada lei complementar, ficam estabelecidas as seguintes taxas de ocupação máxima: 60% (sessenta por cento) até 04 (quatro) pavimentos; 50% (cinquenta por cento) acima de 04 (quatro) pavimentos. Art. 117 Na ZU, para o cálculo de Outorga Onerosa do Direito de Construir OODC, conforme a fórmula definida nesta Lei Complementar, o fator de planejamento F_p , é de 0,40 (quatro décimos). Nas ZU, delimitadas no Anexo III Planta de Zoneamento Urbanístico, fica condicionado o direito de preempção ao Poder Público Municipal, quando da aquisição de imóvel urbano, objeto de alienação onerosa entre particulares, conforme disposto na Lei Complementar nº 917, de 14 de dezembro de 2018. Nas ZU ficam estabelecidos os mesmos perímetros para a do art. 60, art. 95, art. 96, art. 97 e art. 98, desta mesma Lei Complementar nº 917.

Na Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável ZPDS ficam definidos os seguintes coeficientes de aproveitamento: Coeficiente de aproveitamento mínimo de 0,1 (zero) vezes a área do lote; Coeficiente de aproveitamento básico de 0,1 (dois décimos) vezes a área do lote; e Coeficiente de aproveitamento máximo de 0,4 (dois décimos) vezes a área do lote. Na ZPDS, respeitando-se os recuos definidos nesta lei complementar, ficam estabelecidas as seguintes taxas de ocupação máxima: 10% (dez por cento) até 04 (quatro) pavimentos. Na ZPDS, para o cálculo de Outorga Onerosa do Direito de Construir OODC, conforme a fórmula definida na Lei Complementar em análise, o fator de planejamento F_p , é de 0,50 (cinco décimos). Na ZPDS, ficam proibidas as atividades residenciais, exceto na Macrozona Continental 16 (dezesseis) MCZ16. E a ZEPAM a zona atribuída por remanescentes da Mata Atlântica e outras formações de vegetação nativa, arborização de relevância ambiental, vegetação significativa, alto índice de permeabilidade e existência de nascentes, incluindo os parques urbanos existentes e planejados e os parques naturais planejados, que prestam relevantes

serviços ambientais, entre os quais se incluem a conservação da biodiversidade, o controle de processos erosivos e de inundação, a produção de água e a regulação microclimática, destinada à preservação e proteção do patrimônio ambiental.

Na Zona Especial de Proteção Ambiental ZEPAM ficam definidos os seguintes coeficientes de aproveitamento: Coeficiente de aproveitamento mínimo de 0,0 (zero) vezes a área do lote; Coeficiente de aproveitamento básico de 0,2 (dois décimos) vezes a área do lote; e Coeficiente de aproveitamento máximo de 0,2 (dois décimos) vezes a área do lote. Na ZEPAM, respeitando-se os recuos definidos nesta lei complementar, ficam estabelecida a taxa de ocupação máxima de 20% (vinte por cento) até 02 (dois) pavimentos. Na Zona Especial de Proteção Ambiental ZEPAM, para o cálculo de Outorga Onerosa do Direito de Construir OODC, conforme a fórmula definida nesta Lei Complementar, o fator de planejamento F_p , é de 0,0 (zero). A ocupação das áreas com declividade a partir de 20° (vinte graus) fica condicionada aos seguintes critérios: As áreas ou terrenos com declividade entre 20° (vinte graus) e 40° (quarenta graus) necessitarão de laudos geológicos/geotécnicos que garantam a estabilidade da ocupação e as áreas com declividade maior de 40° (quarenta graus), caracterizadas predominantemente por exposições rochosas ou pequenas espessuras de solo suscetíveis a escorregamentos naturais, não são passíveis de ocupação.

A ZUIF e a ZU constituem-se em zonas permissivas para todos as classes de usos residenciais, comerciais, retroportuário, não permitindo apenas os usos industriais I-4, I-5 e I-6 descritos abaixo.

Os usos industriais I-4 e I-5 e I-6 estão descritos na legislação da seguinte forma: I-4: Indústrias com risco ambiental moderado por apresentarem elevado grau de incomodidade em função do grande porte além de pessoal e tráfego intensos; médio ou alto grau de nocividade em função da exalação de odores e material particulado, vibrações e ruídos fora dos limites da indústria; baixo grau de periculosidade por produzirem efeitos minimizáveis pela aplicação de métodos adequados ao controle e tratamento de efluentes, a exemplo de moagem de trigo e fabricação de seus derivados, fabricação de tecidos e artigos de malha, a exemplo de: a) fabricação de produtos têxteis: estabelecimentos destinados ao beneficiamento e tecelagem de fibras têxteis, estamparia e texturização, alveamento e tingimento de tecidos; b) fabricação de artigos de borracha: estabelecimentos destinados à fabricação de fios de borracha, espuma de borracha, que não utilizem processos de regeneração de borracha, serrarias com desdobramento de madeira, fabricação de equipamentos e aparelhos elétricos, metalurgia do alumínio e suas ligas; c) fabricação de papel e produtos de papel: indústrias destinadas à fabricação de papel, papelão, cartolina e cartão; d) edição, impressão e reprodução de gravações: indústrias potencialmente incômodas pela emissão de odores, ruídos e vibração, podendo tornar-se insalubres e com periculosidade pelo uso de solventes em operações de impressão, pela emissão de poluentes atmosféricos e manipulação de substâncias inflamáveis; e) fabricação de produtos de minerais não metálicos: estabelecimentos destinados à fabricação de vidro, artigos de vidro, artefatos de concreto, cimento e estuque; I-5: Indústrias com risco ambiental alto por apresentarem grau médio de periculosidade por provocarem grandes efeitos não minimizáveis, mesmo após a aplicação de métodos adequados de controle e tratamento de efluentes, a exemplo de: a) metalurgia básica: estabelecimentos destinados à produção de laminados de aço, metalurgia de diversos metais, fundição; b) fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos: estabelecimentos que utilizem processos de forja, galvanoplastia, usinagem, solda, têmpera, cementação e tratamento térmico de materiais, fabricação de aditivos de uso industrial; c) fabricação de produtos químicos: indústrias destinadas à fabricação de produtos químicos, que envolvam processos e operações com potencial de insalubridade, periculosidade e incomodidade, passíveis de tratamento, fabricação de catalisadores; d) fabricação de máquinas e equipamentos: estabelecimentos destinados à fabricação de motores, bombas, tratores, armas, potencialmente poluidores das águas, do ar e do solo; e) fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos: estabelecimentos destinados à fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos, fios e

cabos; f) fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias: indústrias potencialmente incômodas pela natureza da atividade e porte do empreendimento, que exigem soluções tecnológicas e condições de instalação adequadas; g) fabricação de outros equipamentos de transporte: indústrias potencialmente incômodas pela natureza da atividade e porte do empreendimento, que exigem soluções tecnológicas e condições de instalação adequadas; h) indústria extrativista; i) unidades de incineração de resíduos, de baixa periculosidade; e l-6: Indústrias e pólos petroquímicos, carboquímicos e cloroquímicos, usinas nucleares, as usinas termelétricas e unidades de incineração de resíduos de alta periculosidade e outras fontes não industriais de grande impacto ou de extrema periculosidade. Os empreendimentos enquadrados em usos Industriais, ficam condicionados à manifestação dos órgãos municipais competentes do Município, quanto à mitigação de incomodidades, periculosidades, nocividades, riscos ambientais e impactos urbanísticos quando classificadas como I3, I4 e I5. Estão proibidas as instalações ou funcionamento no território municipal de São Vicente de indústrias que exerçam atividades previstas no inc. VI deste artigo em conformidade com o disposto na Lei Estadual n.º 5.597, de 6 de fevereiro de 1987. A circulação de veículos de carga em transporte de produtos perigosos na área do Município fica condicionada ao licenciamento prévio pelos órgãos municipais competentes. Serão enquadrados na subcategoria de uso I-4 os estabelecimentos industriais que realizem processo de fundição e corte de metais, ferrosos ou não ferrosos, assim como laminação, trefilação ou extrusão de metais, sinterização, estamparia de corte, limpeza de peças por jateamento, aglutinação e folheamento de fibras, pintura ou envernizamento a revólver, em processo industrial.

A Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável e a Zona Especial de Preservação Ambiental são zonas restritivas para os usos residenciais, comerciais, retroportuários e industriais. Sendo permitidos apenas para Zona de Preservação e Desenvolvimento Sustentável os usos CS-1, I-1 e I-2. Descritos na legislação da seguinte forma: CS1: comércio ou prestação de serviços caracterizados por atividades de influência local com dimensão superior a 200 (duzentos) até 500m² (quinhentos metros quadrados) de área construída ou lotação de até 100 (cem) lugares, compatível com a vizinhança residencial no que diz respeito às características de acessos, de tráfego e aos níveis de ruído, vibrações e poluição, e se localizados em empreendimentos mistos, devem dispor de acessos independentes, desde que utilizem apenas o térreo, o embasamento ou blocos distintos, admitindo-se as seguintes atividades: a) serviços profissionais estabelecimentos destinados à prestação de serviços de profissionais liberais, técnicos ou universitários ou de apoio ao uso residencial a exemplo de: escritórios de advocacia, arquitetura, engenharia, publicidade, contabilidade e similares; imobiliárias, corretoras e seguradoras, agências de viagens; editoras de livros, jornais e revistas sem impressão; locadoras de vídeo, jogos e objetos pessoais; lanhouses; produtoras cinematográficas de rádio e TV; b) serviços de saúde estabelecimentos de pequeno porte destinados à saúde pessoal, sem unidade de pronto atendimento médico a exemplo de: consultórios e clínicas médicas, odontológicas e veterinárias; laboratórios clínicos e de imagem; estúdios de pilates, ioga, fisioterapia e atividades físicas, que não sejam noturnas após às 22 h; c) serviços técnicos, a exemplo de: oficinas técnicas de eletrônicos e eletrodomésticos, empresas de vigilância por monitoramento eletrônico; d) serviços de reparo e manutenção estabelecimentos destinados à prestação de serviços técnicos de reparo ou de apoio ao uso residencial a exemplo de: chaveiros, sapateiros, tapeceiros, eletricitas e encanadores, lavanderias, tinturarias, conserto de bicicletas; e) serviços pessoais, estabelecimentos destinados ao atendimento pessoal estético a exemplo de: cabeleireiros, spas, centros estéticos e pet shops sem alojamento para animais; f) serviços de estacionamento e estabelecimentos destinados a guarda de bicicletas, motocicletas ou automóveis, vedados os serviços de lavagem, com até 40 (quarenta) vagas de automóvel; g) serviços de armazenamento e guarda de bens móveis de pequeno porte espaços ou estabelecimentos destinados à guarda de mercadorias em geral, máquinas, equipamentos e móveis; h) comércio de

produtos alimentícios, a exemplo de: minimercados, empórios, mercearias, laticínios, rotisserias, hortifruti-granjeiros, panificadoras, confeitarias, bombonieres, açougues, peixarias, adegas, sorveterias e cafeterias, vedada a reprodução de música ao vivo ou mecânica; i) comércio de abastecimento de âmbito local estabelecimentos de venda direta ao consumidor de produtos relacionados ou não ao uso residencial a exemplo de: artigos e acessórios de vestuário; artigos esportivos, produtos farmacêuticos, de perfumaria e cosméticos; produtos médicos, hospitalares, odontológicos, óticos e ortopédicos; produtos de informática e escritório; papelarias, floriculturas, armarinhos e lojas de variedades e conveniência; j) serviços educacionais estabelecimentos destinados ao ensino pré-escolar ou à prestação de serviços de apoio aos estabelecimentos de ensino seriado e não seriado a exemplo de: berçários, creches, escolas de ensino infantil e educação especial; cursos livres, escolas de artesanato, escolas de idiomas e informática; cursos preparatórios para vestibular e bibliotecas; k) serviços assistenciais estabelecimentos de hospedagem ou moradia a exemplo de: casas de repouso; clínicas e residências geriátricas; l) serviços turísticos estabelecimentos de hospedagem; m) atividades associativas local de reunião de associações comunitárias, culturais e esportivas de caráter local a exemplo de: entidades de classe, associações beneficentes, comunitárias e de vizinhança, organizações sindicais ou políticas, vedadas em suas dependências a realização de festas, bailes e similares; e n) atividades religiosas local de culto localizado na zona urbana ou rural, vedada a reprodução de música ao vivo ou mecânica. I-1: Indústrias potencialmente sem risco ambiental, e que não apresentem grau de incomodidade, com efeitos inócuos, independentemente do tipo de atividade, estabelecimentos industriais onde não seja processada qualquer operação de fabricação, mas apenas de montagem, como confecções de vestuário, fabricação de artefatos de joalheria e ourivesaria, confecções que não utilizem processos de tingimento de fibras ou tecidos, compatíveis com a vizinhança residencial; e I-2: Indústrias potencialmente sem risco ambiental que obedecem padrões de baixo grau de incomodidade, com efeitos inócuos, compatíveis com outros usos urbanos, a exemplo de: a) fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática: indústrias cuja incomodidade esteja vinculada aos processos de montagem, não sendo processada qualquer operação de transformação de materiais; b) fabricação de equipamentos de comunicações: indústrias cuja incomodidade esteja vinculada aos processos de montagem, não sendo processada qualquer operação de transformação de materiais; c) fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios: indústrias cuja incomodidade esteja vinculada aos processos de montagem, não sendo processada qualquer operação de transformação de materiais; d) beneficiamento e aparelhamento de bens minerais não metálicos; e) fabricação de produtos alimentícios e bebidas artesanais: estabelecimentos destinados à preparação de alimentos, conservas, produtos de cereais, bebidas, dentre outros; f) fabricação de produtos de fumo.

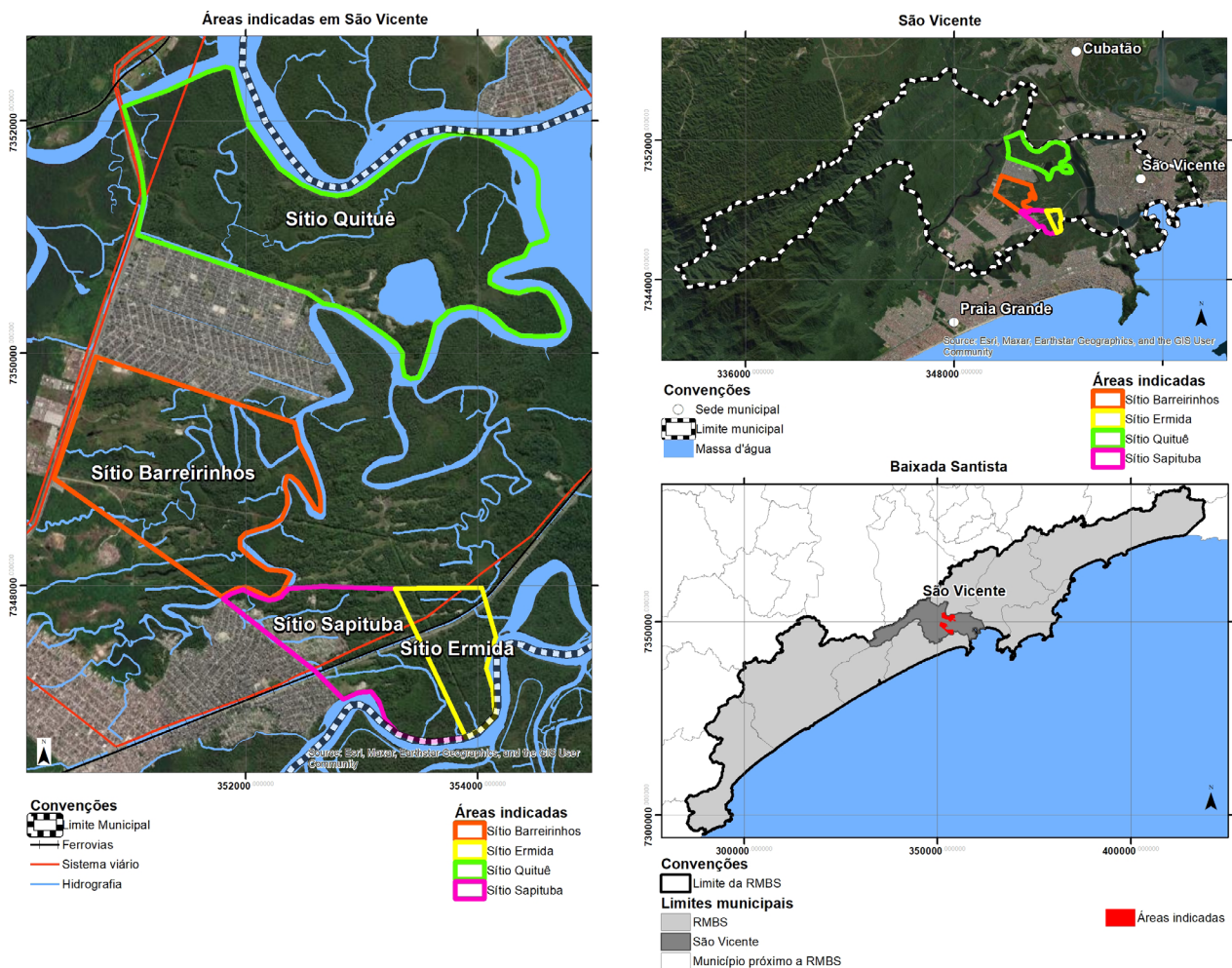
Quanto aos usos especiais, qual se enquadraria uma Unidade Microrregional de Processamento de Resíduos, estes são permitidos nas ZUIF, ZU e ZPDS. A exceção acontece para a ZEPAM quando para os usos descritos no inciso b) do Art. 30 da Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo: serviços de resíduo sólidos: unidades de gestão integrada de resíduos sólidos, tais como depósito ou transbordo de materiais para reciclagem, usina ou estação de transbordo de inertes, aterros de resíduos sólidos não inertes, aterros de resíduos inertes - classe III - com área total superior a 1ha (um hectare) ou volume total a ser disposto superior a 20.000m³ (vinte mil metros cúbicos), usina de tratamento de resíduos não inertes, depósito ou transbordo de resíduos sólidos não inertes, central de processamento de coleta seletiva, ecoparque, tratamento mecânico biológico e ecoponto.

O uso e a ocupação do solo ficam condicionados à zona e área especial em que o imóvel se situa e à classificação da via em que o imóvel se situa. Assim todas as quatro áreas, Sítio Barreirinhos, Sítio Ermida, Sítio Quituê e Sítio Sapituba apresentadas pelo município de São Vicente, tem parte dos seus territórios com restri-

ções de ocupação para a implantação de uma Unidade Microrregional de Processamento de Resíduos, com destaque para o Sítio Quituê situado praticamente integralmente em ZEPAM.

A **Figura 26** a seguir destaca a localização das áreas indicadas no município de São Vicente e na região metropolitana da baixada santista.

Figura 26 – Localização das áreas indicadas por São Vicente



Fonte: Elaborado pelos autores.



07

**Considerações
finais**

7. Considerações finais

O desenvolvimento e implementação de políticas públicas voltadas para a gestão de resíduos sólidos são fundamentais diante dos desafios enfrentados pelos municípios brasileiros. A promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos em 2010 e seus instrumentos evidenciam o compromisso com a busca por soluções ambientalmente adequadas.

A Baixada Santista, primeira região metropolitana instituída no Brasil, enfrenta desafios específicos relacionados à gestão de resíduos sólidos urbanos. Com a crescente dificuldade na expansão de áreas para aterros sanitários e o cumprimento de legislações cada vez mais restritivas, o PRGIRS/BS, elaborado em 2018, propôs diretrizes, estratégias e ações para aprimorar a gestão de resíduos na região. Destacando princípios como a redução de resíduos, a universalização dos serviços de coleta, a adoção de tecnologias viáveis e a integração dos sistemas de gerenciamento, o plano delineou um caminho para a gestão ambientalmente adequada dos resíduos.

A atenção aos resíduos sólidos urbanos, enfatizando domiciliares, comerciais, empresariais, limpeza urbana, lixo no mar e logística reversa, reflete a responsabilidade municipal. Apesar da logística reversa não ser diretamente responsabilidade das municipalidades, ela exige apoio para redução, recuperação e reciclagem. Considera-se, ainda, a educação ambiental, com ações para mobilização social e comunicação em resíduos sólidos, incluindo o crucial tema do Lixo no Mar na Região. O documento abrange a evolução do plano desde 2016, identifica desafios e propõe soluções tangíveis, evidenciando uma abordagem holística. Destaca-se o diagnóstico até 2020, com análise crítica da evolução apesar da pandemia, das ações implementadas a nível municipal e regional, bem como as estratégias e ações propostas no PRGIRS/BS.

Com a intenção de apoiar e orientar os municípios no constante aprimoramento da gestão de resíduos na Baixada Santista, foram estruturadas alguns instrumentos para implantar as estratégias e ações propostas no Plano, tais como o “Guia: Estruturação de Sistemas de Recuperação de Resíduos Recicláveis Secos”, “Guia: Implantação de Centrais de Compostagem para Tratamento de Resíduos Orgânicos” e “Guia: Estruturação de Sistemas de Logística Reversa no Contexto dos Municípios”, além do Modelo Conceitual Tecnológico do Sistema de Processamento de Resíduos Sólidos da Baixada Santista.

Salienta-se que este documento não substitui o PRGIRS/BS de 2018, mas visa orientar e apoiar na consecução dos objetivos propostos. A continuidade do projeto reflete o compromisso da região em aprimorar constantemente a gestão dos resíduos sólidos, considerando a importância ambiental, econômica e social dessa iniciativa.

The background of the slide features a stack of books, with the top book's spine and pages visible. The entire image is overlaid with a semi-transparent green filter, creating a monochromatic aesthetic. The lighting is soft, highlighting the texture of the paper and the binding of the books.

08

Referências

8. Referências

- BERTIOGA (Cidade). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Bertioiga: PMB, 2016.
- BRASIL. Decreto nº 10.936 de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 jan. 2022. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=10936&ano=2022&data=12/01/2022&ato=2f2UTRE1kMZpWTb9a>. Acesso em: 30 maio 2023.
- BRASIL. Decreto nº 10.936 de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 jan. 2022. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=10936&ano=2022&data=12/01/2022&ato=2f2UTRE1kMZpWTb9a>. Acesso em: 30 maio 2023.
- BRASIL. Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a política nacional de resíduos sólidos, cria o comitê interministerial da política nacional de resíduos sólidos e o comitê orientador para a implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 2010b. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=7404&ano=2010&ato=5cdITW65EMVpWT85f>. Acesso em: 30 maio 2023.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 ago. 2010a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 30 maio 2023.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. **Oficial da União**, Brasília, 16 jul. 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#:~:text=%E2%80%9CDisp%C3%B5e%20sobre%20o%20Quadro%20de,%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAsncias.%E2%80%9D&text=VII%20%2D%20outras%20a%C3%A7%C3%B5es%20e%20atividades,%20e%20a%201%20C2%BA%20\(Revogado\)](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#:~:text=%E2%80%9CDisp%C3%B5e%20sobre%20o%20Quadro%20de,%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAsncias.%E2%80%9D&text=VII%20%2D%20outras%20a%C3%A7%C3%B5es%20e%20atividades,%20e%20a%201%20C2%BA%20(Revogado)). Acesso em: 30 maio 2023.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2022. 209 p. Disponível em: https://www.gov.br/mma/ptbr/assuntos/agendaambientalurbana/lixo-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf. Acesso em: 02 nov. 2022.
- BRASIL. Senado Federal. Projeto de Lei de 2019 de Veneziano Vital Do Rêgo. **Dispõe sobre penalidade a quem lança nas águas lixo plástico de embarcações**. 2019. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7926408&disposition=inline>. Acesso em: 1 nov. 2023.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Parecer nº 017/16/IPSR/CTF**. São Paulo: Cetesb, 2016.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Nova metodologia de projeção da população flutuante**. São Paulo: SABESP, FUNDAÇÃO SEADE, 2009.
- CUBATÃO (Cidade). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Cubatão: PMC, 2012.
- DATAGEO. **Infraestrutura de dados espaciais ambientais do Estado de São Paulo - iDEA-SP - Base**

Territorial Ambiental Unificada. Disponível em: <http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: 10 abr. 2021.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Concremat Engenharia e Tecnologia S/A. **Plano Regional Integrado de Saneamento Básico para a UGHRI 7.** São Paulo: DAEE/ Concremat, 2010.

FORTI, V. et al. **The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential.** Bonn, Geneva, Rotterdam: United Nations University/United Nations Institute for Training and Research, International Telecommunication Union, and International Solid Waste Association, 2020.

FUNDAÇÃO PARA O INCREMENTO DA PESQUISA E O APERFEIÇOAMENTO INDUSTRIAL. Fundo Estadual de Recursos Hídricos. **Plano de Bacia Hidrográfica 2016-2027 do Comitê da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista.** São Paulo: FIPAI/ FEHIDRO, 2016.

FUNDAÇÃO SEADE. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Projeções para o estado de São Paulo: população e domicílios até 2025.** São Paulo: SEADE, 2014

FUNDAÇÃO SEADE. **Dados sobre População, por sexo e situação do domicílio.** São Paulo: SEADE, 2017a. Disponível em: https://repositorio.seade.gov.br/dataset/informacoes-municipais/resource/b915ea50-8eee-4876-9d14-801fe26c16c6?inner_span=True. Acesso em: 25 set. 2022.

FUNDAÇÃO SEADE. **Dados sobre Produto Interno Bruto e Produto Interno Bruto per Capita.** São Paulo: SEADE, 2017b. Disponível em: <https://repositorio.seade.gov.br/dataset/informacoes-municipais/resource/0a56d924-9285-4886-b145-18dfe7cee9fb>. Acesso em: 25 set. 2022.

FUNDAÇÃO SEADE. **Dados sobre Valor Adicionado, por Setores de Atividade Econômica e Impostos sobre Produtos Líquidos de Subsídios.** São Paulo: SEADE, 2017c. Disponível em: https://repositorio.seade.gov.br/dataset/informacoes-municipais/resource/6f8b76f0-58a6-4a42-ad84-1cc6a869ba3e?inner_span=True. Acesso em: 25 set. 2022.

FUNDAÇÃO SEADE. **Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS).** São Paulo: SEADE, 2018.

FUNDAÇÃO SEADE. **Seade Municípios.** São Paulo: Sistema Estadual de Análises de Dados, 2022. Disponível em: <https://municipios.seade.gov.br/>. Acesso em: 07 ago. 2022.

GUARUJÁ (Cidade). **Plano Municipal de Gestão Integrada De Resíduos Sólidos do Município de Guarujá.** 2016. Disponível em <https://smastr16.blob.core.windows.net/cpla/2017/05/guaruja.pdf>. Acesso em: 09 maio 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS. **Indústria brasileira de embalagens plásticas flexíveis fecha 2020 com alta no faturamento, na produção e no consumo per capita.** ABIEF, 2021. Disponível em: <https://www.abre.org.br/inovacao/industria-brasileira-de-embalagens-plasticas-flexiveis-fecha-2020-com-alta-no-faturamento-na-producao-e-no-consumo-per-capita/>. Acesso em: 26 mar. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Agência Metropolitana da Baixada Santista. **Plano Regional de gestão integrada de resíduos sólidos da Baixada Santista, PRGIRS/BS.** São Paulo: IPT; Santos: AGEM, 2018.

ITANHAÉM (Cidade). **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Itanhaém/SP – Versão preliminar.** Itanhaém: PMI, 2014.

LEV-TOV, D. **O fim do canudinho de plástico.** National Geographic, 2018. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/planeta-ou-plastico/2018/07/fim-canudinho-plastico-canudo-poluicao-oceano>. Acesso em: 1 nov. 2023.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2015.** Brasília: SNIS, 2015.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2016.** Brasília: SNIS, 2016.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações

sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2017**. Brasília: SNIS, 2017.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2018**. Brasília: SNIS, 2018.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2019**. Brasília: SNIS, 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2020**. Brasília: SNIS, 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação – apoiando a implementação da política nacional de resíduos sólidos: do nacional ao local**. Brasília: MMA, 2012. 157 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/manual_de_residuos_solidos3003_182.pdf. Acesso em: 30 maio 2023.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Guia para elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA/SRHU, 2011. 289 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/guia_elaborao_plano_de_gesto_de_resduos_rev_29nov11_125.pdf. Acesso em: 30 maio 2023.

MONGAGUÁ (Cidade). **Plano de Gestão integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS**. 2. ed. Mongaguá: PMM, 2028. 144 p.

PERUÍBE (Cidade). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Peruíbe: PMEBP, 2015.

PRAIA GRANDE (Cidade). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Praia Grande – PGIRS**. Praia Grande: PMPG, 2014.

PRAIA GRANDE (Cidade). **Lei Complementar nº 866, de 16 de dezembro de 2020**. Disciplina o gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos no município de praia grande, e dá outras providências. Disponível em: https://www.praia grande.sp.gov.br/Administracao/lei_decreto.asp?cd_pagina=207. Acesso em: 22 ago. 2022.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Brasília: PNUD, IPEA, FJP, 2013. 96 p. (Série Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013).

PWC. **Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana. PwC, Selurb**, 2020. 174 p. Disponível em: <https://selur.org.br/wp-content/uploads/2021/05/ISLU-2020-a.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

SANTOS (Cidade). Lei complementar nº 1.147, de 21 de dezembro de 2021. Altera o artigo 470-a da lei nº 3.531, de 16 de abril de 1968, que institui o código de posturas do município de Santos. **Diário Oficial da Cidade**, Santos, 22 dez. 2021b. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/santos/lei-complementar/2021/115/1147/lei-complementar-n-1147-2021-altera-o-artigo-470-a-da-lei-n-3531-de-16-de-abril-de-1968-que-institui-o-codigo-de-posturas-do-municipio-de-santos?q=1.147%20>. Acesso em: 20 set. 2022.

SANTOS (Cidade). Lei nº 3.935, de 12 de novembro de 2021. Dispõe sobre a promoção da cultura oceânica nas instituições públicas, e dá outras providências. **Diário Oficial da Cidade**, Santos, 16 nov. 2021a. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/santos/lei-ordinaria/2021/394/3935/lei-ordinaria-n-3935-2021-dispoe-sobre-a-promocao-da-cultura-oceanica-nas-instituicoes-publicas-e-da-outras-providencias?q=3935>. Acesso em: 20 set. 2022.

SANTOS (Cidades). **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Santos**. Santos: PMS, 2012.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 54.645, de 05 de agosto de 2009. Regulamenta dispositivos da Lei nº 12.300 de 2006, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e altera o inciso I do artigo 74 do Regulamento da Lei nº 997, de 1976, aprovado pelo Decreto nº 8.468, de 1976. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, 5 ago. 2009. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2009/decreto-54645-05.08.2009.html#:~:text=Regulamenta%20dispositivos%20da%20Lei%20n,n%C2%B0%208.468%2C%20de%201976>. Acesso em: 20 set. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Lei complementar nº 815, de 30 de julho de 1996. Cria a Região Metropolitana da Baixada Santista e autoriza o Poder Executivo a instituir o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Baixada Santista, a criar entidade autárquica e a constituir o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano da Baixada Santista, e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, 2 ago. 1996. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/1996/lei.complementar-815-30.07.1996.html>. Acesso em: 20 set. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, 16 mar. 2006. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>. Acesso em: 20 set. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Plano de resíduos sólidos do estado de São Paulo**. São Paulo: SMA, 2014. 350 p.

SÃO VICENTE (Cidade). **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de São Vicente PMGIRS-SV**. Versão preliminar para consulta pública. São Vicente: PMSV, 2015.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE. **Programa Município Verdeazul 2020 Certifica 100 Cidades do Estado de São Paulo**. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/2020/12/programa-municipio-verdeazul-2020-certifica-100-municipios-do-estado-de-sao-paulo/>. Acesso em: 15 abr. 2020.

TURRA, A. et al. (org.). **Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar do Estado de São Paulo**. 1. Ed. São Paulo: PEMALM, 2021. 72 p.

Apêndice A

Estratégia 1.1: Estímulo ao consumo consciente e reaproveitamento de materiais	
Curto	Considerar os princípios das compras públicas sustentáveis nas licitações realizadas pela administração pública
Médio	Estímulo à redução da comercialização e compra de produtos com embalagens
Ação contínua	<p>Implantar nas centrais de triagem, área de conserto, manutenção, recuperação e valorização de resíduos para disponibilizar para a população, por meio de venda, troca e/ou doação;</p> <p>Implantar programa de valorização e reutilização de móveis inservíveis recolhidos pela Prefeitura;</p> <p>Firmar parcerias com entidades e instituições de assistência social, visando o aproveitamento de materiais</p>
Estratégia 1.2: Segregação dos resíduos e tratamento local dos orgânicos nas residências	
Curto	<p>Implantação da coleta seletiva de resíduos orgânicos;</p> <p>Promover a reciclagem de resíduos secos e úmidos e destinar apenas os rejeito para o aterro;</p> <p>Promover a fiscalização da devida segregação, coleta e destinação;</p> <p>Projeto e implantação de uma Unidade de Tratamento de Orgânicos para processamento da fração orgânica separada na fonte;</p> <p>Promover a implantação de pontos de coleta e tratamento de resíduos orgânicos em parques, com geração, utilização e/ou doação do composto gerado;</p> <p>Formular Programa de Gerenciamento de Resíduos Orgânicos Segregados na Fonte, considerando o acondicionamento, recolhimento e envio para tratamento.</p>
Estratégia 1.3: Segregação dos resíduos e tratamento dos orgânicos nos grandes geradores públicos e privados	
Curto	<p>Elaboração e divulgação de material de orientação sobre as responsabilidades dos atores privados quando à gestão de resíduos sujeitos a planos específicos, bem como a obrigatoriedade de adequação ao Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos e Plano/Programa Municipal de Educação Ambiental;</p> <p>Elaboração e implantação do Plano de Gerenciamento de resíduos dos órgãos e departamentos geradores de resíduos secos da municipalidade;</p> <p>Mapeamento, identificação e cadastro de grandes geradores comerciais para fins de diferenciação tarifária de coleta de resíduos;</p> <p>Implantação do programa de reaproveitamento das sobras de alimentos junto ao comércio local e feirantes;</p> <p>Promover a reciclagem de resíduos secos e úmidos e destinar apenas os rejeito para o aterro;</p> <p>Promover a fiscalização da devida segregação, coleta e destinação;</p> <p>Padronizar os recipientes para acondicionamento dos resíduos para grandes geradores (condomínios e prédios);</p> <p>Disciplinamento dos procedimentos de segregação nas feiras, varejões e entrepostos para a implantação da coleta diferenciada de resíduos orgânicos;</p> <p>Implantação de coleta de resíduos orgânicos limpos oriundos de grandes geradores (shoppings, centros comerciais, entre outros);</p> <p>Esclarecer o município e estabelecer parcerias com administradores de condomínios e prédios, promovendo treinamentos específicos de resíduos para síndicos e zeladores;</p> <p>Estabelecer parcerias com administradoras de condomínios, prédios e hotéis para a devida divulgação dessas informações nos halls dos prédios, elevadores, dentro de suítes de hotel, etc.;</p> <p>Fiscalizar as ações de gestão de resíduos do setor privado e os planos de gerenciamento de resíduos dos grandes geradores;</p> <p>Implantação de centrais de compostagem para tratamento dos resíduos gerados nas feiras livres, mercados municipais, parques e cemitérios e destinação do composto gerados para parques, jardins e canteiros e distribuição à população;</p> <p>Implantação de composteiras domésticas para tratamento dos resíduos orgânicos gerados nas escolas.</p>

Estratégia 1.4: Implantação e universalização da coleta seletiva	
Curto	Implantar cooperativas microrregionais de coleta seletiva, consorciando as cooperativas municipais de resíduos recicláveis: 1ª central consorciando as cooperativas de Perulibe, Itanhaém, Mongaguá e Praia Grande; Aumentar a abrangência de domicílios atendidos pela coleta seletiva: 100 % dos domicílios em Santos, Bertoga, São Vicente, Cubatão, Guarujá e Praia Grande; 40 % em Perulibe; Mongaguá e Itanhaém.
Médio	Consolidar a coleta seletiva de resíduos sólidos em todos os municípios da RMBS, ampliando a eficiência dos sistemas e sua capacidade de processamento: 100% de domicílios atendidos em Praia Grande, Santos, Guarujá, Bertoga e São Vicente; 40% de domicílios atendidos nos demais municípios; Implantar cooperativas microrregionais de coleta seletiva, consorciando as cooperativas municipais de resíduos recicláveis: 2ª Central consorciando as cooperativas de Bertoga e Guarujá e 3ª Central consorciando as cooperativas de Cubatão, Santos e São Vicente.
Longo	Aumentar a abrangência de domicílios atendidos pela coleta seletiva: 100 % dos domicílios pra toda a Baixada Santista. Consolidar a coleta seletiva de resíduos sólidos em todos os municípios da RMBS, ampliando a eficiência dos sistemas e sua capacidade de processamento: 100% de domicílios atendidos na Baixada Santista; Implantar cooperativas microrregionais de coleta seletiva, consorciando as cooperativas municipais de resíduos recicláveis: Demais centrais consorciando cooperativas que visarem necessidade.
Estratégia 1.5: Disponibilização de dispositivos para entrega voluntária dos resíduos	
Curto	Ampliação das unidades de PEVs; Instalação de PEVs em locais de fácil acesso e grande circulação de pessoas, como próximo a escolas, supermercados, padarias, locais com concentração de comércios, entre outros; Instalar PEVs em áreas de grande circulação, que possibilitem a permanência dos resíduos secos por longos períodos (contêineres subterrâneos) até a data da coleta seletiva; Implantação de PEVs para a entrega de resíduos orgânicos nas centrais de compostagem.
Estratégia 1.6: Inclusão das cooperativas de triagem no sistema da coleta seletiva	
Curto	Inclusão e organização de 3.000 catadores: 7%; Implantar sistema de cadastramento de catadores; Estabelecer com cooperativa de coleta seletiva um compromisso formal, fixando responsabilidades, regras de procedimentos e metas mensais e anuais, assim como incentivos por meio de premiações ou tarifas como por exemplo, responsabilizar a cooperativa na devida destinação dos rejeitos gerados e/ou promover retorno financeiro aos cooperados conforme massa comercializada e não conforme massa coletada; Parceria com cooperativas de resíduos eletroeletrônicos para descarte dos materiais gerados nos prédios da administração pública.
Médio	Inclusão e organização de 3.000 catadores: 40%
Longo	Inclusão e organização de 3.000 catadores: 100%;
Ação contínua	Exigir a capacitação dos cooperados e que as cooperativas trabalhem em sistema da norma ISO Formar rede de cooperativa microrregionais da Baixada Santista, evitando atravessadores; Localizar indústria recicladoras para comercialização diretamente com estes – expandir rede de comercialização; Implantação de projetos sociais que absorvam os catadores informais.

Estratégia 1.7: Coleta, recuperação e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos de logística reversa	
Curto	<p>Elaborar planos de gerenciamento de resíduos de atividades passíveis de logística reversa;</p> <p>Inserir o comércio e os importadores nos sistemas de logística reversa estabelecidos;</p> <p>Implantar centrais de recebimento e pontos de entrega voluntária de resíduos sólidos na Baixada Santista;</p> <p>Implantação de pontos de entrega voluntária;</p> <p>Implantar pontos de entrega voluntária de resíduos passíveis de logística reversa na Baixada Santista;</p> <p>Contratação de operador logístico;</p> <p>Contratação de empresa recicladora para proceder destinação correta;</p> <p>Fiscalizar a destinação dos resíduos de logística reversa</p>
Médio	<p>Implantar centrais de recebimento e pontos de entrega voluntária de resíduos sólidos na Baixada Santista;</p> <p>Implantar centrais de recebimento de resíduos passíveis de logística reversa na Baixada Santista</p>
Longo	<p>Criar regulamentação para cumprimento das exigências legais de logística reversa para as empresas não aderentes ao sistema;</p> <p>Regularizar a proibição da venda de produtos geradores de significativo impacto ambiental na etapa de pós-consumo que não estejam associados a um programa de logística reversa.</p>
Ação contínua	<p>Cadastramento dos comerciantes e distribuidores nos municípios;</p> <p>Cadastramento das empresas aderentes;</p> <p>Elaboração de PPP para operacionalização do sistema;</p> <p>Propor ações de adequação da política tributária estadual, visando à viabilização da logística reversa, da reciclagem e do uso de materiais reciclados e subprodutos de sistemas de tratamento;</p> <p>Informatização dos resíduos gerados;</p> <p>Acompanhamento e fiscalização da operacionalização do sistema de logística reversa;</p> <p>Criação de página na internet com informações do sistema de logística reversa;</p> <p>Campanhas educacionais;</p> <p>Divulgação do sistema entre os associados e população;</p> <p>Informatização das empresas aderentes ao sistema;</p> <p>Informatização das quantidades de resíduos recebidos (peso);</p> <p>Aperfeiçoamento do sistema de logística reversa.</p>
Estratégia 1.8: Coleta e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos volumosos	
Curto	<p>Aumento do número de Ecopontos para a entrega de resíduos volumosos;</p> <p>Implantação de coleta porta-a-porta específica para resíduos volumosos, com divulgação da frequência de coleta para a população;</p> <p>Divulgação da existência dos Ecopontos em comércios, com destaque para lojas de móveis, eletrodomésticos e construção civil;</p> <p>Fiscalização e extinção de pontos "viciados" de disposição de resíduos volumosos;</p> <p>Estimular a doação de materiais volumosos em bom estado, ou com necessidade de pequenos reparos, para, após sua adequação, disponibilização à população atingida por desastres (enchentes, incêndios, escorregamentos, etc.);</p> <p>Promover parcerias com universidades e com o setor privado para a reciclagem e reabilitação de materiais volumosos</p>
Médio	<p>Promover parcerias com universidades e com o setor privado para a reciclagem e reabilitação de materiais volumosos</p>
Estratégia 1.9: Processamento e tratamento de resíduos mistos advindos da coleta regular	
Médio	<p>Incentivar a recuperação de materiais da fração de resíduos mistos;</p> <p>Implantação de centrais de triagem mecanizada de resíduos mistos;</p> <p>Incentivar a recuperação energética em sistemas de processamento, tratamento e disposição final de resíduos mistos.</p>
Longo	<p>Incentivar a recuperação energética em sistemas de processamento, tratamento e disposição final de resíduos mistos;</p> <p>Recuperação energética em aterros;</p> <p>Disponibilizar apenas rejeitos em aterro sanitário.</p>

Estratégia 1.10: Instrumentos legais e fiscalizatórios	
Curto	<p>Desvincular a taxa do lixo do IPTU e criar taxa específica;</p> <p>Elaborar atualizações dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos no prazo estipulado pela PNRS (04 anos);</p> <p>Elaboração e aprovação de lei que proíbe o descarte de resíduos misturados, prevendo a separação em 03 frações (reciclável, orgânico e rejeito): Bertoga, Cubatão, Guarujá, Praia Grande São Vicente;</p> <p>Insistir, por meio de legislação, que o grande gerador, comercial, é responsável pela contratação de empresa para coleta e destinação de resíduos;</p> <p>Insistir, por meio de legislação, que os grandes geradores, comerciais e domiciliares, comprovem junto à administração pública, a destinação ambientalmente correta de seus resíduos;</p> <p>Estabelecer diretrizes relativa a tarifação e responsabilidade de gestão do grande gerador de RSD;</p> <p>Criar taxa do lixo desvinculada ao IPTU;</p> <p>Insistir, por meio de legislação, que os grandes geradores comerciais devem disponibilizar pontos de entrega voluntária em seus estabelecimento para utilização por seus clientes;</p> <p>Estabelecer diretrizes relativa a tarifação e responsabilidade de gestão do grande gerador de RSD;</p> <p>Incluir, nos contratos de compras públicas, cláusula para que fornecedores se responsabilizem pela coleta e destinação ambientalmente adequada dos resíduos passíveis de logística reversa.</p>
Médio	<p>Elaboração e aprovação de lei que proíbe o descarte de resíduos misturados, prevendo a separação em 03 frações (reciclável, orgânico e rejeito): 100% dos municípios</p>
Estratégia 2.1: Elaboração e implantação de planos de gerenciamento relacionados aos resíduos de limpeza urbana	
Curto	<p>Implantação de plano de gerenciamento de resíduos de limpeza urbana por regiões na Baixada;</p> <p>Definir estrutura administrativa para o gerenciamento dos resíduos de limpeza urbana por regiões na Baixada;</p> <p>Articular convênios ou parcerias intermunicipais no âmbito da limpeza pública;</p> <p>Elaborar plano de arborização e manutenção dos municípios da Baixada Santista;</p> <p>Elaborar o plano de arborização urbana e áreas verdes contemplando a manutenção e poda regular, atendendo os períodos adequados para cada espécie;</p> <p>Elaborar plano de varrição para a Baixada Santista;</p> <p>Elaborar o plano de varrição de vias e logradouros, contemplando um cronograma de varrição que considere períodos e áreas críticas (locais com probabilidade de acúmulo de águas pluviais) vinculado aos períodos que precedam as chuvas.</p>
Ação contínua	<p>Aplicar treinamento para serviços de poda de árvore preventivas e como mínima geração de resíduos;</p> <p>Treinamento para uma varrição adequada, evitando misturar resíduos orgânicos limpos com impurezas;</p> <p>Implementar a triagem obrigatória de resíduos no próprio processo de limpeza corretiva e o fluxo ordenado dos materiais até as Áreas de Triagem e Transbordo e outras áreas de destinação.</p>

Estratégia 2.2: Ampliação e melhoria do sistema de limpeza urbana	
Curto	<p>Eliminação dos pontos de disposição irregular;</p> <p>Mapear pontos de disposição indevida dos resíduos de limpeza urbana nos municípios;</p> <p>Implantação de centrais de recebimento, armazenamento e triagem dos resíduos de limpeza urbana;</p> <p>Mapear possíveis áreas públicas ou privadas para instalação de centrais de recebimento, armazenamento e triagem;</p> <p>Mapear pontos estratégicos nos municípios para a instalação de EcoPontos e PEV's para recepção de resíduo verde do pequeno gerador;</p> <p>Instalação de unidades de tratamento de resíduos de limpeza urbana;</p> <p>Mapear possíveis áreas públicas ou privadas para a instalação de unidades de tratamento dos resíduos de limpeza urbana;</p> <p>Fomentar a instalação e gestão dessas unidades de beneficiamento, por meio de parcerias públicas e/ou privadas;</p> <p>Fomentar pesquisa e desenvolvimento para a capacitação tecnológica dos municípios para aproveitamento biológico ou energético dos resíduos de limpeza urbana.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Central de compostagem; • Unidade de Biodigestão; • Unidade de pré-tratamento e adensamento de resíduos de poda de árvore; entre outros; • Aperfeiçoar serviço de varrição de feira livre; <p>Implantação do programa feira- limpa, com acondicionamento diferenciado de resíduos orgânicos.</p>
Médio	<p>Implantação de centrais de recebimento, armazenamento e triagem dos resíduos de limpeza urbana;</p> <p>Instalação de unidades de tratamento de resíduos de limpeza urbana.</p>
Longo	<p>Implantação de centrais de recebimento, armazenamento e triagem dos resíduos de limpeza urbana;</p> <p>Instalação de unidades de tratamento de resíduos de limpeza urbana.</p>
Ação contínua	<p>Fomentar a capacidade de fiscalização dos municípios;</p> <p>Fomentar linhas de financiamento para implantação de áreas adequadas à disposição dos resíduos de limpeza urbana;</p> <p>Criação de normativa legal com viés proibitivo de despejo de resíduos de qualquer natureza em praias, passeios e logradouros públicos;</p> <p>Promover ações e programas educacionais relacionados a disposição adequada dos resíduos;</p> <p>Capacitar tecnicamente os atores envolvidos com a gestão de resíduos de limpeza urbana;</p> <p>Disciplinar procedimentos de segregação de resíduos de feiras livres e eventos.</p>
Estratégia 2.6: Disposição final ambientalmente adequada dos resíduos de pesca	
Curto	<p>Levantamento dos pontos geradores de resíduos provenientes das atividades pesqueiras;</p> <p>Realização de cadastro municipal dos geradores de resíduos de pesca.</p>
Médio	<p>Implantação e operação de sistema de coleta e destinação adequada dos resíduos.</p>
Ação contínua	<p>Incentivo a instalação e operação de soluções para o processamento dos resíduos de pesca.</p>
Estratégia 2.7: Gestão dos petrechos de pesca perdidos, abandonados ou descartados (PP-PAD) no litoral	
Curto	<p>Realização de campanha de conscientização da comunidade pesqueira sobre PP-PAD;</p> <p>Levantamento e identificação da ocorrência de PP-PAD ao longo da costa.</p>
Ação contínua	<p>Realização de coleta e destinação adequada de petrechos inservíveis;</p> <p>Realização do mapeamento, planejamento e remoção de forma adequada dos PP-PAD;</p> <p>Incentivo a instalação e operação de soluções para o reaproveitamento dos petrechos de pesca.</p>

Estratégia 2.8: Gestão de resíduos flutuantes e de áreas de difícil acesso	
Curto	Medidas mitigatórias para a neutralização das zonas de ocorrência de materiais flutuantes; Mapeamento dos pontos de ocorrência de materiais flutuantes nos ambientes costeiros.
Médio	Elaborar e implementar Plano Municipal de Combate ao Lixo Marinho; Implantação de Plano de Gerenciamento de Resíduos nos comércios de praia.
Ação contínua	Realização da coleta, armazenamento e destinação dos materiais flutuantes; Recolhimento de resíduos em locais de difícil acesso e comunidades tradicionais, limpeza das praias e trilhas; Programa de limpeza e remoção de detritos em áreas de proteção; Destinação adequada dos materiais coletados.
Estratégia 3.1: Elaboração de planos municipais de educação ambiental	
Curto	Considerar as diretrizes da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) e Política Estadual de Educação Ambiental (Lei nº 12.780/2007) para a construção de uma Política Integrada de Educação Ambiental para a Baixada Santista; Considerar as proposições específicas colocadas pelas Políticas Municipais de Educação Ambiental já existentes na Baixada Santista; Elaboração de Agenda 21 regional com ações de educação ambiental relacionadas aos resíduos sólidos; Realização de diagnóstico de como a educação ambiental, com ênfase em resíduos, tem sido desenvolvida nos municípios; Elaborar e implementar Planos/Programas Municipais de Educação Ambiental para nortear a implantação local das diretrizes estabelecidas pela Política Regional de Educação Ambiental, com base no Programa Nacional de Educação Ambiental; Definição do grupo gestor do Plano/Programa de Educação Ambiental.
Médio	Promover a integração entre os municípios na realização de ações de educação ambiental; Elaborar e implementar Planos/Programas Municipais de Educação Ambiental para nortear a implantação local das diretrizes estabelecidas pela Política Regional de Educação Ambiental, com base no Programa Nacional de Educação Ambiental; Integração das secretarias e departamentos quanto à responsabilidade na implementação e promoção da educação ambiental nos municípios; Promover a integração da educação ambiental nas políticas públicas de forma transversal; Realização de parcerias com o setor privado para implantação de ações de educação ambiental nos municípios.
Longo	Promover a integração entre os municípios na realização de ações de educação ambiental; Promover a integração da educação ambiental nas políticas públicas de forma transversal; Realização de parcerias com o setor privado para implantação de ações de educação ambiental nos municípios.
Estratégia 3.2: Formação e capacitação de pessoas	
Curto	Considerar as diretrizes da Política Regional de Educação Ambiental e dos Planos/Programas Municipais de Educação Ambiental nos projetos político-pedagógicos das escolas municipais, em todos os níveis de ensino.
Médio	Implementar a educação ambiental de forma transversal no ensino formal; Incentivar a implementação das diretrizes citadas anteriormente nos projetos político-pedagógicos das escolas particulares, em todos os níveis de ensino.
Longo	Implementar a educação ambiental de forma transversal no ensino formal; Incentivar a implementação das diretrizes citadas anteriormente nos projetos político-pedagógicos das escolas particulares, em todos os níveis de ensino; Incorporação da dimensão ambiental, com destaque para os aspectos da gestão integrada de resíduos sólidos, na formação, especialização e atualização dos educadores em todos os níveis e modalidades de ensino.
Ação contínua	Capacitação de recursos humanos na administração pública para incorporação da dimensão ambiental nas práticas do serviço público; Capacitação de agentes públicos para atuação como multiplicadores; Preparação de profissionais orientados para as ações de educação ambiental.

Estratégia 3.3: Campanhas visando redução e reutilização dos resíduos sólidos	
Curto	Promover ações com comerciantes, feirantes e consumidores para a redução do desperdício de alimentos nos mercados municipais e feiras livres, encaminhando os resíduos para a compostagem; Incentivo às compras públicas sustentáveis (utilização de papel reciclado, copos compostáveis, madeiras de fontes certificadas, entre outros); Elaboração de cartilhas para o reaproveitamento de alimentos nas residências e nas escolas.
Médio	Incentivar a redução da geração de resíduos, bem como o uso sustentável dos recursos naturais, no setor privado.
Longo	Incentivar a redução da geração de resíduos, bem como o uso sustentável dos recursos naturais, no setor privado.
Ação contínua	Implantação de ações para redução e racionalização do uso dos recursos naturais e redução da geração e tratamento local de resíduos (redução de uso e reaproveitamento de papéis nos prédios da administração pública, racionalização/extinção da utilização de sacolas e copos descartáveis, redução do consumo de água e energia, doação de materiais em bom estado, redução da compra de produtos com embalagens, programas de distribuição de composteiras domésticas, redes de trocas de materiais em boas condições de uso, substituição do uso de sacolas plásticas por sacolas compostáveis, entre outros).
Estratégia 3.4: Orientação da separação e tratamento na fonte e descarte adequado dos resíduos	
Curto	Disponibilizar informações, por meio digital ou impresso, sobre a forma de separação dos resíduos, localização de PEVs (resíduos domésticos, logística reversa, medicamentos, construção civil), dias de coleta seletiva, entre outros; Implantação da separação e tratamento local dos resíduos nos prédios da administração pública, com a instalação de adesivos e placas informativas sobre a forma de separação; Promover treinamentos sobre a segregação e formas de tratamento e disposição adequadas para os diferentes tipos de resíduos, em parceria com as diferentes esferas do setor privado e grandes geradores; Implantação de ações para a correta separação dos resíduos e tratamento local nas unidades escolares; Implantar ações de caráter educativo e pedagógico, em parceria com entidades do setor empresarial e sociedade civil organizada, para estudantes em todos os níveis de ensino, população em geral e população flutuante; Implementação de programas de educação ambiental, com foco em resíduos, voltados à população flutuante nos meses de alta temporada (realização de eventos e distribuição de informações em locais de grande circulação, instalação de faixas informativas, divulgação na mídia, entre outros); Disponibilizar caminhos de coleta com adesivos informativos de tipo de material coletado, assim como locais, datas e horário de coleta, além de sistema de som para informar a população nos pontos de trânsito e coleta; Operação "porta a porta", passando nas residências com folhetos informativos sobre a forma de separação, data e hora da coleta seletiva.
Médio	Implantar ações de caráter educativo e pedagógico, em parceria com entidades do setor empresarial e sociedade civil organizada, para estudantes em todos os níveis de ensino, população em geral e população flutuante; Implementação de programas de educação ambiental, com foco em resíduos, voltados à população flutuante nos meses de alta temporada (realização de eventos e distribuição de informações em locais de grande circulação, instalação de faixas informativas, divulgação na mídia, entre outros).

Estratégia 3.5: Comunicação e divulgação	
Curto	Elaboração e divulgação de material de orientação sobre as responsabilidades dos atores privados quando à gestão de resíduos sujeitos a planos específicos, bem como a obrigatoriedade de adequação ao Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos e Plano/Programa Municipal de Educação Ambiental; Difundir de forma contínua o Plano Municipal de Gestão de Resíduos no conteúdo escolar; Fortalecer ações de comunicação e disseminação da informação pública sobre os resíduos sólidos, permitindo a participação da população na avaliação e gestão do sistema de limpeza pública e na revisão do Plano Municipal de Gestão de Resíduos; Ampliar a divulgação das boas práticas de gestão de resíduos sólidos, de forma a envolver todas as esferas da sociedade; Implantar canal de comunicação entre a população e a administração pública, para aumentar a participação nos processos de gestão de resíduos.
Médio	Implementação de ações de divulgação dos Planos Municipais de Gestão de Resíduos Sólidos e Planos Municipais de Educação Ambiental nas escolas e para a população em geral; Elaboração de material didático que aborde as questões ambientais, com foco em resíduos sólidos, a ser utilizado em todo o currículo escolar; Fortalecer ações de comunicação e disseminação da informação pública sobre os resíduos sólidos, permitindo a participação da população na avaliação e gestão do sistema de limpeza pública e na revisão do Plano Municipal de Gestão de Resíduos.
Longo	Implementação de ações de divulgação dos Planos Municipais de Gestão de Resíduos Sólidos e Planos Municipais de Educação Ambiental nas escolas e para a população em geral; Elaboração de material didático que aborde as questões ambientais, com foco em resíduos sólidos, a ser utilizado em todo o currículo escolar.
Ação contínua	Divulgação sistemática do roteiro de coleta seletiva porta a porta e dos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) para a população; Divulgação sobre a gestão regional dos resíduos, em locais de grande concentrações de pessoas, como igrejas, hospitais e escolas, para sensibilizar a população sobre importância de separação correta e tratamento dos resíduos; Veicular resultados obtidos com a melhoria da gestão de resíduos (geração de emprego e renda, redução de custos para a municipalidade, utilização de composto no ajardinamento e arborização e produção de alimentos, economia de água e energia, redução da emissão de gases de efeito estufa e da utilização de combustíveis fósseis, entre outros).
Estratégia 3.6: Combate à disposição irregular de resíduos	
Ação contínua	Promover campanhas na mídia e campanhas institucionais para reduzir o descarte de resíduos em locais inadequados (vias públicas, terrenos baldios, praias, mangues, etc.), mostrando os impactos causados pela destinação inadequada de resíduos (poluição dos oceanos, morte de animais marinhos, degradação visual, contaminações do solo e água, entre outros).
Estratégia 3.7: Valorização de boas práticas	
Curto	Viabilizar incentivos, por meio de premiações, para ampliação da participação da comunidade na coleta seletiva.
Médio	Valorização, por meio de incentivos, da aplicação dos Planos/Programas Municipais de Educação Ambiental, com foco nos resíduos sólidos, e ao exercício da cidadania quanto à participação efetiva nos processos de gestão de resíduos; Promoção de incentivos financeiros para os grandes geradores privados pela diminuição da geração, separação e destinação adequada, e tratamento local de seus resíduos.
Longo	Valorização, por meio de incentivos, da aplicação dos Planos/Programas Municipais de Educação Ambiental, com foco nos resíduos sólidos, e ao exercício da cidadania quanto à participação efetiva nos processos de gestão de resíduos.

Apêndice B

APÊNDICE B: MODELO CONCEITUAL TECNOLÓGICO DO SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA BAIXADA SANTISTA

Plano de gestão integrada
de resíduos sólidos

Implementação de ações – Resíduos Sólidos Urbanos
Região Metropolitana da Baixada Santista

Este modelo conceitual faz parte dos frutos do projeto de implementação das ações do “Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista”, proposto pela AGEM e coordenado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, com recursos do FEHIDRO e em parceria com o CONDESB e com os 9 municípios que compõem a Região Metropolitana da Baixada Santista: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Monguaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente.

Este documento apresenta os modelos tecnológicos propostos para as Unidades Microrregionais e Regionais de Processamento de Resíduos Sólidos da Baixada Santista, incluindo unidades de triagem e reaproveitamento de resíduos, considerando as alternativas tecnológicas, premissas e contexto identificados no PRGIRS. O propósito principal é fornecer informações que subsidiem a tomada de decisões em âmbito regional, abrangendo as dimensões técnica, econômica, ambiental e social. Além disso, destaca-se a sua função de auxiliar na estruturação de projetos com o intuito de avançar em direção ao cumprimento das metas de redução e desvio de resíduos sólidos destinados aos aterros sanitários.

Durante o período do projeto uma equipe interdisciplinar, com a parceria de colaboradores técnicos e dos municípios da região, dedicou-se a sistematizar os dados obtidos nos estudos de elaboração do PRGIRS e de projetos de pesquisa e desenvolvimento em Resíduos Sólidos.

Este material, portanto, representa o esforço da equipe do IPT em contribuir para os processos de gerenciamento de resíduos sólidos, em termos de abordagens metodológicas que auxiliem na implantação desses sistemas e promovam melhorias na gestão integrada de resíduos sólidos.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	4
2. ASPECTOS TÉCNICOS DA CONCEPÇÃO DO MODELO CONCEITUAL DE PROCESSAMENTO DOS RSU DA BAIXADA SANTISTA.....	5
2.1 DADOS ATUALIZADOS DA GERAÇÃO RESÍDUOS NA BAIXADA SANTISTA.....	11
3. MODELO CONCEITUAL DE PROCESSAMENTO DOS RSU DA BAIXADA SANTISTA	15
4. MODELO TECNOLÓGICO DAS UNIDADES DE TRIAGEM SEMIMECANIZADAS	22
4.1 UNIDADE DE TRIAGEM SEMIMECANIZADA DA COLETA SELETIVA	24
4.1.1 Capacidade de atendimento	25
4.1.2 Mão de obra necessária.....	30
4.1.3 Edificações e instalações gerais.....	30
4.1.4 Custos de instalação e operação	31
4.2 UNIDADE DE TRIAGEM SEMIMECANIZADA DA COLETA REGULAR.....	32
4.2.1 Equipe necessária	38
4.2.2 Área necessária	39
4.2.3 Sistema de impermeabilização, drenagem e remoção de percolado.....	40
4.2.4 Custos de instalação e operação	41
5. MODELO TECNOLÓGICO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	42
5.1 UNIDADE DE COMPOSTAGEM.....	42
5.1.1 Escolha da área	44
5.1.2 Tamanho de área necessária	45
5.1.3 Preparação do terreno.....	45
5.1.4 Infraestrutura e equipamentos necessários	46
5.1.5 Custos	47
5.1.5.1 Pátio de Compostagem com sistema L.A.P.A.	47

5.1.5.2	Pátio de compostagem com sistema de leiras estáticas com manta semipermeável	48
5.2	UNIDADE DE BIODIGESTÃO ANAERÓBIA	49
5.2.1	Equipamentos necessários	52
5.2.2	Custos de instalação e de operação	52
5.2.3	Identificação de Tendências e Evolução	54
6.	MODELO TECNOLÓGICO DA UNIDADE DE TRATAMENTO DE REJEITOS.....	56
6.1	UNIDADE DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA (URE).....	57
6.1.1	Custos de instalação e de operação	62
6.1.2	Benefícios e impactos ambientais.....	63
6.1.3	Identificação de tendências de evolução.....	63
6.2	UNIDADE DE DISPOSIÇÃO FINAL ATERRO SANITÁRIO COM APROVEITAMENTO ENERGÉTICO	65
7.	ALTERNATIVAS INSTITUCIONAIS E DE GESTÃO	69
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
9.	REFERÊNCIAS.....	75

1. Introdução

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM) conduziram, entre 2016 e 2018, os estudos para a elaboração do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PRGIRS) da Baixada Santista, que avaliou as especificidades dos resíduos gerados (domiciliares, construção civil, industrial, serviços da saúde etc) e indicou propostas para solucionar os problemas de modo integrado entre os nove municípios da Baixada Santista.

O PRGIRS foi entregue em 2018 e, junto com o panorama da região, aponta por meio de metas, estratégias e um plano de ações, a orientação para construir os mecanismos para o constante aprimoramento da gestão dos resíduos. No final de 2020, o IPT e a AGEM deram início à segunda etapa do projeto, contemplando os trabalhos para avaliar a efetividade do PRGIRS, analisando as ações implementadas e propondo instrumentos para auxiliar na continuidade de implantação das ações.

Um dos pontos levantados no diagnóstico foi como aumentar a capacidade instalada para a recuperação de resíduos recicláveis. Desta forma, um guia com diretrizes técnicas foi elaborado contendo orientações básicas para a estruturação de cada etapa deste sistema, incluindo segregação, coleta, triagem e inserção social das cooperativas e tratamento e disposição final ambientalmente adequadas (IPT, 2024a). Dentro da mesma necessidade de diretrizes técnicas e operacionais foram elaborados os guias para implantação de unidades de compostagem e orientações sobre o papel dos municípios na logística reversa (IPT, 2023 e IPT 2024b).

Esses materiais visam suprir tecnicamente as informações necessárias para elaborações dos projetos e aumento da capacidade instalada para o processamento de resíduos. Os mesmos permitem que os municípios possam implantar e operar sistemas de pequeno porte descentralizados e para um dado volume de resíduos. Destaca-se que as diretrizes técnicas apresentadas consideram a realidade da Baixada Santista, em termos de capacidade já instalada, quantidades de resíduos, áreas disponíveis para novos sistemas, entre outros. Desta forma, apoiando na implementação de ações, fornecendo subsídios técnicos para elaboração de projetos e repassando informações que subsidiem a tomada de decisões do poder público para alcançar as metas de redução de resíduos sólidos destinados aos aterros sanitários.

A Baixada Santista, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e o Novo Marco do Saneamento vem atendendo aos requisitos e diretrizes estabelecidos por essas legislações ao apresentar o PRGIRS e sua atualização. Os estudos

que compõem o PRGIRS da Baixada Santista apontaram a necessidade de implementar ações integradas e estratégicas para promover a gestão sustentável dos resíduos sólidos na região. Essas ações incluem a redução da geração de resíduos, o estímulo à reciclagem, a melhoria da coleta seletiva, o tratamento adequado de resíduos orgânicos, a promoção da logística reversa e a busca por alternativas institucionais e de gestão que permitam planejamento a longo prazo e investimento em tecnologias avançadas. Portanto, o presente documento, intitulado modelo conceitual tecnológico do sistema de processamento de resíduos sólidos da baixada santista, traz a especificação técnica de um conjunto de tecnologias e processos, visando que a destinação final em aterros sanitários seja apenas dos rejeitos. O nível de detalhamento permite a combinação destas tecnologias em função do fluxo de resíduos e pode subsidiar a elaboração do projeto básico das unidades.

2. Aspectos Técnicos da Concepção do Modelo Conceitual de Processamento dos RSU da Baixada Santista

No Plano Regional de Resíduos Sólidos da Baixada Santista foram propostas 12 combinações de alternativas tecnológicas para o cenário de referência da Baixada Santista (IPT, 2018, página 200, do documento), por meio de uma avaliação que considerou os seguintes aspectos: técnicos, econômicos, ambientais e sociais (**Figura 1**). Entre as alternativas apresentadas é possível identificar que a alternativa I (Separação, Biológico, Térmico, Aterro) é aquela que contempla a maior quantidade de módulos tecnológicos que se complementam na missão de reduzir ao máximo a quantidade dos resíduos dispostos em aterro. Possibilitando endereçar uma solução daquilo que é mais premente no problema na Região da Baixada Santista: a falta de área para novos sistemas de aterro sanitário.

Destaca-se que o método de construção destas combinações considerou as opiniões de especialistas, diretrizes apontadas pela UNEP & ISWA (2015) o princípio da hierarquia previsto na PNRS e em dados e informações pautadas na realidade da Baixada Santista. Para o diagnóstico foi estabelecido como referência o ano de 2020, e a projeção da geração de resíduos foi realizada para atender até 20 anos de operação, ou seja, 2043. Destaca-se que, de forma geral, o cenário geral balizador considerou que as proposições tecnológicas são pautadas nas seguintes necessidades:

1. Gerenciar o cenário crítico posto (curto prazo) – Aterro com vida útil esgotada e não disponibilidade de áreas para instalação de novos aterros;
2. Iniciar o processo de transição para atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos no que tange a destinar apenas rejeitos aos aterros sanitários (curto prazo e médio prazo);
3. Atingir as metas de redução estabelecidas no Plano Nacional, Estadual e Regional de Resíduos Sólidos (curto e médio prazo); e
4. Promover a adoção de sistemas integrados de gerenciamento de resíduos com tecnologias de processamento e tratamento viáveis dos pontos de vista técnico, econômico, social e ambiental (curto, médio e longo prazo);

Um conceito técnico principal balizador da construção indica que um sistema integrado de gerenciamento deve contemplar todos os aspectos operacionais que assegurem o correto tratamento, disposição e reaproveitamento dos resíduos sólidos, minimizando assim o impacto ambiental e maximizando os benefícios socioeconômicos. Isto envolve a coleta eficiente dos resíduos nas fontes geradoras, a triagem, reciclagem e valorização de materiais, a destinação final adequada, o monitoramento ambiental, a educação e conscientização, a participação ativa da sociedade e o cumprimento das regulamentações ambientais.

No PRGIRS foi realizado o estudo de áreas favoráveis para a instalação de sistemas de processamento de resíduos ambientalmente adequados, tendo sido baseado na seleção e aplicação de critérios de restrição técnicos como elementos primários de avaliação no âmbito regional. A aplicação sequencial dos critérios permitiu definir um conjunto de áreas potencialmente favoráveis para a implantação de tecnologias de processamento de resíduos sólidos. Especificamente em relação à instalação de aterros sanitários, verifica-se que restam poucas áreas onde não existem restrições legais, devido principalmente a restrição relativa a área de segurança aeroportuária **Figura 2**.

Nesta segunda etapa os estudos foram aprofundados e os resultados são apresentados no “item 6.3. Identificação e apontamento de Áreas Potencialmente Favoráveis para o Tratamento e a Destinação Ambientalmente Adequada de Resíduos Sólidos (escala municipal)” deste Ebook, o qual apresenta o estudo para as áreas públicas indicadas pelos municípios para a instalação dessas unidades. Neste estudo também foram sugeridas medidas governamentais para viabilizar a implantação dessas novas unidades.

Figura 1 – Consequências das diferentes alternativas tecnológicas consideradas no PRGIRS/BS

Dimensões	Econômica				Energia [MWh/dia]	Ambiental	Técnica	Social
	CAPEX [mi R\$]	OPEX [mi R\$/ano]	Receita [mi R\$/ano]	Transporte [mi R\$/ano]		Emissões de CO ₂ [t/ano]	Massa para aterro [t/ano]	Empregos [funcionários]
At - Aterro, localização centralizada.	161	7	0	36	118	3,03E+05	660.420	0
A - Separação, aterro, localização centralizada.	177	49	85	36	98	3,03E+05	546.194	221
B - Separação, aterro, localização descentralizada.	186	55	85	47	98	3,03E+05	546.194	229
C - Separação, biológico, aterro, localização centralizada.	445	83	92	36	102	3,09E+05	421.208	257
D - Separação, biológico, aterro, localização descentralizada.	486	89	92	42	102	3,09E+05	421.208	322
E - Separação, térmico, aterro, localização centralizada.	821	82	141	36	672	4,14E+08	160.992	549
F - Separação, térmico, aterro, localização descentralizada.	831	88	141	30	672	4,14E+08	160.992	539
G - Térmico, aterro, localização centralizada.	1.092	43	102	36	1.215	7,41E+08	145.292	60
H - Separação, biológico, térmico, aterro, localização centralizada.	956	112	137	36	632	3,15E+08	133.777	585
I - Separação, biológico, térmico, aterro, localização descentralizada.	998	118	137	29	632	3,15E+08	133.777	632
J - Separação, biológico, CDRU, aterro, localização centralizada.	425	98	92	36	102	2,19E+08	262.284	525
K - Separação, biológico, CDRU, aterro, localização descentralizada.	469	108	92	35	102	2,19E+08	262.284	572

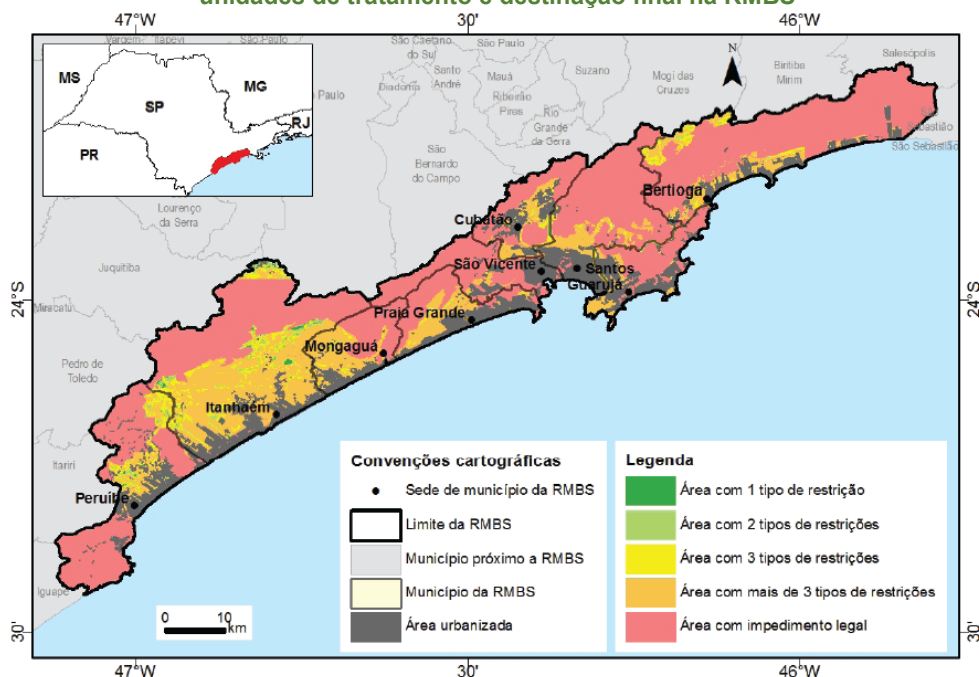
Nota: Estes resultados são uma estimativa, devendo ser analisada apenas a ordem de grandeza de cada valor. Não são considerados os valores de impostos e taxas ou pagamento pelos serviços nos valores informados

Escala de cor de desempenho



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018.

Figura 2 – Resultado da análise integrada dos critérios regionais para a implantação de unidades de tratamento e destinação final na RMBS



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018.

Ao se considerar diversos aspectos, pode-se dizer que existe uma limitação de áreas para a construção de um novo aterro sanitário na Baixada Santista. Desta forma, a inclusão de uma rota térmica com conversão de energia foi considerada para garantir a máxima redução de massa possível para aqueles materiais e resíduos, que nas etapas anteriores do sistema de integrado de gerenciamento de resíduos não foram processados ou evitados de serem gerados (redução, reutilização, reciclagem, processamento/tratamento e por fim a disposição final). Esta unidade entra na posição para o processamento de rejeitos, que pela projeção, estando o sistema todo instalado e integrado teria capacidade de cerca de 1.200 t/dia, cálculo que considera a quantidade de rejeitos gerados em 2043, considerando o atingimento das metas de coleta seletiva (**Tabela 2**). Caso contrário a capacidade precisaria ser em torno de 2.000 t/dia. Ou seja, um projeto para a RMBS deve estar dentro da faixa de 1.200 t e 2000 t/dia, conforme detalhamento do item 6 – Modelo tecnológico da Unidade de tratamento de rejeitos.

Contudo, destaca-se que ainda que tecnologias térmicas sejam vistas negativamente pela sociedade, entende-se que tecnicamente é preciso citar esta alternativa como tratamento de rejeitos, considerando as restrições presentes na RMBS e o seu potencial de redução de massa. Entretanto é crucial que a sua implantação considere e atenda as premissas que serão tratadas a seguir, tais como o atendimento da ordem de

prioridade no tratamento dos resíduos, a adoção das melhores tecnologias disponíveis, o atendimento às legislações e a inclusão social de catadores neste sistema.

A definição da melhor alternativa tecnológica depende de uma combinação de fatores e condicionantes, sendo que os resultados e as consequências das alternativas avaliadas podem ser utilizados como subsídio para a definição da melhor combinação tecnológica para a região. Para auxiliar na seleção do conjunto técnico mais adequado para uma região, foi elaborado o **Quadro 1** que apresenta perguntas a serem consideradas durante a escolha. As respostas oferecem subsídios para a tomada de decisão pautada por aspectos técnicos, sociais, econômicos e ambientais.

Quadro 1 – Fatores condicionantes para escolha da combinação tecnológica (UNEP & ISWA, 2015)

Fatores	Perguntas
Composição dos resíduos	A composição do resíduo é conhecida? Por exemplo, quanto material orgânico ele tem? Tem muito plástico? Ele tem um poder calorífico capaz de queimar sem precisar combustível auxiliar? A composição do resíduo varia significativamente em função da sazonalidade?
Coleta	Quanto resíduo é coletado? Quanto é em termos de percentual dos resíduos gerados? Qual é a cobertura da coleta de resíduos?
Geração – tendências	As massas/volume de resíduos estão em crescimento, estagnação ou diminuindo? Quais são os fatores ou as causas subjacentes a essas tendências? Os novos fluxos de resíduos emergentes que requerem tratamento específico, por exemplo, os resíduos eletrônicos?
Conhecimento da aplicabilidade da tecnologia	A tecnologia considerada está funcionando em outro lugar, em condições semelhantes em termos de composição dos resíduos, clima, hábitos da população e a um preço acessível? Se sim, qual a documentação disponível que comprava o desempenho? Quão difícil é para organizar uma visita a uma instalação para avaliação in loco?
Vida útil	Qual é o período de utilização projetado?
Recursos financeiros	Fontes de financiamento foram identificadas? Qual o orçamento necessário para o funcionamento durante o período de utilização projetado? Podem ser implementados mecanismos de amortização de custos necessários?
Viabilidade econômica	São os custos realistas e acessíveis para usuários de serviços locais? São os mercados locais disponíveis para os produtos provenientes da instalação (calor, gás, compostagem, materiais recicláveis)? Se sim, como é possível identificar? Se não, há planos para desenvolver esses mercados? Quem vai financiar o desenvolvimento desses mercados?
Operação	A tecnologia pode ser operada e passível de manutenção, utilizando mão de obra e peças de reposição locais?
Licenciamento	Existe capacidade institucional para regular as operações de instalação, incluindo licenciamento, fiscalização e monitoramento?
Flexibilidade	Será que a escolha de uma determinada tecnologia torna o sistema mais robusto e resiliente? Em outras palavras, ele é flexível, se a situação mudar significativamente no futuro, em termos das características mencionadas acima - quantidade de resíduos, composição dos resíduos, os hábitos das pessoas, nível de renda, ou mesmo clima?
Condições contratuais	Existe uma flexibilidade e segurança nas condições contratuais com o operador?
Imparcialidade	Uma opinião independente foi considerada?

Desta forma, este produto visa especificar os processos referentes as tecnologias existentes, avaliar as necessidades e requisitos para a instalação de cada uma delas, capacidade instalada e desempenho dos sistemas projetados. As proposições tecnológicas regionalizadas compõem as etapas de transbordo, tratamento e destinação final dos resíduos, de forma que a etapa de coleta continuaria a ser realizada por contratos municipalizados.

As alternativas podem ser planejadas em forma de módulos, sendo que a criticidade do período de transição impõe a implementação destes módulos em etapas, dentro do curto (2023 a 2026), médio (2027 a 2032) e longo prazo (2033 a 2043). Além das ações de redução da geração e do aumento da coleta seletiva, são apresentadas alternativas pautadas no resíduo misto com o objetivo principal de promover a redução de resíduos sólidos domiciliares dispostos em aterro por meio da valorização destes resíduos, recuperando materiais e energia e gerando empregos.

Os módulos tecnológicos são:

- a triagem semimecanizada;
- o tratamento biológico com e sem recuperação energética (compostagem e biodigestão anaeróbia);
- o tratamento térmico com recuperação energética (incineração);
- o aterro sanitário com recuperação energética.

Entende-se por alternativa tecnológica o conjunto de opções de tecnologias disponíveis que são combinadas de diferentes formas visando atender às premissas do PRGIRS, considerando cenários que incorporem as diferentes situações econômica e temporais (curto, médio e longo prazo).

A definição da melhor combinação tecnológica para um dado caso (segundo *Technology Readiness Assessment (TRA) Guidance, United States Department of Defense, 2011*) deve considerar a abordagem BAT (*"Best Available Techniques"*), traduzido como melhores técnicas disponíveis, entendido como o estágio mais eficaz e avançado no desenvolvimento da técnica e dos seus métodos de operação. Isoladamente, a palavra técnica significa tanto a tecnologia utilizada como o modo em que a instalação é projetada, construída, conservada, explorada e desativada. A palavra "disponíveis" significa que as técnicas serão desenvolvidas a uma escala que possibilite a sua aplicação, em condições econômica e tecnicamente viáveis, tendo em conta os custos e os benefícios, sendo produzidas ou não no local de operação, contanto que elas sejam razoavelmente acessíveis ao operador. "Melhor" significa mais eficazes para alcançar um nível geral elevado de proteção do ambiente como um todo.

2.1 Dados atualizados da Geração resíduos na Baixada Santista

No ano de 2020 a coleta regular municipal da Região da Baixada Santista encaminhou diariamente para aterros sanitários a quantidade de 1.810 toneladas de resíduos domiciliares, resultando em mais de 660 mil toneladas de material descartado (AGEM & IPT, 2023). Neste mesmo ano, a coleta seletiva encaminhou 17.717 toneladas de material para a reciclagem, totalizando assim a geração de 677.717 toneladas de resíduos (AGEM & IPT, 2023) para a Baixada Santista.

A **Tabela 1** indica as coletas regular e seletiva para o ano de 2020 considerando o agrupamento por microrregião.

Os municípios foram agregados conforme as características socioeconômicas e considerando também a geração de resíduos, formando assim, 3 agrupamentos (**Figura 3**), denominados de:

- Microrregião 1: Bertioga e Guarujá;
- Microrregião 2: Cubatão, Santos e São Vicente; e
- Microrregião 3: Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe e Praia Grande.

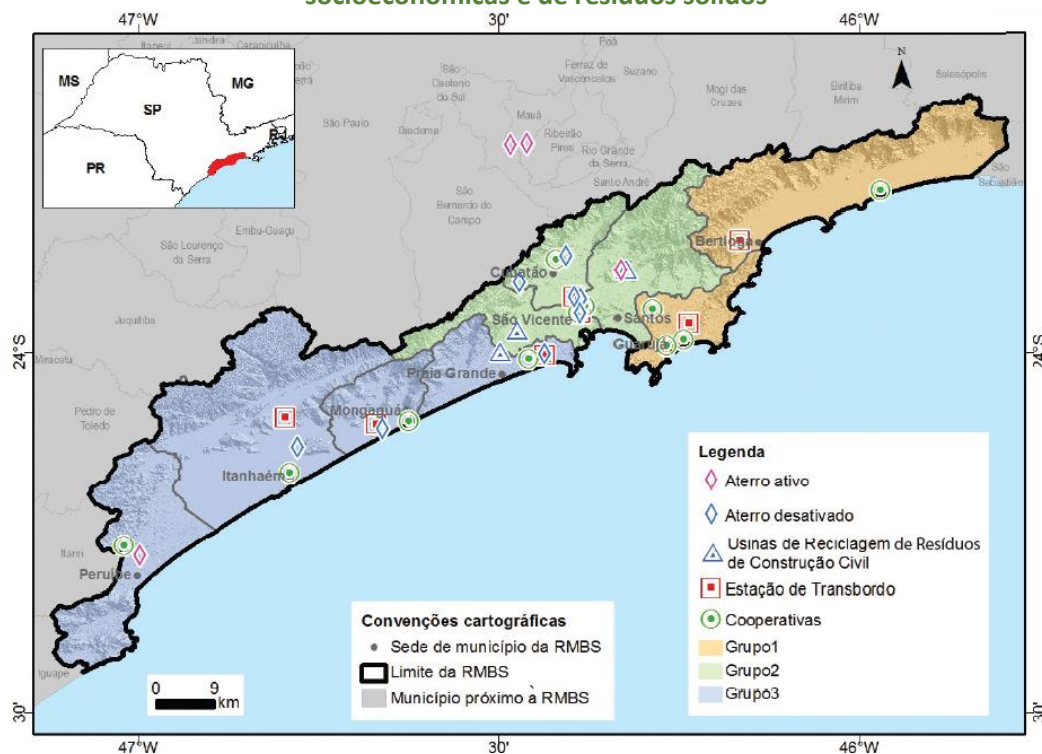
Tabela 1 - Coleta regular e seletiva nas microrregiões da Baixada Santista

Microrregião	Coleta regular em 2020 (t/dia)	Coleta seletiva em 2020 (t/dia)		
		Coletado	Encaminhados para a reciclagem	Encaminhados para o aterro (rejeitos)
1	474	8	8	0*
2	769	43	33	10
3	567	11	8	3
TOTAL	1.810	62	49	13

*Rejeito gerado na microrregião 1: 0,09 t/dia

Fonte: Elaborado pelos autores.

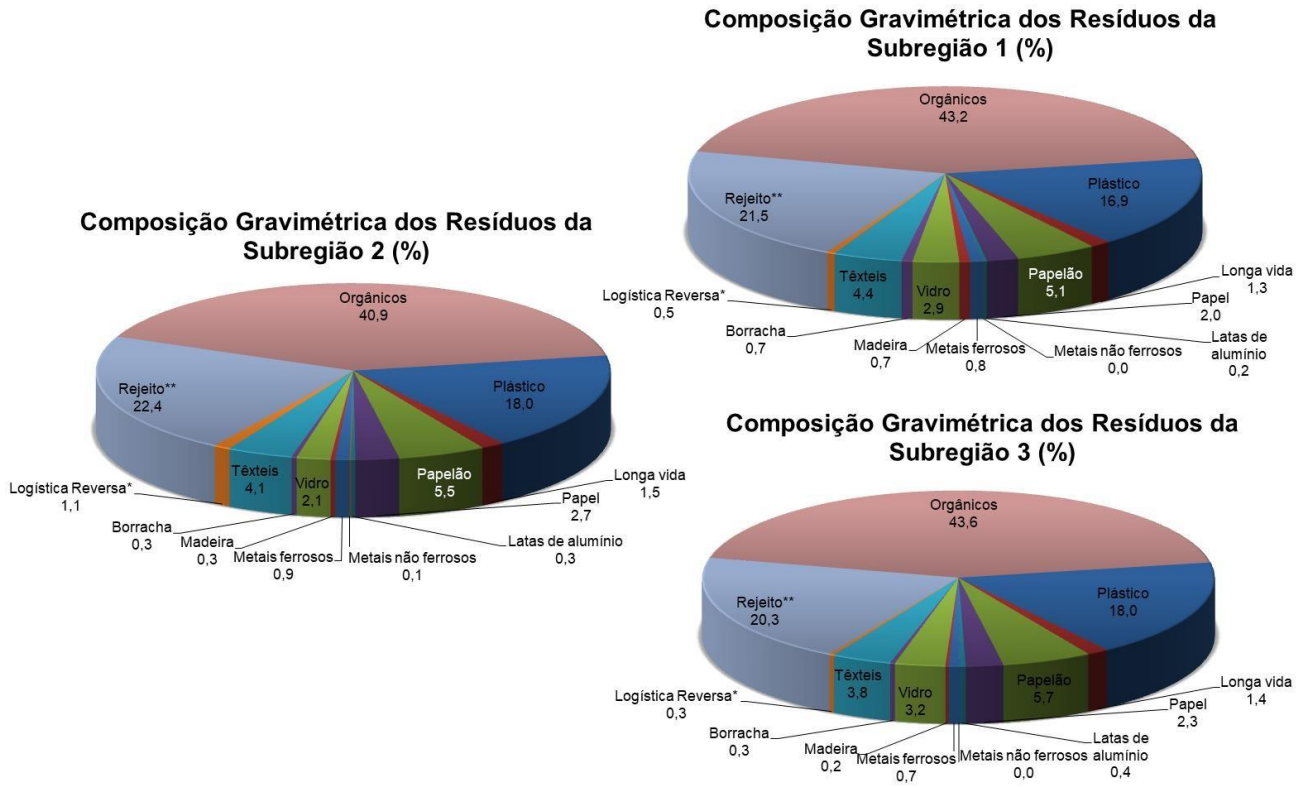
Figura 3 – Unidades microrregionais agrupadas conforme características socioeconômicas e de resíduos sólidos



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018.

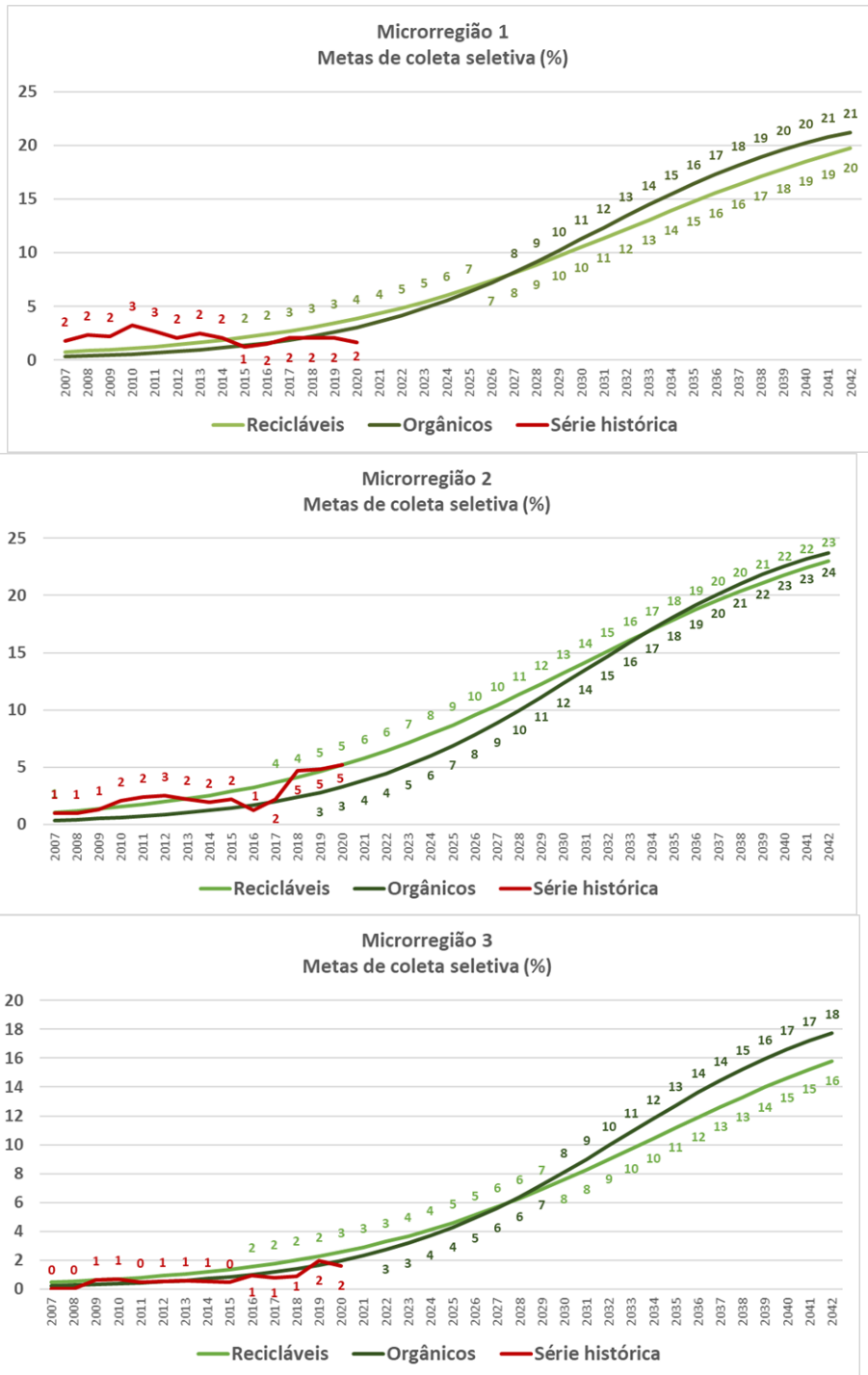
A composição dos resíduos da coleta regular de cada microrregião obtidas em 2022 é apresentada na **Figura 4**. As metas de redução de resíduos, orgânicos e recicláveis, destinados ao aterro foram estimadas até o ano de 2042, considerando uma estimativa no aumento da coleta seletiva de recicláveis e orgânicos ao longo dos anos, os resultados estão apresentados na **Figura 5**, onde na escala vertical é indicada a meta em porcentagem e na horizontal os anos. Quanto às metas de redução de resíduos destinados ao aterro para o ano de 2043, considerando a projeção da geração para esse mesmo ano, temos a estimativa das seguintes massas de resíduos encaminhadas para cada destino, conforme apresentado na **Tabela 2**.

Figura 4 – Composição dos resíduos por sub-região



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5 – Metas de redução de recicláveis e orgânicos destinados ao aterro



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 2 – Projeção de geração de resíduos para o 2043, metas quantitativas de reaproveitamento e rejeitos gerados

Microrregião	Recuperação da fração inerte (t/ano)	Recuperação da fração orgânica (t/ano)	Rejeito (t/ano)	Geração total (t/ano)
1	45.710	48.780	130.895	225.385
2	63.461	65.220	140.725	269.406
3	51.436	57.378	206.422	315.236
Baixada Santista	160.607	171.378	478.042	810.027

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dimensionamentos das unidades de tratamento de resíduos apresentados nos itens que seguem foram realizados considerando a capacidade de atendimento a partir das estimativas de geração de resíduos do ano de 2034 e com base nos demais dados apresentados neste item e nos dados atualizado do PRGIRS/BS.

3. Modelo Conceitual de Processamento dos RSU da Baixada Santista

O texto que segue apresenta o Modelo Conceitual de Processamento dos RSU da Baixada Santista. Para construir este modelo foram consideradas as rotas tecnológicas do cenário atual (juntamente com suas metas estabelecidas) e os módulos tecnológicos disponíveis que foram apresentadas no capítulo anterior. Assim, foi definido o modelo conceitual de alternativas tecnológicas para o cenário futuro, considerando um planejamento para 20 anos, até 2043 (**Figura 6**). Neste modelo, as ações e proposições de redução de resíduos sólidos domiciliares dispostos em aterro permeiam todas as alternativas propostas com foco na valorização dos resíduos por meio da recuperação de materiais recicláveis, valorização de resíduos orgânicos e da recuperação energética dos rejeitos.

Desta forma, propõe-se de forma estruturante que as melhores alternativas tecnológicas disponíveis para atingir os objetivos deste plano podem ser desenvolvidas em duas frentes:

- **ALTERNATIVAS DE REDUÇÃO E SEGREGAÇÃO NA FONTE; e**
- **ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE PROCESSAMENTO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS MISTOS.**

Salienta-se que considerando a situação emergencial de término da vida útil dos destinos finais (aterros Terrestre Ambiental e de Peruíbe) dos municípios da região, ambos com encerramento previsto para o ano de 2025, é necessário ações tanto no incremento da

separação na fonte (redução) quanto melhoria e ampliação nos sistemas das cooperativas, bem como associá-las com sistemas de processamento para os resíduos que ainda serão destinados pela população a coleta regular, sem separação prévia. Isto se deve ao fato de que o engajamento da população aos programas de segregação na origem é feito de forma voluntária e isso requer tempo para mudança de hábito e o estabelecimento de uma nova cultura.

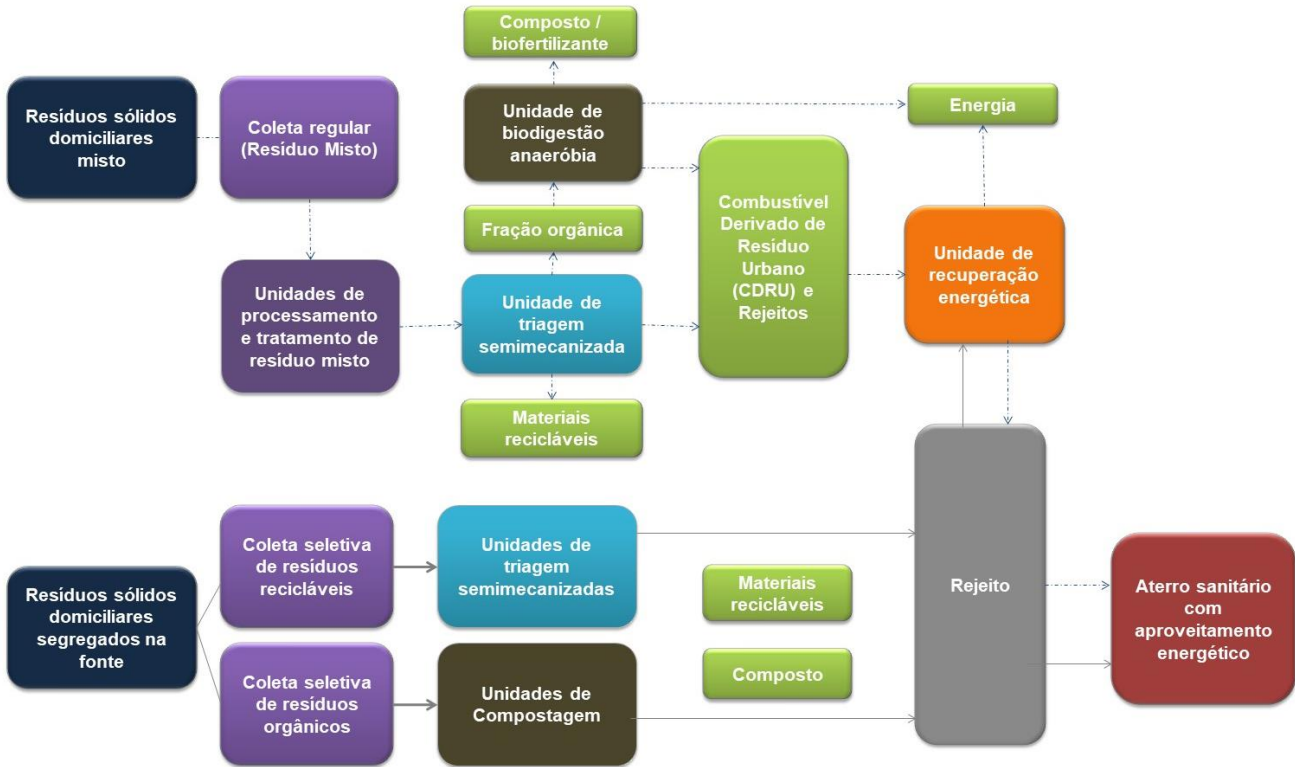
Quanto à questão locacional, o desenho conceitual propõe unidades descentralizadas de triagem semimecanizada, compostagem e biodigestão anaeróbia, com pelo menos uma unidade para cada microrregião, as porcentagens representam a contribuição de cada município na quantidade total de resíduos gerados na Região (**Figura 7**). Estas unidades permitem a formação de conceitos inovadores, como a criação de Ecoparques ou Centrais de Gerenciamento Integrado de Resíduos, que compartilham questões de logística e infraestrutura. Em contrapartida, a Unidade de recuperação energética e o aterro para disposição final foram concebidos de maneira centralizada, atendendo a toda a região.

Para efeito deste modelo conceitual tecnológico entende-se:

- resíduos sólidos provenientes dos serviços de limpeza pública (coleta e limpeza), da coleta direta ou indireta dos domicílios do município, incluindo os resíduos vegetais provenientes de podas e capina, previstos em legislação específica cuja responsabilidade de tratamento seja do Município;
- rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada; e
- a empresa contratada deverá considerar a operação do sistema sendo realizada por Cooperativas e a inclusão social de catadores.

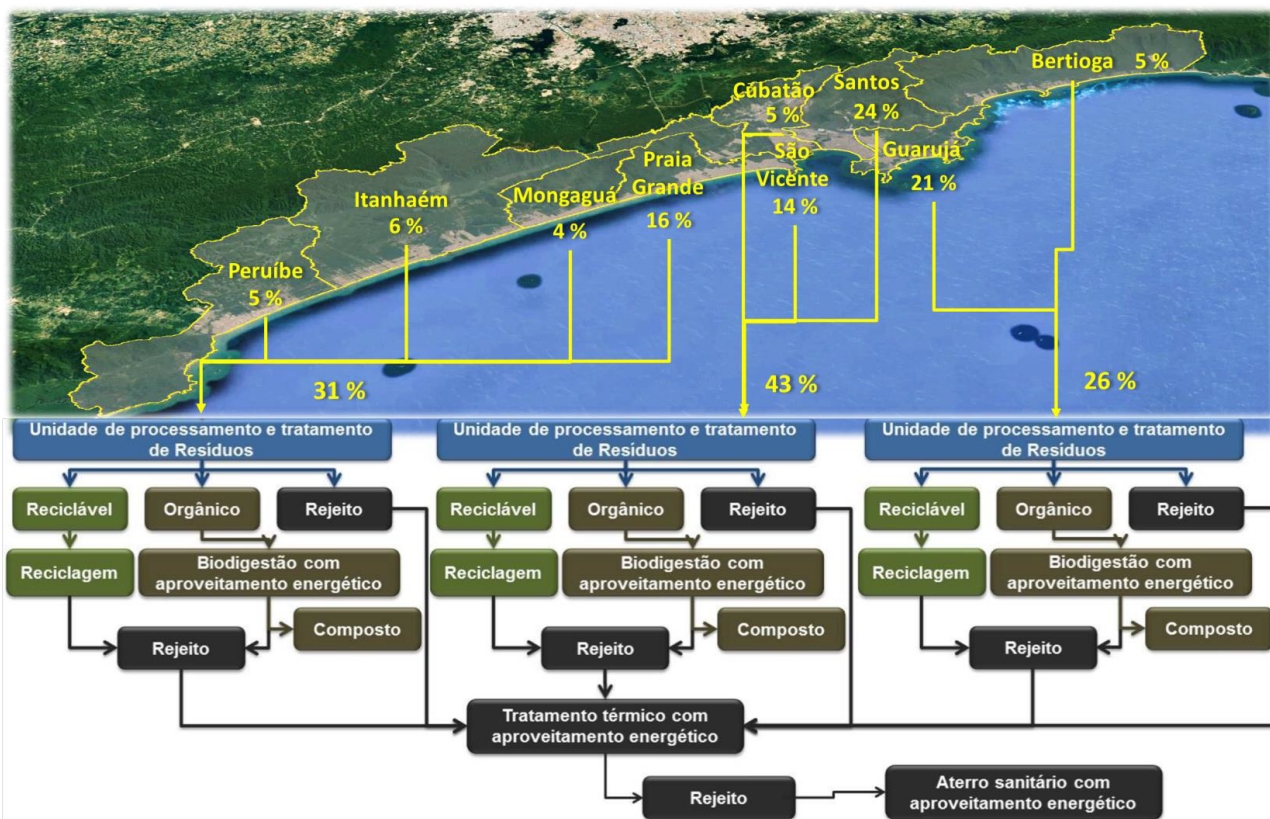
O tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos nas unidades microrregionais serão executados mediante o uso de tecnologias de segregação, de aproveitamento dos materiais à reciclagem, produção de composto, biodigestão, utilização da fração orgânica como insumo energético, dentre outros, que comporão o Sistema.

Figura 6 – Modelo conceitual das alternativas tecnológicas propostas para o cenário futuro



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 7 – Aspectos de localização de sistemas de processamento e tratamento de RSD misto



Fonte: Elaborado pelos autores.

A concepção deste modelo conceitual teve como objeto a prestação dos serviços de Processamento, Tratamento e Destinação dos Resíduos Sólidos com características domiciliares. Não faz parte deste conceito a coleta e transporte do material, sendo detalhados apenas as especificações das unidades e etapas possíveis do sistema, a saber:

Para os resíduos segregados na fonte:

- UNIDADES MICRORREGIONAIS DE TRIAGEM SEMIMECANIZADA.
- UNIDADES MICRORREGIONAIS DE COMPOSTAGEM.

Para os resíduos mistos:

- UNIDADES MICRORREGIONAIS DE TRIAGEM SEMIMECANIZADA COM RECUPERAÇÃO DOS MATERIAIS PASSÍVEIS DE TRATAMENTO (MATERIAIS RECICLÁVEIS E RESÍDUOS COMPOSTÁVEIS).
- UNIDADES MICRORREGIONAIS DE BIODIGESTÃO ANAERÓBIA.

Para os rejeitos de ambos os sistema

- UNIDADE REGIONAL DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA E DISPOSIÇÃO FINAL
 - UNIDADE DE RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA (INCINERAÇÃO).
 - ATERRO.

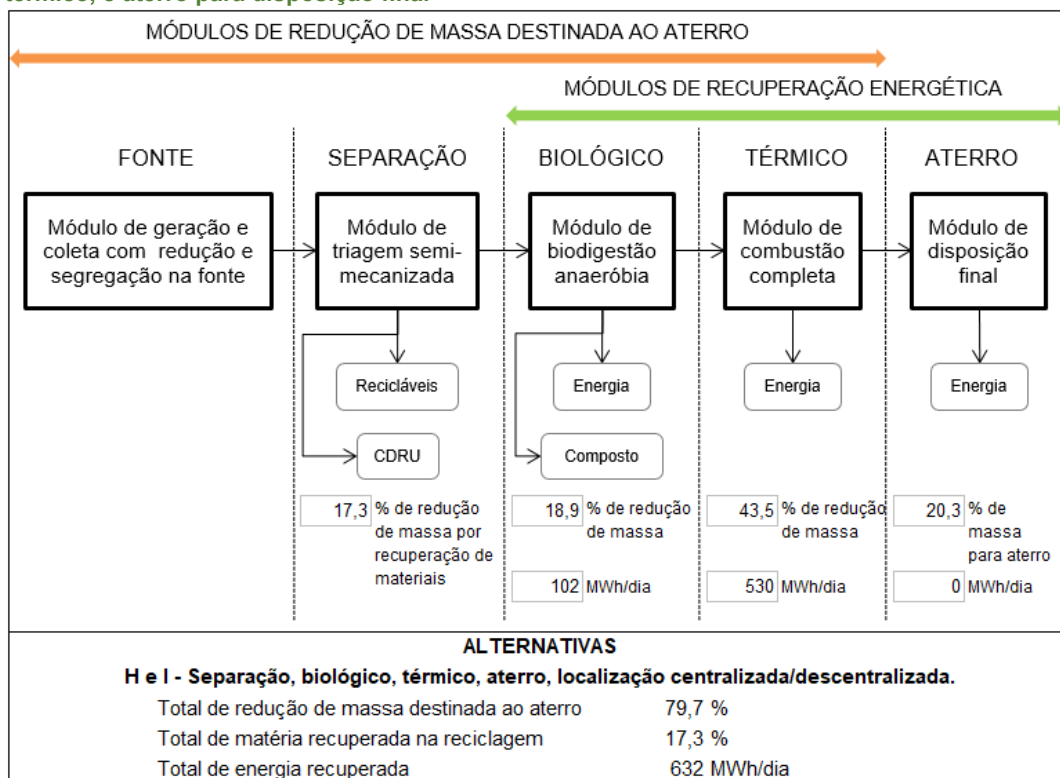
O modelo de contratação a ser definido deverá considerar o mapeamento e difinição de indicadores de desempenho para esses contratos, tendo em vista a necessidade de atender diretrizes estabelecidas na PNRS e as metas estabelecidas nos planos federal, estadual e municipal de gestão de resíduos, tais como a minimização de resíduos; a valorização e tratamento de resíduos (reciclagem, compostagem etc.); a inclusão de catadores; e a participação social (Munhoz, 2015). Outro elemento importante nesses contratos são as receitas acessórias, oriundas de diversas fontes, por exemplo, da comercialização de energia; de formas alternativas de tratamento de resíduos; comercialização de subprodutos; e do recebimento de resíduos de outros municípios, os ganhos da concessionária com as receitas acessórias devem ser compartilhados com o poder público e constituem um elemento importante de flexibilidade contratual, para ajustes de longo prazo (Munhoz, 2015). Os contratos devem definir metas fixas para mudança na prioridade e adoção de novas tecnologias para o tratamento e para minimização de resíduos em aterros. A seguir são apresentados alguns exemplos de metas e indicadores de desempenho sugeridos em contratos de longo prazo:

- Exemplo de metas para implantação das unidades:
 - Percentual mínimo de RSU processado nas unidades e Percentual máximo de RSU admitido em aterro.

- Exemplo de metas para aproveitamento de resíduos
 - Percentual mínimo de separação / recuperação de materiais recicláveis; percentual mínimo de biodigestão / compostagem; percentual mínimo de aproveitamento energético da fração orgânica por biodigestão; percentual máximo destinado ao aterro.

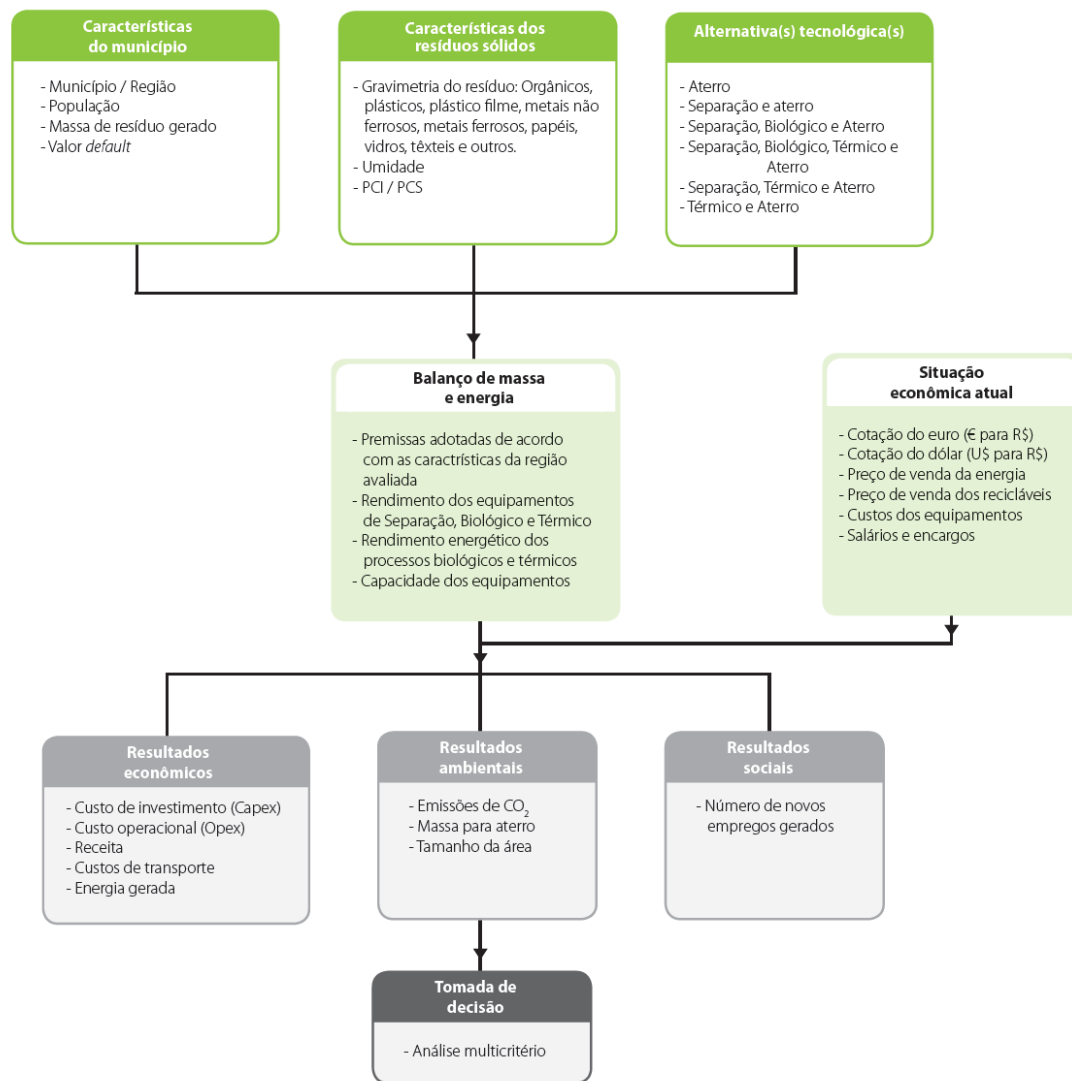
O Fluxograma das **Figura 8 e 9** apresentam de forma resumida as operações que ocorrem ao se definir um Sistema de Processamento de Resíduos. Neste modelo devem ser alimentadas as características do município, para determinar a massa de resíduo gerado; as características dos resíduos sólidos, como a gravimetria dos resíduos, a umidade e os valores de PCS/PCI (poder calorífico superior/ inferior); e são definidas as alternativas tecnológicas de modo a ser possível calcular diferentes balanços de massa e energia para as diferentes alternativas tecnológicas abordadas.

Figura 8 – Modelo conceitual do Sistema de Processamento de Resíduos Sólidos da Baixada Santista que inclui: Unidade de Separação, Tratamento biológico, Tratamento térmico, e aterro para disposição final



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 9 – Fluxograma resumido do Modelo Conceitual Tecnológico desenvolvido pelo IPT



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018.

Com os balanços de massa e energia calculados, aplica-se as condições econômicas para obter os resultados econômicos, ambientais e sociais (conforme apresentado na **Figura 1**). Para a obtenção deste balanço de massa e energia são consideradas algumas premissas tais como:

- RSU volumoso não ensacado é composto 100% de inorgânico;
- Apenas metais ferrosos, metais não ferrosos, plásticos, longa vida, logística reversa, possuem valor comercial na fração +80mm.
- Papel, papelão, tecido, couro, madeira e borracha são aproveitados como CDRU ou na queima;
- A redução de massa, Custos de Investimentos (CAPEX), Custos de Operação (OPEX) (na separação, biológico, térmico e aterro) é dependente do rendimento dos equipamentos e processos (CIMPAN, 2015 e 2016; LOMBARDI, L. et al, 2014; BIOFERM, 2015a e b; JOINT POWERS AUTHORITY, 2017; TSILEMOU, 2006);
- A energia líquida é calculada em função da umidade e PCI dos diferentes componentes (GOMEZ, 2016; CARVALHO, 1999); e
- A receita é calculada apenas em função da venda de materiais recicláveis conforme e a venda de energia, o valor considerado na época da elaboração do PRGIRS foi de R\$ 200,00 por MWh.

Portanto, este produto apresenta o modelo conceitual e tecnológico destas unidades, compondo o Sistema de Processamento de Resíduos sólidos planejado para a Baixada Santista, para atendimento das metas de redução estipuladas para o ano de 2043, conforme dados atualizados do PRGIRS/BS. Será apresentada a seguir cada unidade tecnológica do modelo conceitual, a saber:

- Unidades de triagem semimecanizadas;
- Unidades de tratamento de resíduos orgânicos; e
- Unidade de tratamento de rejeitos.

4. Modelo Tecnológico das Unidades de Triagem Semimecanizadas

A triagem semimecanizada associa a triagem manual com a mecanizada, visando um aumento da capacidade de processamento do material da coleta seletiva. Atualmente, existe tecnologia disponível comercialmente para segregar praticamente todas as classes de materiais, tais como ferrosos, não ferrosos, plásticos, papel e papelão por cores e densidades, entre outros. Porém o uso destas tecnologias implica em complexidade e custos crescentes do circuito de separação. Por este motivo, a aplicação da segregação

manual e mecanizada, trabalhando de forma consorciada, visa a obtenção do melhor custo-benefício, utilizando-se a mecanizada na segregação da maior massa e a manual no detalhamento e controle de qualidade. Vale ressaltar a importância da segregação manual no formato de esteiras elevada, o que aumenta ainda mais a eficiência dessa triagem (**Figura 10**).

Figura 10 – Sistema de segregação manual em esteiras elevadas



Fonte: Lippel, 2024.

Embora as operações unitárias presentes em uma planta de triagem mecanizada de resíduos já sejam bem conhecidas e estabelecidas, a definição do layout do processamento, ou seja, a sequência das operações, bem como o grau de mecanização, deve ser customizados de acordo com as características específicas da região considerada, a saber: composição dos materiais de entrada, composição desejada dos produtos, disponibilidade de recursos e aspectos sociais da região.

Conforme já mencionado, para atendimento das metas de redução de inertes destinados ao aterro, propõem-se a instalação de unidades microrregionais de segregação semimecanizada, sendo assim possível atingir uma capacidade de processamento suficiente para o cumprimento das metas. Entretanto, a coleta municipal, assim como as cooperativas de triagem municipais devem ser mantidas e modernizadas constantemente. Desta forma, as unidades microrregionais atenderiam o excedente da massa prevista nas metas de redução, material que hoje está indo para o aterro sanitário (em torno de 96% do RSU gerado na Região).

Complementarmente, para um aumento da capacidade de reciclagem de materiais inertes, assim como do tratamento de resíduos orgânicos, propõem-se a instalação de unidades microrregionais de segregação semimecanizada de resíduos mistos. Portanto, conforme apresentado na **Figura 11**, foram dimensionadas 02 unidades de segregação

semimecanizada para serem instaladas em cada uma das 3 microrregiões, sendo 01 de segregação de resíduos da coleta seletiva (resíduos segregados na fonte) e 01 de segregação da coleta regular (resíduos mistos). Cabe ressaltar que estas unidades podem estar localizadas no mesmo complexo/área, compartilhando assim questões logísticas e de infraestrutura.

Figura 11 - Unidades microrregionais de segregação semimecanizada da coleta seletiva e coleta regular



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1 Unidade de triagem semimecanizada da coleta seletiva

Para atingir a capacidade de triagem da massa de materiais da coleta seletiva, estipuladas pelas metas de redução apresentadas no PRGIRS/BS (AGEM/IPT, 2023), é necessário um forte investimento em mão de obra, infraestrutura, apoio operacional e de gestão para ampliação do sistema já existente, que hoje conta com 15 cooperativas, com diferentes realidades nos 9 municípios. As metas de redução de resíduos recicláveis (materiais inertes) destinados ao aterro para a região da Baixada Santista para os próximos 20 anos, previstas pelo PRGIRS (2023) chegam à 145 mil Toneladas no ano de 2043. Considerando a capacidade instalada hoje de atendimento de 18 mil t/ano, se faz necessário um aumento de capacidade de 127 mil toneladas, para os próximos 20 anos. Portanto, unidades microrregionais seriam instaladas para complementar a massa necessária para atingir as metas.

Além disso, as metas estabelecidas no PRGIRS (AGEM/IPT, 2023), são de materiais encaminhados para a reciclagem e não de coleta seletiva. Portanto, considerando que a

triagem gera uma quantidade de rejeito, deve ser acrescentado uma estimativa dessa massa para o dimensionamento da capacidade das unidades de triagem. O valor adotado foi definido conforme a quantidade gerada atualmente, de aproximadamente 30 %. Lembrando que rejeitos de cooperativas de triagem são compostos não apenas de resíduos úmidos (orgânicos), como também dos secos sem valor comercial, como por exemplo: tecidos, alguns tipos de plásticos, cacos de vidro inviáveis de serem triados, alguns tipos de madeira, papéis e papelão sujos ou engordurados, entre outros.

A **Tabela 3** apresenta o detalhamento dos cálculos realizados para alcançar os valores a serem utilizados para o dimensionamento das plantas de segregação semimecanizada. Os dados apresentados na tabela foram representados em t/dia, considerando o total de dias do ano de 2043. Foi realizado também um exercício considerando uma jornada de trabalho de segunda-feira a sábado, descontando os domingos, o que resultou em uma média de 300 dias úteis e, portanto, uma capacidade variando de 200 a 236 t/dia útil.

Tabela 3 – Capacidade de atendimento das unidades de segregação semimecanizada dos resíduos da coleta seletiva

Microrregião	Metas de redução de inertes (t/dia)	Capacidade instalada atualmente (t/dia)	Aumento necessário (t/dia)	Capacidade necessária acrescentado os 30 % de rejeito (t/dia)	Capacidade de atendimento da unidade de segregação	
					(t/dia útil)	(t/hora)
1	134	8	126	164	200	25
2	179	33	146	190	231	29
3	157	8	149	194	236	30
Baixada Santista	470	49	421	548	667	83

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1.1 Capacidade de atendimento

Visto que a quantidade apresentada para cada microrregião é relativamente próxima, adotou-se como base para a concepção da unidade microrregional, o valor médio de 230 t/dia de capacidade instalada, que poderá ser utilizada como modelo para as 3 microrregiões da Baixada Santista.

A **Tabela 4** apresenta o volume dos materiais a serem segregados nas unidades de triagem considerando uma jornada de trabalho de 300 dias úteis por ano, com uma carga horária de 8 horas por dia. Para o dimensionamento dos equipamentos, visto que estes são comercializados conforme capacidade volumétrica, foi calculada a densidade do material, considerando-se como base a composição dos resíduos, em quilograma, da microrregião 2

e aplicando-se os índices de densidade de cada material, conforme apresentado na **Tabela 5**.

Com base nos dados de densidade total e de cada fração dos resíduos, foi realizado o dimensionamento dos equipamentos que farão parte da segregação, considerando que a composição, a massa e a densidade dos resíduos são alteradas conforme são retiradas frações do fluxo de entrada e saída de cada equipamento.

Tabela 4 – Volume dos materiais a serem segregados nas unidades de triagem

Jornada de trabalho		Capacidade de atendimento		
Dias/ano	Horas/dia	kg/dia	kg/hora	m ³ /hora
300	8	230.000,00	28.750,00	203,26

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 5 – Volume do material a ser tratado, conforme densidade de cada tipo de material

Material	Densidade (kg/m ³)	Composição do material da coleta seletiva (kg/hora)	Densidade dos resíduos que serão tratados na unidade (m ³ /hora)
Papel/papelão	338	5.187	15
Plástico filme	224	8.520	38
Plástico rígido	135	3.871	29
Tecido	119	3.199	27
Borracha	73	501	7
Tetra pack	60	947	16
Metal	53	759	14
Vidro	50	2.135	43
Madeira	41	495	12
Rejeitos/orgânicos	1213	3.136	3
TOTAL	231	28.750	203

Fonte: Elaborado pelos autores.

Portanto, o volume de material que entra e sai de cada equipamento de segregação, rejeitos gerados (material descartado) e materiais reaproveitados (material recuperado) são apresentados na **Tabela 6**. Já a **Figura 12** indica o sequenciamento dos equipamentos de triagem. Adicionalmente, a listagem a seguir indica a funcionalidade dos equipamentos necessários para a realização da segregação:

- **Rasga sacos:** Abertura das embalagens plásticas;
- **Separador magnético:** Separação dos metais ferrosos;
- **Separador balístico:** Separação dos materiais 3D (rolam para as esteiras inferiores) dos 2D (sobem para as esteiras superiores)

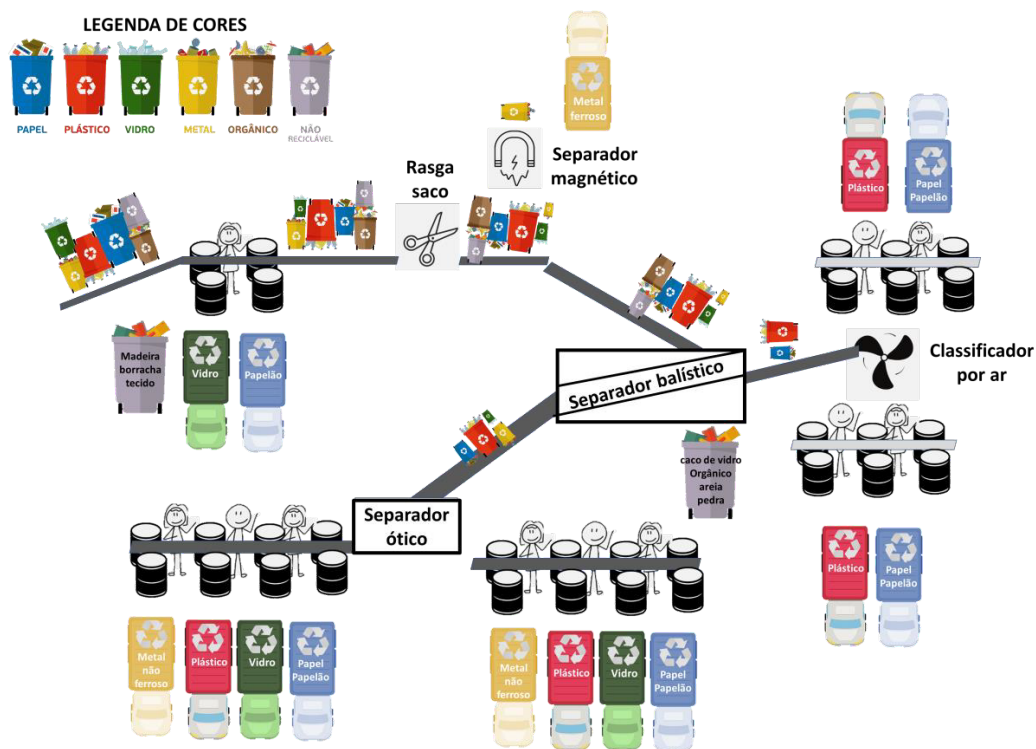
- **Classificador de ar:** Separa os 2D em mais leves e mais pesados
- **Separador ótico:** Permite a separação em vários tipos de materiais por composição, cor e forma.

Tabela 6 – Volume de material que entra e sai de cada equipamento de segregação, rejeitos gerados (material descartado) e materiais reaproveitados (material recuperado)

Equipamentos	Volume de material (m³/hora)		Material recuperado/ reaproveitado		Material descartado*	
	Entrada	Saída	(m³/hora)	Composição	(m³/hora)	Composição
Descarregado no Fosso de acumulação e pré-triagem (manual) (E1)	203	195	6	Vidro Papeloão Latas	2	Tecido Madeira Borracha
Rasga sacos	195	195	-		-	-
Separador magnético (retirada de material)	195	184	11	Metais ferrosos	-	-
Separador balístico	184	52 (2D) 123 (3D)	-	-	1 8	Orgânicos Vidros quebrados e outros
Classificador de ar	52	14 (E2) 38 (E3)	-	-	-	-
Separador ótico	123	78 (E4) 16 (E5) 29 (E6)	-	-	-	-
Esteira de Triagem Manual 2 (E2)	14	0	12	Papel Papeloão	2	Papel sujo
Esteira de Triagem Manual 3 (E3)	38	0	34	Plástico filme (2D)	4	Plástico filme (2D) não reciclável
Esteira de Triagem Manual 4 (E4)	78	0	33	Vidro Metal não ferroso	45	Orgânico Tecido Madeira Borracha
Esteira de Triagem Manual 5 (E5)	16	0	14	Tetrapak	2	Tetrapak sujo e outros
Esteira de Triagem Manual 6 (E6)	29	0	26	Plásticos 3D	3	Plásticos 3 D não recicláveis
TOTAL			136		67	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 12 – Sequenciamento dos equipamentos de triagem da coleta seletiva



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os itens a seguir apresentam as premissas adotadas no dimensionamento desse sistema:

- I. O fosso de acumulação foi dimensionado com capacidade de acumular 1 dia de coleta;
- II. Os resíduos descarregados no fosso de acumulação serão transferidos, com o auxílio de retroescavadeira, para uma correia transportadora que encaminhará o material até a esteira de pré-triagem manual (E1).
- III. Na esteira de pré-triagem manual serão retirados os materiais volumosos (como madeiras, latas de maiores proporções); os tecidos que estiverem visíveis, e que poderão enroscar nos equipamentos e os vidros que estiverem visíveis e que podem se quebrar no interior dos equipamentos;
- IV. Em seguida, uma esteira transportadora encaminhará os materiais para o rasga saco;
- V. Depois de passar pelo rasga saco, os resíduos seguem para o separador balístico, passando pelo separador magnético que retêm os metais ferrosos.

- VI. No separador balístico, os materiais são separados em planos e leves (2D) dos rolantes e pesados (3D).
- VII. Os materiais leves seguem para o classificador de ar, que os separa em plásticos e papéis/papelão, encaminhando-os para 2 esteiras de triagem manual (E2 e E3), onde é realizado o controle de qualidade da separação, com descarte dos rejeitos que podem ter sobrado no processo.
- VIII. Os materiais que saem do separador ótico não encaminhados para 3 esteiras de triagem manual (E4, E5 e E6), onde é realizado o controle de qualidade da separação dos tetrapak, vidros e plásticos, com descarte dos rejeitos que podem ter sobrado no processo.

A **Tabela 7** apresenta o balanço de massa estimado dos materiais com base na eficácia da operação dos equipamentos. Quanto à capacidade e dimensões de cada equipamento a ser instalado, estes são conforme apresentado na **Tabela 8**.

Tabela 7 – Balanço de massa do material coletado, reaproveitados e descartados

Encaminhado para a triagem		Recicláveis recuperados			Descartados (rejeitos)		
t/dia	m ³ /dia	t/dia	%	m ³ /dia	t/dia	%	m ³ /dia
230	1.623	154	67	1.088	76	33	535

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 8 – Equipamentos a serem instalados e capacidade de cada um

Equipamentos de triagem	Capacidade aproximada (m ³ /hora)	Dimensões aproximadas (C x L x A) (m)
Rasga sacos	110*	1,8 x 1,8 x 1,8
Separador magnético	20	2,5 x 1,3 x 1,3
Separador balístico	200	6,1 x 3,0 x 6,1 m
Classificador de ar	100	1,4 x 1,0 x 4,7
Separador ótico	125	1,9 x 3,7 x 2,0

*2 unidades

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além dos equipamentos de triagem, são necessários os seguintes equipamentos para a operação da unidade de segregação:

- Retroescavadeira;
- Empilhadeira;

- Prensa;
- Balança de pesagem dos materiais;
- Balança de pesagem dos caminhões;
- Esteiras de triagem e transportadoras;
- Entre outros.

4.1.2 Mão de obra necessária

Considerando que o sistema será constituído por triagem manual, assim como a equipe de pesagem, enfardadores, administrativos, etc., será necessária a seguinte equipe para operar cada unidade de triagem, conforme apresentado na **Tabela 9**.

Tabela 9 – Equipe de funcionários da unidade

Equipe de funcionários	Tamanho da equipe
Equipe de triagem	40
Encarregado de produção	2
Operador de pá carregadeira	1
Controlador de planta	1
Operador de prensa	6
Mecânico	1
Eletricista	1
Gerente	1
Engenheiro de manutenção	1
Pessoal da limpeza	2
TOTAL	56

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1.3 Edificações e instalações gerais

Considerando a dimensão dos equipamentos e a quantidade de material que chegará na área, assim como a equipe envolvida na operação da unidade, foram realizados os dimensionamentos conforme apresentados na **Tabela 10**.

Tabela 10 – Edificações e instalações gerais

	Tamanho	Unidade	Descrição
Portaria	20	m ²	Controle de entrada e pesagem dos caminhões
Fosso de acumulação	310	m ²	Andar térreo com 4 metros de profundidade
Área de triagem	350	m ²	Andar térreo - Pé direito duplo (7 a 8 metros de altura) com esteiras de triagem elevadas
Área de estoque	150	m ²	Andar térreo - Estoque dos recicláveis
Recepção	15	m ²	Andar térreo
Escritório	80	m ²	Andar superior – mezanino com vista para a área de triagem
Sala de reunião	50	m ²	Andar superior – mezanino com vista para a área de triagem
Sala de educação ambiental	50	m ²	Andar superior – mezanino com vista para a área de triagem
Refeitório	80	m ²	Andar térreo
Copa/cozinha	21	m ²	Andar térreo
Sanitário/vestiário feminino	30	m ²	Andar térreo - Constituído por 2 sanitários, 2 chuveiros, 01 sanitário acessível, 03 pias, área para vestiário com armário contendo 30 compartimentos.
Sanitário/vestiário masculino	30	m ²	Andar térreo - Constituído por 2 sanitários, 2 chuveiros, 01 sanitário acessível, 03 pias, área para vestiário com armário contendo 30 compartimentos.
Sanitário visitas feminino	16	m ²	Andar superior - Constituído por 2 sanitários e 03 pias.
Sanitário visitas masculino	16	m ²	Andar superior - Constituído por 2 sanitários e 03 pias.
Sanitário acessível com pia	16	m ²	Andar superior - Constituído por 1 sanitário e 1 pia.
Total pavimento inferior	1.006	m ²	Tamanho da área da edificação
Total Pavimento superior	228	m ²	Mezanino

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1.4 Custos de instalação e operação

Considerando o custo médio de construção de R\$ 1.716,30 por m², estipulado por Torres (2023), estima-se um investimento de R\$ 2.117.914,20 com a edificação da unidade de triagem com as salas de reunião, educação ambiental, refeitório, portaria, etc. Neste valor não estão inclusos os custos de instalações elétrica, hidráulicas e acabamentos.

Quanto à aquisição dos equipamentos de triagem, correias transportadoras entre um equipamento e outro, esteiras de triagem elevadas, balanças, retroscavadeira e demais

equipamentos citados neste documento, estima-se um investimento de R\$ 22.780.239,60, totalizando, com o valor da edificação, R\$ 24.898.153,80.

Quanto à operação, considerando a equipe envolvida e os turnos de trabalho, estima-se um total de R\$ 729.780,00 por mês, conforme apresentado na **Tabela 20**. Não foram considerados consumo energético dos equipamentos, consumo de água e nem manutenções preventivas/corretivas nos equipamentos.

Tabela 11 – Custos com equipe de operação

Equipe de operação	Quantidade	Valor (R\$/mês)*
Equipe de triagem	40	216.000,00
Encarregado de produção	2	16.434,00
Operador de pá carregadeira	1	6.900,00
Controlador de planta	1	6.900,00
Operador de prensa	6	34.200,00
Mecânico	1	8.616,00
Eletricista	1	12.000,00
Gerente	1	26.040,00
Engenheiro de manutenção	1	27.000,00
Pessoal da limpeza	2	10.800,00
Total	112	364.890,00

*Salários mais encargos

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2 Unidade de triagem semimecanizada da coleta regular

Conforme apresentado no **Item 2** juntamente com o PRGIRS, (2023), estima-se que no ano de 2043 serão geradas 810 mil toneladas de resíduos domiciliares. Deste total, foram estabelecidas metas de redução de rejeitos em 41 %, ou seja, o reaproveitamento de 331.985 toneladas de resíduos, sendo 171.378 toneladas da fração orgânica e 160.607 toneladas da fração de recicláveis, restando ainda 478 mil toneladas anualmente descartadas na forma de rejeito, conforme apresentado na **Tabela 12**.

Para isso, propõem-se a concepção de unidades microrregionais que atendam a coleta regular, dos resíduos denominados de “rejeitos”, dos municípios que constituem cada microrregião. Apesar destes serem denominados de rejeito, ainda possuem bastante material passível de reaproveitamento. Portanto, a unidade realizaria o processamento dos resíduos coletados por segregação semimecanizada, com reaproveitamento dos recicláveis

ainda presentes na massa de resíduo misto. Cada unidade deverá atender uma massa total variando entre microrregiões, sendo de 131 mil t/ano para a microrregião 1; 141 mil t/ano para a microrregião 2 e 206 mil t/ano para a microrregião 3.

Portanto, para a concepção desta unidade foi adotada uma massa de até 175 mil t/ano e a estimativa da composição dos resíduos da microrregião 2, conforme apresentado na **Tabela 6**. Devido às semelhanças nas características gerais dos resíduos gerados na região da Baixada Santista, este mesmo projeto poderá ser aplicado para atendimento da coleta regular de cada uma das 3 microrregiões.

Tabela 12 – Características operacionais da unidade de segregação semimecanizada dos resíduos da coleta seletiva

Características operacionais adotadas	Turnos de trabalho		Capacidade da unidade de triagem (kg/hora)
	(dias/ano)	(horas/dia)	
Dados	300	16	36.329

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto à capacidade de atendimento em m³/hora, conforme a massa segregada por hora de trabalho e a composição aplicada, o volume inicial será conforme apresentado na **Tabela 13**.

Tabela 13 – Massa e volume dos materiais a serem segregados

Material	Densidade (kg/m ³)	Composição do material coletado na microrregião 2 (kg/hora)	Densidade dos resíduos que serão tratados na unidade (m ³ /hora)
Papel/papelão	338	3.517	10
Plástico filme	224	5.069	23
Plástico rígido	135	2.643	20
Tecido	119	1.764	15
Borracha	73	135	2
Tetra pack	60	629	10
Metal	53	540	10
Vidro	50	908	18
Madeira	41	126	3
Rejeitos/orgânicos	1213	20.999	17
TOTAL	231	72.659	128

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base nos dados de densidade total e de cada fração dos resíduos, foi realizado o dimensionamento dos equipamentos que farão parte da segregação, considerando que a composição, massa e densidades dos resíduos é alterada conforme são retiradas frações do fluxo de entrada e saída de cada equipamento.

Portanto, conforme apresentado na **Tabela 14**, **Figura 13**, e na listagem que segue, temos que o fluxo de processamento e os equipamentos envolvidos na segregação serão aqueles utilizados para os resíduos da coleta seletiva, a citar:

- **Rasga sacos:** Abertura das embalagens plásticas;
- **Separador magnético:** Separação dos metais ferrosos;
- **Trommel (peneira rotativa):** Separação dos resíduos orgânicos;
- **Separador balístico:** Separação dos materiais 3D (rolam para as esteiras inferiores) dos 2D (sobem para as esteiras superiores)
- **Classificador de ar:** Separa os 2D em mais leves e mais pesados
- **Separador ótico:** Permite a separação em vários tipos de materiais por composição, cor e forma.

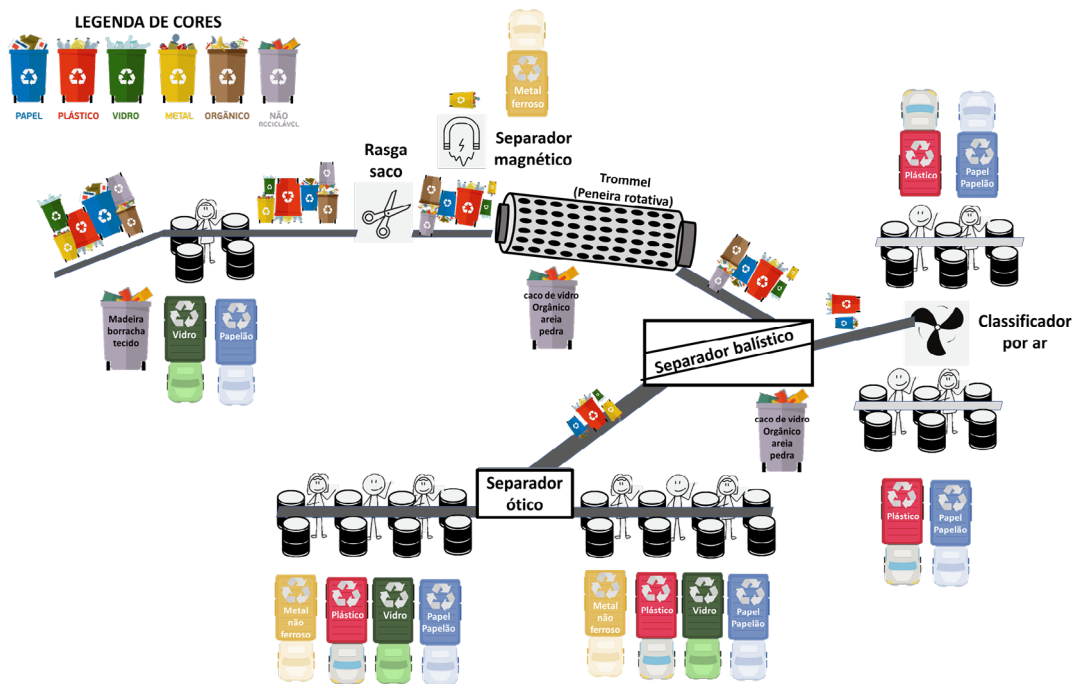
Tabela 14 - Volume de material que entra e sai de cada equipamento de segregação, rejeitos gerados (material descartado) e materiais reaproveitados (material recuperado)

Equipamentos	Volume de material (m ³ /hora)		Material recuperado/ reaproveitado		Material descartado*	
	Entrada	Saída	(m ³ /hora)	Composição	(m ³ /hora)	Composição
Descarregado no fosso de acumulação e encaminhamento para a pré-triagem (manual) (E1)	128	152	3	Vidro Papelão Latas	1	Tecido Madeira Borracha
Rasga sacos	124	124	-	-	-	-
Trommel	124	105	-	-	16 3	Orgânicos Vidros quebrados e outros
Separador magnético (retirada de material)	105	98	7	Metais ferrosos	-	-
Separador balístico	98	32 (2D) 62 (3D)	-	-	2 3	Orgânicos Vidros quebrados e outros
Classificador de ar	32	9 (E2) 23 (E3)	-	-	-	-
Separador ótico	62	32 (E4) 11 (E5) 19 (E6)	-	-	-	-
Esteira de Triagem Manual 2 (E2)	9	0	8	Papel Papelão	1	Papel sujo
Esteira de Triagem Manual 3 (E3)	23	0	20	Plástico filme (2D)	3	Plástico filme (2D) não reciclável
Esteira de Triagem Manual 4 (E4)	32	0	13	Vidro Metal não ferroso	19	Tecido Madeira Borracha
Esteira de Triagem Manual 5 (E5)	10	0	9	Tetrapak	1	Tetrapak sujo e outros
Esteira de Triagem Manual 6 (E6)	19	0	17	Plásticos 3D	2	Plásticos 3 D não recicláveis
TOTAL			108		48	

*Rejeito de operação, sendo os orgânico passíveis de reaproveitamento em unidades de compostagem ou biodigestão

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 13 – Sequenciamento dos equipamentos de triagem da coleta regular



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os itens a seguir apresentam as premissas adotadas no dimensionamento desse sistema:

- I. O fosso de acumulação foi dimensionado com capacidade de acumular 1 dia de coleta;
- II. Os resíduos descarregados no fosso de acumulação serão transferidos, com o auxílio de retroescavadeira, para uma correia transportadora que encaminhará o material até a esteira de pré-triagem manual (E1).
- III. Na esteira de pré-triagem manual serão retirados os materiais volumosos (como madeiras, latas de maiores proporções); os tecidos que estiverem visíveis, e que poderão enroscar nos equipamentos e os vidros que estiverem visíveis e que podem se quebrar no interior dos equipamentos;
- IV. Em seguida, esteira transportadora encaminhará os materiais para o rasga saco;
- V. Depois de passar pelo rasga saco, os resíduos seguem para o trommel, onde serão retidos os materiais maiores do que 40 ou 70 mm, dependendo da

malha escolhida. O trommel permanece em um nível superior e abaixo deste, poderão ser dispostas caçambas de carretas que transportarão o que é descartado para aterro ou para planta de compostagem ou biodigestão.

- VI. O que fica retido no trommel, segue para o separador balístico, passando pelo separador magnético que retêm os metais ferrosos. No separador balístico, os materiais são separados em planos e leves (2D) dos rolantes e pesados (3D).
- VII. Os materiais leves seguem para o classificador de ar, que os separa em plásticos e papéis/papelão, encaminhando-os para 2 esteiras de triagem manual (E2 e E3), onde é realizado o controle de qualidade da separação, com descarte dos rejeitos que podem ter sobrado no processo.
- VIII. Os materiais que saem do separador ótico não encaminhados para 3 esteiras de triagem manual (E4, E5 e E6), onde é realizado o controle de qualidade da separação dos tetrapak, vidros e plásticos, com descarte dos rejeitos que podem ter sobrado no processo.

Considerando que os materiais descartados constituídos por orgânicos podem ser reaproveitados em unidades de compostagem ou biodigestão anaeróbia, cerca de 18 m³/hora podem ainda ser reaproveitados, ou seja, 22 t/hora ou 350 t/dia, conforme balanço de massa apresentado na **Tabela 15**.

Tabela 15 – Balanço de massa do material coletado, reaproveitados e descartados

Encaminhado para a triagem		Recicláveis recuperados		Orgânicos passíveis de tratamento aeróbio/anaeróbio		Descartados (rejeitos)	
t/dia	m ³ /dia	t/dia	m ³ /dia	t/dia	m ³ /dia	t/dia	m ³ /dia
581	2.048	201	1.712	350	288	30	48

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quanto à capacidade e dimensões de cada equipamento a ser instalado, estes são conforme apresentado na **Tabela 16**.

Tabela 16 – Equipamentos a serem instalados e capacidade de cada um

Equipamentos de triagem	Capacidade aproximada (m ³ /hora)	Dimensões aproximadas (C x L x A)
Rasga sacos	160	2,5 x 2,5 x 2,5
Separador magnético	40	2,5 x 1,3 x 1,3
Trommel	130	10,0 x 2,5 x 2,5
Separador balístico	100	6,1 x 3,0 x 6,1 m
Classificador de ar	50	1,3 x 1,5 x 4,7
Separador ótico	70	1,9 x 3,7 x 2,0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além dos equipamentos de triagem, são necessários os seguintes equipamentos para a operação da unidade de segregação:

- Retroescavadeira;
- Empilhadeira;
- Prensa;
- Balança de pesagem dos materiais;
- Balança de pesagem dos caminhões;
- Esteiras de triagem e transportadoras;
- Entre outros.

4.2.1 Equipe necessária

Considerando que o sistema será constituído por triagem manual, assim como a equipe de pesagem, enfardadores, administrativos, etc., será necessária a seguinte equipe para operar esta unidade de triagem, conforme apresentado na **Tabela 17**.

Tabela 17 – Equipe envolvida na operação da unidade de triagem

Equipe de operação	Tamanho da equipe (nº/turno de trabalho)	Tamanho da equipe (nº total)
Equipe de triagem	40	80
Encarregado de produção	2	4
Operador de pá carregadeira	1	2
Controlador de planta	1	2
Operador de prensa	6	12
Mecânico	1	2
Eletricista	1	2
Gerente	1	2
Engenheiro de manutenção	1	2
Pessoal da limpeza	2	4
TOTAL	56	112

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2.2 Área necessária

Considerando a dimensão dos equipamentos e a quantidade de material que chegará na área, assim como a equipe envolvida na operação da unidade, foram realizados os dimensionamentos conforme apresentados na **Tabela 18**.

Tabela 18 – Edificações

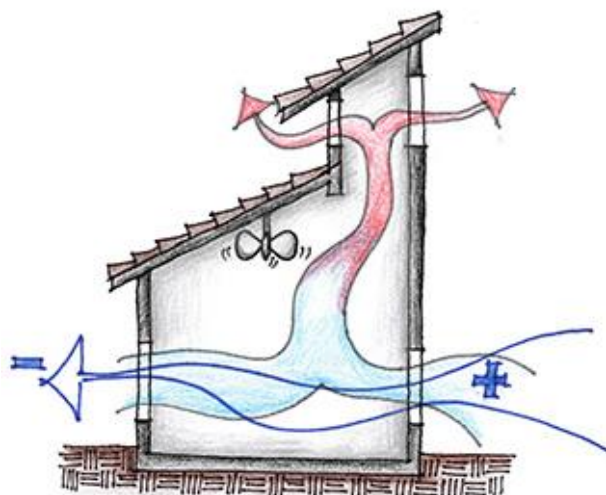
	Tamanho	Unidade	Descrição
Portaria	20	m ²	Controle de entrada e pesagem dos caminhões
Fosso de acumulação	200	m ²	Andar térreo com 4 metros de profundidade
Área de triagem	400	m ²	Andar térreo - Pé direito duplo (7 a 8 metros de altura) com esteiras de triagem elevadas
Área de estoque	180	m ²	Andar térreo - Estoque dos recicláveis
Recepção	15	m ²	Andar térreo
Escritório	80	m ²	Andar superior – mezanino com vista para a área de triagem
Sala de reunião	50	m ²	Andar superior – mezanino com vista para a área de triagem
Sala de educação ambiental	50	m ²	Andar superior – mezanino com vista para a área de triagem
Refeitório	100	m ²	Andar térreo
Copa/cozinha	21	m ²	Andar térreo
Sanitário/vestiário feminino	30	m ²	Andar térreo - Constituído por 2 sanitários, 2 chuveiros, 01 sanitário acessível, 03 pias, área para vestiário com armário contendo 30 compartimentos.
Sanitário/vestiário masculino	30	m ²	Andar térreo - Constituído por 2 sanitários, 2 chuveiros, 01 sanitário acessível, 03 pias, área para vestiário com armário contendo 30 compartimentos.
Sanitário visitas feminino	16	m ²	Andar superior - Constituído por 2 sanitários e 03 pias.
Sanitário visitas masculino	16	m ²	Andar superior - Constituído por 2 sanitários e 03 pias.
Sanitário acessível com pia	16	m ²	Andar superior - Constituído por 1 sanitário e 1 pia.
Total pavimento inferior	996	m ²	Tamanho da área de edificação
Total Pavimento superior	228	m ²	Mezanino

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o dimensionamento ainda devem ser considerados:

- I. A unidade deverá conter sistemas de iluminação e ventilação natural, que garantirá a circulação eficiente de ar, eliminando o ar quente e permitindo a entrada de ar renovado (**Figura 14**);
- II. O sistema de iluminação e ventilação será aplicado por meio de construção com utilização de tijolos vazados (elementos vazados) à cerca de 1/3 da altura da parede para cima;
- III. O pendural, entre o telhado e a parede, será vazado, porém, com a presença de grade, evitando assim a entrada de ave-fauna no interior da edificação; e
- IV. Além disto, deverão ser instalados exaustores eólicos no telhado da unidade, que realizam a circulação do ar sem a utilização de energia elétrica.

Figura 14 – Sistema que favorece a ventilação natural



Fonte: Ministério do Meio Ambiente, 2023.

4.2.3 Sistema de impermeabilização, drenagem e remoção de percolato

Tendo em vista que neste modelo tecnológico a Unidade de triagem gerencia resíduos mistos, que contém resíduo orgânicos ou resíduos úmidos misturados à massa de resíduos recicláveis, durante a operação poderá haver geração de líquidos, que pode vazar do caminhão compactador durante o descarregamento, ou caso seja necessário o armazenamento do material por algum período. Tais líquidos deverão ser drenados em

canaletas similares às de postos de combustível, que devem ser instaladas no fosso de acumulação de material. Além disto, toda a área de triagem deverá conter impermeabilização do piso.

O sistema de impermeabilização, drenagem e remoção de percolato devem seguir as seguintes premissas:

- I. Ao redor do fosso de acumulação serão instaladas canaletas de captação de chorume;
- II. O piso do fosso de acumulação conterà ligeira queda (declive de 2 % a 3 %) em direção às canaletas de captação do chorume;
- III. As canaletas deverão ser fechadas com grelha metálica e com tratamento para resistência à corrosão e deve ser direcionada para uma caixa de armazenamento de chorume que possua fácil acesso.
- IV. As canaletas deverão ser de chapa de aço dobrada e deverão ser instaladas juntamente com a concretagem dos pisos;
- V. O líquido captado nas canaletas será encaminhado, por gravidade, a uma caixa de captação instalada na subsuperfície;
- VI. A caixa de acumulação de chorume conterà um volume de 3 m³, com uma capacidade de 3 mil litros;
- VII. A caixa de acumulação também deverá ser totalmente impermeabilizada;
- VIII. No topo da caixa de acumulação de chorume conterà uma tampa com acesso para retirada mensalmente do líquido armazenado, por caminhos tipo “limpa fossa” e encaminhamento para tratamento em estações de tratamento de esgoto.

4.2.4 Custos de instalação e operação

Considerando o custo médio de construção de R\$ 1.716,30 por m², estipulado por Torres (2023), estima-se um investimento de R\$ 2.100.751,20 com a edificação da unidade de triagem com as salas de reunião, educação ambiental, refeitório, portaria, etc. Neste valor não estão inclusos os custos de instalações elétrica, hidráulicas, sistema de captação e acumulação de chorume e acabamentos em geral.

Quanto à aquisição dos equipamentos de triagem, correias transportadoras entre um equipamento e outro, esteiras de triagem elevadas, balanças, retroescavadeira e demais equipamentos citados neste TR, estima-se um investimento de R\$ 24.200.266,20, totalizando com a edificação, um valor de instalação de R\$ 26.301.017,40.

Quanto à operação, considerando a equipe envolvida e os turnos de trabalho, estima-se um total de R\$ 729.780,00 por mês, conforme apresentado na **Tabela 19**.

Tabela 19 – Custos com equipe de operação

Equipe de operação	Quantidade	Valor (R\$/mês)*
Equipe de triagem	80	432.000,00
Encarregado de produção	4	32.868,00
Operador de pá carregadeira	2	13.800,00
Controlador de planta	2	13.800,00
Operador de prensa	12	68.400,00
Mecânico	2	17.232,00
Eletricista	2	24.000,00
Gerente	2	52.080,00
Engenheiro de manutenção	2	54.000,00
Pessoal da limpeza	4	21.600,00
Total	112	729.780,00

*Salários mais encargos

Fonte: Elaborado pelos autores.

5. Modelo Tecnológico das Unidades de Tratamento de Resíduos Orgânicos

No modelo conceitual tecnológico proposto as unidades compostagem se adequam para os resíduos já segregados na fonte e para os grandes geradores e as unidades de biodigestão para os resíduos mistos e são opções de sistemas descentralizados a serem instalados pelos municípios e/ou microrregiões.

5.1 Unidade de compostagem

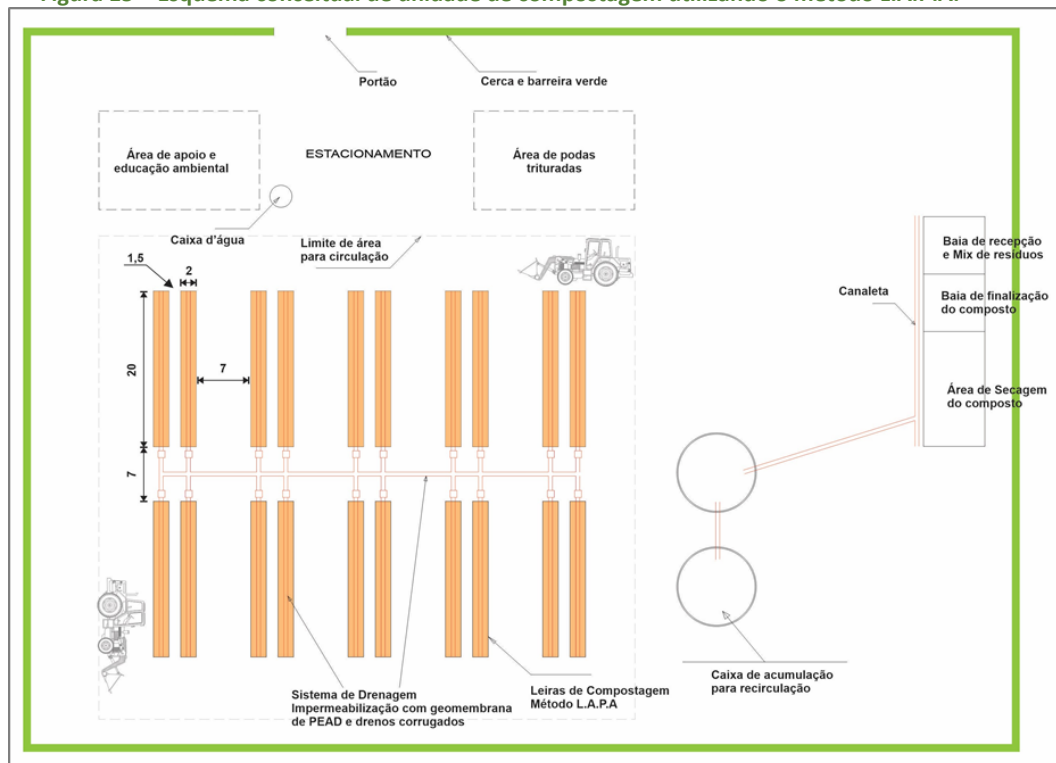
O Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (PRGIRS/BS) prevê a implementação de ações de curto prazo, incluindo a segregação na fonte e coleta seletiva de resíduos orgânicos, promoção da reciclagem desses resíduos e destinação de rejeitos apenas para aterros sanitários. O Guia: Implantação de unidades de compostagem de resíduos orgânicos foi apresentado para orientar os gestores municipais nas etapas de preparação, implantação e operação de unidades de compostagem, bem como na gestão do composto produzido.

O PRGIRS/BS destaca estratégias para a reciclagem de resíduos orgânicos na Baixada Santista, com ênfase na segregação e tratamento local tanto em residências

quanto em grandes geradores públicos e privados. A compostagem é considerada a principal alternativa tecnológica, visando uma redução de 21 % dos resíduos orgânicos enviados a aterros sanitários em um período de 20 anos, tratando cerca de 167 mil toneladas anuais de resíduos orgânicos domiciliares e 55 mil toneladas anuais de resíduos de poda até 2042. Os itens a seguir representam o modelo conceitual tecnológico proposto para as unidades de compostagem.

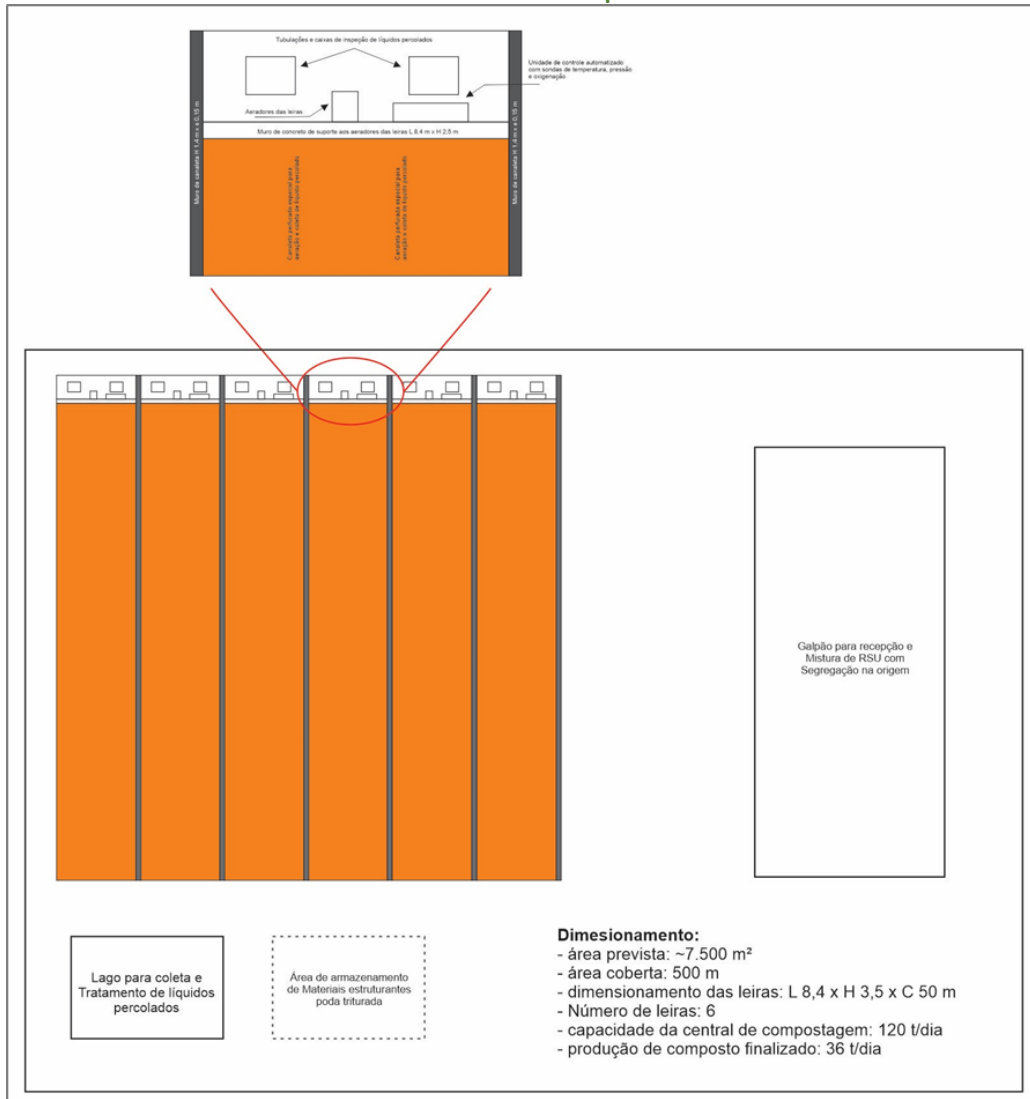
Considerando as características das tecnologias disponíveis e a realidade e características da RMBS, selecionou-se como melhor aplicáveis à realidade da Baixada Santista o sistema de leiras com arquitetura projetada para aeração (sistema L.A.P.A.) (Figura 15) e o sistema de leiras estáticas com membrana semipermeável (Figura 16), que apresentam boa performance de processamento por área, baixo impacto de vizinhança, fluxo contínuo de alimentação e baixa a média complexidade de operação. Essas tecnologias serão detalhadas no item a seguir.

Figura 15 – Esquema conceitual de unidade de compostagem utilizando o método L.A.P.A.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 16 – Esquema conceitual de unidade de compostagem utilizando o sistema de leiras estáticas com manta semipermeável.



Fonte: Elaborado pelos autores.

5.1.1 Escolha da área

Em relação às distâncias, é importante que a área da unidade de compostagem seja implantada próxima às fontes geradores principais dos resíduos orgânicos ou às concentrações de consumidores de composto, buscando reduzir os custos com o transporte de resíduos e composto. O terreno ideal deve ser não alagável, distante no

mínimo a 1,5 m da altura máxima do lençol freático, plano ou terraplenado, levemente inclinado - 1 a 2 % de declividade – para facilitar o escoamento das águas de superfície. Deve ter acesso fácil por caminhões e máquinas e possibilidade de fechamento por cercas e portões para evitar acesso de animais e pessoas não autorizadas e barreiras verdes para evitar ventos e minimizar a saída de odores.

5.1.2 Tamanho de área necessária

Para o sistema L.A.P.A., pode-se usar a referência de planejamento de 250 m² de área necessária para cada tonelada de capacidade diária de processamento de resíduos orgânicos, já incluindo as áreas de armazenamento de podas trituradas e aparas de gramíneas, áreas de recepção e mix de resíduos e áreas de finalização do composto produzido. Assim, para um pátio de compostagem pelo sistema L.A.P.A. de 10 t/dia de capacidade de processamento devem ser reservados 2.500 m² ou para 20 t/dia, 5.000 m². Destaca-se que a área necessária poderá variar conforme as características de cada projeto.

Para o sistema de leiras estáticas com manta semipermeável, que começa a ter viabilidade técnica e econômica a partir de 30 t/dia de capacidade, a referência de planejamento é de 35 m² para cada tonelada de capacidade diária de processamento. Essa performance no uso da área é conseguida pela redução do tempo da compostagem para apenas 8 semanas devido ao maior controle dos fatores de operação no ambiente interno da leira. Assim, uma usina de compostagem pelo sistema de mantas semipermeáveis de 30 t/dia de capacidade necessitará de 1.050 m² e uma de 300 t/dia de capacidade necessitará de 10.500 m².

5.1.3 Preparação do terreno

O terreno deverá ser terraplenado com leve inclinação e compactado para permitir o tráfego constante de caminhões e máquinas com pavimento apropriado (pediscos ou outros) que evite derrapagens e atolamentos. A condução das águas de superfície deve ser feita de modo a evitar alagamentos temporários e erosão, pois o pátio ou unidade de compostagem deverão funcionar inclusive em dias de chuva, já que o fluxo de resíduos dos sistemas de coleta doméstica e municipal é contínuo. O terreno deverá contar com cercamento e portões e uma barreira verde circundando seus limites para evitar ventos e preservar o ambiente microbiano da compostagem.

5.1.4 Infraestrutura e equipamentos necessários

O **Quadro 2** apresenta o detalhamento da infraestrutura e os equipamentos necessários para implantação dos dois métodos.

Quadro 2 – Detalhamento da infraestrutura e equipamentos necessários nos métodos L.A.P.A. e leira estática com manta impermeável.

Método de compostagem	Infraestrutura	Equipamentos
Método L.A.P.A.	Cercas, portões e barreira verde; Ponto de água e energia; Iluminação de emergência para operação noturna; Pavimento adequado ao tráfego de caminhões e máquinas (pedriscos ou outro); Galpão de Apoio e Finalização do Composto; Baias de Recepção e Mix de Resíduos; Sistema de Drenagem, Coleta e Recirculação de Líquidos Percolados; Base da leira em geomembrana de PEAD ou em concreto; Caixas de inspeção; Caixas de acumulação.	Trator com Pá carregadeira ou Mini-carregadeira; Triturador de galhos; Peneira manual inclinada ou de balanço, mecânica horizontal ou rotativa; Ensacadora e seladora; Balança; Termômetro; Bomba hidráulica semissubmersível tipo “sapo”; Carrinhos jerica, garfo reto, garfo curvo, pá, enxada, vassourão.
Método de leiras estáticas com manta semipermeável	Cercas, portões e barreira verde; Ponto de água e energia; Iluminação de emergência para operação noturna; Pavimento Concretado; Galpão de apoio, recepção/mix de resíduos e finalização do composto; Baia concretada com canaletas perfuradas para aeração e coleta de líquidos percolados; Muros laterais de concreto para fixação das bordas da manta; Muro de contenção e suporte de aeradores e do sistema de controle dos aeradores; Casa de Força e Controle dos aeradores.	Mantas semipermeáveis nanoporosas de tripla camada com camada interna de ePTFE; Equipamento enrolador/desenrolador de mantas; Sondas de pressão, temperatura e oxigênio; Internet (Wifi); Notebooks; Software de gerenciamento e controle do sistema aerador; Pá carregadeira; Peneira rotativa; Balança rodoviária.

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.1.5 Custos¹

5.1.5.1 Pátio de Compostagem com sistema L.A.P.A.

O **Quadro 3** apresenta um exemplo ilustrativo do dimensionamento e custos estimados para uma unidade de compostagem com capacidade de 20 t/dia.

Quadro 3 – Dimensionamento e custos de uma unidade de compostagem pelo sistema L.A.P.A. e capacidade de 20 t/dia.

Dimensionamento:

- Área Necessária: 5.000 m²;
- Área Coberta: 170 m²;
- Nº de turnos: 01;
- Nº de operadores/turno: 04 (período de funcionamento de 04 horas/dia);
- Dimensionamento das Leiras: L: 2,00m x H: 2,75 x C: 20,00m;
- Número de Leiras: 20;
- Ciclo da Leira: 120 dias (Fase Ativa: 90 dias + Fase de Maturação: 30 dias);
- Dias Úteis por ano: 313,07;
- Dias Úteis por mês: 26,08;
- Entrada de resíduos: Restos de Alimentos: 15 t/dia; Poda Triturada: 5 t/dia; Aparas de Gramíneas: 1,8 t/dia;
- Geração de Líquido Percolado: 19.723 L/mês (Reservatório: 25.000 L, 45 dias sem necessidade de recircular);
- Geração de Rejeitos: 0,14 t/dia;
- Produção de Composto Finalizado: 6 t/dia.

Custos de implantação (CAPEX) (R\$/mês):

- Infraestrutura e Utilidades: R\$ 281.077,50
- Ferramentas e Montagem: R\$ 5.882,00
- Capex Total: R\$ 286.959,50
- Capex Anualizado: R\$ 28.695,90

Custos de operação (OPEX) (R\$/mês):

- Salários: R\$ 11.312,00
- Energia: R\$ 479,00
- Manutenção: R\$ 1.500,00
- Serviços de terceiros (esp. máquinas): R\$ 12.750,00
- Óleo combustível: R\$ 471,40
- Opex por mês: R\$ 26.512,40
- Opex Anualizado: R\$ 318.148,80

Custos por tonelada de resíduo orgânico compostado:

- CAPEX + OPEX (R\$/ano): R\$ 472.149,50
- CAPEX (R\$/t): R\$ 13,10
- OPEX (R\$/t): R\$ 145,30
- **CAPEX + OPEX (R\$/t): R\$ 158,40**

Fonte: Elaborado pelos autores.

¹ Os custos reais podem variar em função das dificuldades locais de preparação do terreno, do escopo e escala do projeto e outros fatores. Os exemplos indicados nesse item foram retirados de projetos reais, mas não se aplicam como casos gerais.

5.1.5.2 Pátio de compostagem com sistema de leiras estáticas com manta semipermeável

O **Quadro 4** apresenta um exemplo ilustrativo do dimensionamento e custos estimados para uma unidade de compostagem com capacidade de 120 t/dia.

Quadro 4 - Dimensionamento e custos de uma unidade de compostagem pelo sistema de leiras estáticas com manta semipermeável e capacidade de 120 t/dia.

Dimensionamento:

- Área Necessária: 7.500 m²
- Área Coberta: 500 m²
- Nº de turnos: 01; Nº de operadores/turno: 03 (período de funcionamento de 08 horas/dia)
- Dimensionamento das Leiras: L: 8,40m x H: 3,50 x C: 50,00m
- Número de Leiras: 6
- Ciclo da Leira: 45-60 dias (Fase Ativa: 30 dias + Fase de Maturação: 15 dias)
- Dias Úteis por ano: 313,07; Dias Úteis por mês: 26,08
- Entrada de resíduos: Restos de Alimentos: 80 t/dia; Poda Triturada: 40 t/dia; Aparas de Gramíneas: 0,20 t/dia
- Geração de Líquido Percolado: próximo de zero
- Geração de Rejeitos: 3 t/dia
- Produção de Composto Finalizado: 36 t/dia

Custos de implantação (CAPEX) (R\$/mês):

- Infraestrutura e Utilidades: R\$ 1.636.600,00
- Tecnologia (importada): R\$ 9.802.000,00
- Equipamentos e Montagem: R\$ 1.003.332,00
- Capex Total: R\$ 12.441.932,00
- Capex Anualizado: R\$ 622.096,60

Custos de operação (OPEX) (R\$/mês):

- Salários: R\$ 15.352,00
- Energia: R\$ 1.764,50
- Manutenção: R\$ 2.000,00
- Serviços de terceiros: R\$ 1.000,00
- Óleo combustível: R\$ 2.546,00
- Opex por mês: R\$ 22.662,50
- Opex Anualizado: R\$ 271.950,00

Custos por tonelada de resíduo orgânico compostado:

- CAPEX + OPEX (R\$/ano): R\$ 894.046,60
- CAPEX (R\$/t): R\$ 16,56
- OPEX (R\$/t): R\$ 7,24
- **CAPEX + OPEX (R\$/t): R\$ 23,80**

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.2 Unidade de biodigestão anaeróbia

A biodigestão anaeróbia é caracterizada pelo processo de conversão da matéria orgânica na ausência de oxigênio. É um processo bioquímico que ocorre em quatro estágios principais: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese, sendo que em cada estágio estão envolvidas diferentes populações bacterianas. Esta tecnologia objetiva a destinação adequada dos resíduos orgânicos visando o aproveitamento dos seus subprodutos: biogás e composto e, conseqüentemente, contribui para evitar a emissão descontrolada de metano para a atmosfera.

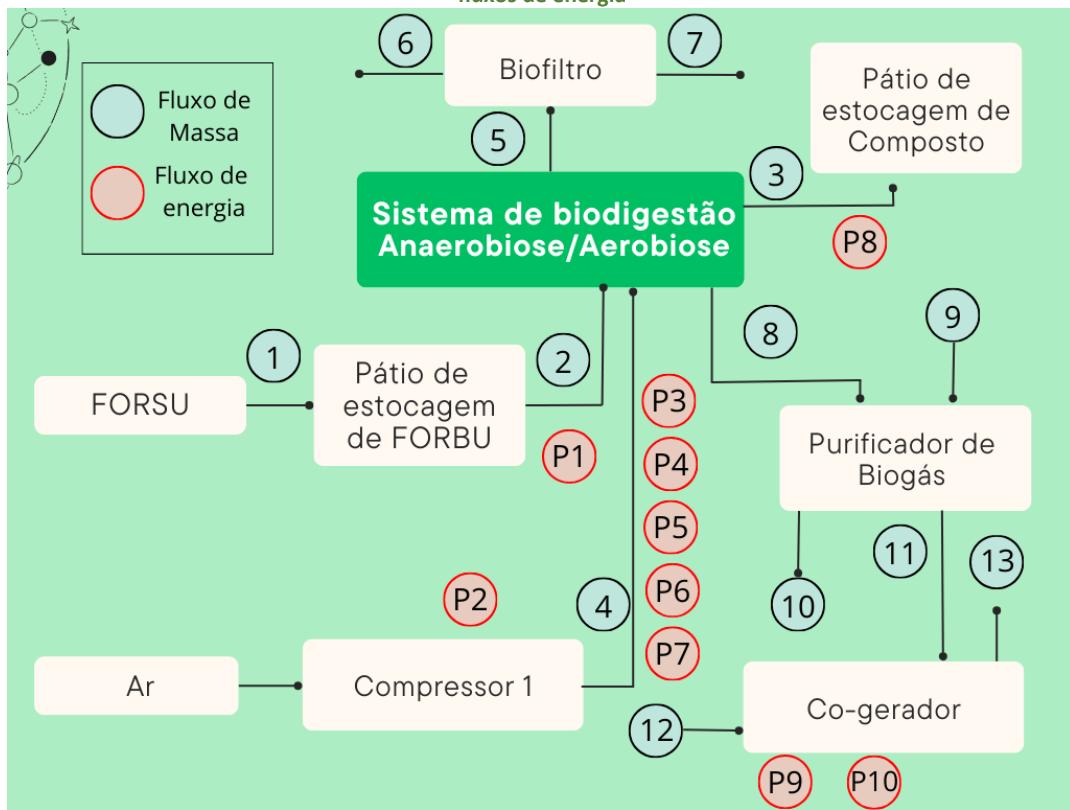
O modelo conceitual dos processos que ocorrem numa planta de biodigestão é apresentado na **Figura 17**. Este é composto pelo sistema de sistema de Biodigestão anaeróbia e aeróbia, por um tanque de recirculação de inóculo, sistema de biofiltro, pátio de estocagem, purificador de biogás e co-gerador, estimando-se um desempenho de redução de massa total de resíduos em torno de 18 %.

No modelo conceitual para a Baixada Santista, as unidades de triagem de resíduos mistos são necessárias para efetuar essa seleção e preparar os resíduos para etapas subsequentes, sendo a fração orgânica resultante desse processo, encaminhada para a digestão anaeróbia (biometanização). Entretanto, salienta-se que, mesmo a planta tendo sido projetada para operar com RSU misto, a produtividade e a qualidade do composto orgânico gerado, juntamente com o desempenho e a qualidade da geração do biogás não serão as mesmas obtidas com alimentação de resíduos orgânicos separados na fonte (coleta seletiva de orgânicos).

O biogás obtido no processo de digestão anaeróbia pode ser utilizado para a geração de energia elétrica e calor. Para uso automotivo ou disponibilização na rede de gás natural, o biogás deverá ser purificado para evitar prejuízos à rede e aos equipamentos da linha de gás natural (IPT, 2018). A composição típica do biogás é de metano (50 % a 70 %), dióxido de carbono (25 % a 45 %), vapor d'água (2 % a 7 %), oxigênio (< 2 %), nitrogênio (< 2 %) e contaminantes em concentração em geral inferiores a 1 % (EPE, 2014). Após o processo de purificação o gás passa a ser chamado de biometano, cuja composição típica é de 95 % a 97 % de CH₄ e 1 % a 3 % de CO₂ (Ryckebosch, Drouillom & Vervaeren, 2011).

Em nota técnica realizada por EPE (2014), a produção específica de energia por tonelada de RSU total foi estimada em 0,109 MWh/t. O valor de produtividade considerado no estudo realizado por Via Pública (2012) foi de 0,28 MWh/t.

Figura 17 - Fluxograma conceitual da planta de biodigestão, onde estrela preta significa fluxos de massa e estrela vermelha signifi fluxos de energia



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os biodigestores anaeróbios podem ser classificados de acordo com a concentração de sólidos totais em que operam. Reatores úmidos, seco e extra seco, operam com intervalos entre 3 - 15 %, 15 - 35 % e 25 -50 % de sólidos totais, respectivamente. Entre estas, a tecnologia extra seca em túneis de metanização tem se mostrado a mais aplicável para a FORSU por aceitar a entrada de matéria com alto teor de sólidos totais contendo impurezas, o que pode danificar os agitadores e bombas aplicados aos sistemas úmido e seco para o tratamento de FORSU (FRICKE et al, 2014; BROWN & LI, 2013; LI et al., 2011).

A tecnologia de biodigestão extrasseca, desenvolvida na última década, opera em regime de bateladas sequenciais com quatro ou mais reatores, possibilitando assim a introdução e remoção da FORSU de maneira contínua (JHA et al, 2011, PROBIOGÁS, 2015).

Como vantagens da digestão anaeróbia podem-se listar (FADE - UFPE, 2014):

- exploração do potencial energético dos resíduos orgânicos por meio da recuperação do gás metano produzido no processo;
- aproveitamento do composto orgânico como insumo para agricultura, em especial os de melhor qualidade, que são obtidos quando a fração orgânica é separada na fonte; recuperação de nutrientes, em especial o fósforo, que fica na matéria orgânica em digestão e é essencial para a sua utilização como fertilizante;
- aumento da vida útil dos aterros sanitários, que passam a receber uma fração orgânica reduzida dos RSU, e, portanto, redução das emissões de gases de efeito estufa;
- os processos anaeróbios podem ser aplicados em grande e pequena escala, tendo médio custo de implantação, baixa demanda de área e alta tolerância a cargas orgânicas elevadas.

As principais dificuldades da aplicação desta tecnologia são (FADE - UFPE, 2014):

- a segregação adequada do resíduo orgânico é fundamental para não comprometer o processo de biodigestão anaeróbia;
- o processo necessita de um tempo de partida elevado, mas que pode ser acelerado com a adição de inóculos, os quais podem ser provenientes de lodos;
- a homogeneização e equilíbrio do sistema necessitam ser bem cuidados para não comprometer o processo, principalmente em relação à viabilidade da microbiota, que é bastante sensível a alterações do ambiente anaeróbio;
- a operação e monitoramento da planta de biodigestão exige mão de obra qualificada.

5.2.1 Equipamentos necessários

Visando a otimização e eficiência dos processos de digestão e de seus resultados, é importante a aplicação de tecnologias apropriadas no pré e no pós-tratamento da matéria orgânica, além de um rigoroso controle das condições ambientais e dos parâmetros operacionais do reator.

Sendo assim, as unidades de digestão anaeróbia devem apresentar 4 estágios principais, sendo:

1. Pré-tratamento: segregação do material não biodegradável e a possível trituração da matéria orgânica;
2. Digestão dos resíduos;
3. Recuperação e tratamento do biogás;
4. Tratamento e análise quanto ao reaproveitamento dos subprodutos gerados (líquidos e substrato pós tratado).

Em geral a planta instalada acompanha uma unidade de pré-tratamento do RSU, envolvendo pelo menos as etapas de retirada das embalagens, separação de materiais contaminantes grosseiros, como plásticos e metais, e redução do tamanho dos fragmentos. Da mesma forma, deve estar prevista ao menos uma unidade de armazenamento para o biogás produzido (gasômetro), e idealmente uma unidade de tratamento de gases (biofiltros).

5.2.2 Custos de instalação e de operação

Para possibilitar a comparação entre os custos das tecnologias disponíveis é necessário trabalhar com dados normalizados ou ter bem estabelecidos os patamares de operação de acordo com a demanda prevista.

Em uma análise de custo realizada pela Via Pública (2012), foram considerados os custos para implantação de uma unidade de TMB para 1 tonelada diária de RSU. “Considerou-se um investimento de R\$ 120 milhões no sistema de biodigestão para o tratamento de 510 t/dia de orgânicos do RSU, provenientes de 1.000 t/dia. Esse investimento inclui a instalação de uma área para a recuperação de materiais recicláveis (*Material Recovery Facility – MRF*) capaz de processar 320 t/dia entre plásticos, papel, papelão, metais ferrosos, materiais não ferrosos, vidros e outros. O custo de investimento desta MRF foi avaliado em R\$ 32 milhões e é composto por mesas com correias transportadoras, caçambas e containers de armazenamento, tanques secos, prensas e – principalmente – sistema anti-incêndio, além de instalações para os trabalhadores, uma vez que essa atividade é essencialmente intensiva em mão de obra” (Via Pública, 2012).

Os custos para operação também foram considerados nesta avaliação, igualmente normalizados para o processamento de 1 t/dia, os quais estão apresentados na **Tabela 20**. É importante ressaltar que para verificar a viabilidade da tecnologia foi considerada a receita proveniente da venda dos materiais recicláveis recuperados.

Tabela 20 - Parâmetros para análise econômico-financeira para o sistema de tratamento mecânico-biológico com emprego de biodigestão anaeróbia

Item	Unidade	Valor
Volume diário processado	t/dia	1.000
Volume diário digerido	t/dia	510
Material recuperado para reciclagem	t/dia	320
Dias de operação por ano	dia/ano	330
Geração de eletricidade	MWh/t	0,28
Investimento	R\$ (milhões)	120
Custo de O & M	R\$/t	70
Valor cobrado na recepção do RSU (<i>Gate fee</i>)	R\$/t	80
Preço de vendas de recicláveis ^a	R\$/t	506,20
Preço de venda da eletricidade	R\$/MWh	140
Taxa de desconto	% a.a.	8
Taxa de alavancagem	%	30/70
Condições de financiamento (taxa de juros, carência, prazos)	Referência	BNDES - Infraestrutura
Participação na receita de venda dos recicláveis	%	30

Nota dos autores (Via Pública, 2012): a) corresponde ao valor obtido pela simples multiplicação das quantidades previstas pela PNRS, pelos preços médios dos recicláveis divulgados pelo CEMPRE para São Paulo.

Fonte: Via Pública, 2012

Embora trabalhar com valores médios normalizados seja interessante para comparações entre rotas tecnológicas, deve-se ressaltar que a mudança da escala de operação tem impacto significativo sobre os custos.

Em um levantamento de custos realizado pela FADE - UFPE (2014), foram considerados dois tipos de unidades, uma com capacidade de processamento de 20.000 t/ano (66 t/dia) e a outra com capacidade de 72.000 t/ano (225 t/dia). Os custos de

implantação, operação e manutenção estão apresentados na **Tabela 21**, permitindo uma análise comparativa.

Tabela 21 - Parâmetros para análise econômico-financeira para o sistema de tratamento mecânico-biológico com emprego de biodigestão anaeróbia, considerando plantas com diferentes capacidades

Item	Valores	%	Valores	%
Capacidade de tratamento (t/ano)	20.000,00		72.700,00	
Custo unitário de investimento (R\$/t)	37,12		35,54	
Custos fixos de operação (Mão de Obra) (R\$/ano)	439.582,00	22	439.582,00	12
Custos de insumos, manutenção e seguros (R\$)	1.560.418,00	78	3.195.418,00	88
CUSTOS TOTAIS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (R\$/ano)	2.000.000,00		3.635.000,00	
Custo unitário de operação e manutenção (R\$/t)	100,00		50,00	

Fonte: FADE, 2014.

5.2.3 Identificação de Tendências e Evolução

As tecnologias de tratamento mecânico-biológico para RSU foram desenvolvidas principalmente na Europa, em meados da década de 90. O mercado principal continua sendo o Europeu, embora seu uso comercial esteja continuamente se difundindo para outras regiões. As principais tecnologias disponíveis para tratamento da fração orgânica de RSU (FORSU) e recuperação de energia por meio do processo controlado de biodigestão anaeróbia são: DRANCO (OWS), Valorga, Laran-Linde e Kompogas, que operam em sistema com via seca, e Bioferm, Kompoferm, Bekon e Methanum (em implantação inicial) com via extrasseca, em túneis de metanização. Cabe ressaltar que muitas das unidades não operam somente com a FORSU, mas com uma digestão conjunta de resíduos agropecuários.

No Brasil as tecnologias de biodigestão são aplicadas em larga escala para o tratamento de esgoto e para os resíduos agroindustriais, principalmente tecnologias em via úmida, sendo identificadas apenas duas iniciativas de biodigestão anaeróbia da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos em fase de operação no Brasil (Brasil, 2022). Foi instalada em 2018 uma unidade no Município de Bertioga (SP), em escala piloto, que utiliza uma tecnologia extrasseca em contêineres, com capacidade de tratamento de 120 t/mês (**Figura 18**), o CAPEX desta planta piloto foi em torno de R\$ 1,3 milhões. E a outra unidade no Rio de Janeiro, a Usina de Biogás do Caju, que opera desde 2018 no EcoParque do Caju, com capacidade instalada para receber 30 t/dia. Em termos de produtos, em operação plena a instalação tem capacidade para geração de 4.500 Nm³/dia de biogás e 1.000 Nm³/dia de biometano.

Figura 18 – Túneis de melanização de RSU em Bertioga



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018.

A redução da fração orgânica a ser disposta em aterros é uma meta do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Um fator desfavorável para a viabilidade econômica do processo em questão é o custo de implantação, em especial por serem tecnologias geralmente importadas. Por outro lado, os custos de disposição final em aterros sanitários, o valor da energia renovável e a possibilidade de comercialização de créditos de carbono, caso volte a ser viável, podem ser incentivadores.

6. Modelo Tecnológico da Unidade de Tratamento de Rejeitos

A PNRS instituída pela Lei nº 12.305/10 e seu Decreto regulamentador, trouxe como alguns dos objetivos, a adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias apropriadas de forma de minimizar impactos ambientais inerentes à gestão e disposição dos resíduos (art. 7º, IV), prevendo, inclusive, a recuperação e o aproveitamento energético como alternativas para tal finalidade (art. 7º, XIV) (Brasil, 2022).

Salienta-se que, considerando a situação emergencial de término da vida útil dos destinos finais (aterros Terrestre Ambiental e de Peruíbe) dos municípios da região, ambos com encerramento previsto para o ano de 2025, são necessárias ações tanto no incremento da separação na fonte (redução), na melhoria e ampliação nos sistemas das cooperativas, bem como na associação com sistemas de processamento para os resíduos que ainda serão destinados pela população a coleta regular, sem separação prévia. Isto se deve ao fato de que o engajamento da população aos programas de segregação na origem é feito de forma voluntária e isso requer tempo para mudança de hábito e o estabelecimento de uma nova cultura.

Uma unidade para atendimento regional na Baixada Santista deve ser projetada para uma capacidade de 1.200 t/dia, que considera a quantidade de rejeitos geradas em 2043, ainda que se considere o atingimento das metas de coleta seletiva (Tabela 2). Caso essas metas não sejam atingidas, seria em torno de 2.000 t/dia. Ou seja, um projeto para a RMBS deve estar entre a faixa entre 1.200 e 2.000 t/dia. Um potencial de geração entre 30 MW e 50 MW de energia, e no caso de uso do vapor para aquecimento considera-se um potencial ainda maior tendo em vista esse escoamento para atendimento da demanda do Polo Industrial de Cubatão, por exemplo.

Segundo Brasil, 2022:

“...Para atendimento do disposto no Decreto regulamentador da PNRS, em abril de 2019, o Ministério do Meio Ambiente, juntamente com o Ministério de Minas e Energia (MME) e o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), publicaram a Portaria Interministerial nº 274, que disciplina a recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e estabelece as bases e diretrizes operacionais para o aproveitamento energético de tais materiais. Em 2020, o MMA e MME desenvolveram solução que permitiu a inclusão da recuperação energética de resíduos sólidos urbanos, como uma fonte específica, nos leilões de compra de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração, a partir de 2021. Referidas medidas

estão previstas na Portaria MME nº 435/2020 e as diretrizes para os leilões foram divulgadas por meio da Portaria MME nº 480/2021. Os leilões buscam a contratação de energia a partir da recuperação energética de RSU, tendo por objetivo suprir o crescimento do mercado das distribuidoras a partir de 2026 e com previsão de suprimento variando entre 15 e 25 anos.

No Estado de São Paulo existe uma Resolução da Secretaria do Meio Ambiente (SMA 79) que estabelece os padrões de emissões de compostos poluentes para incineradores de RSU com recuperação de energia.”

6.1 Unidade de Recuperação Energética (URE)

A incineração com recuperação de energia é o processo de tratamento térmico de RSU mais empregado a nível mundial atualmente, sendo feita a temperaturas acima de 800 °C. Os gases de combustão são mantidos em torno de 1.200 °C por cerca de 2 segundos, com excesso de ar e turbulência elevados, a fim de garantir a conversão total dos compostos orgânicos presentes no RSU a gás carbônico e água.

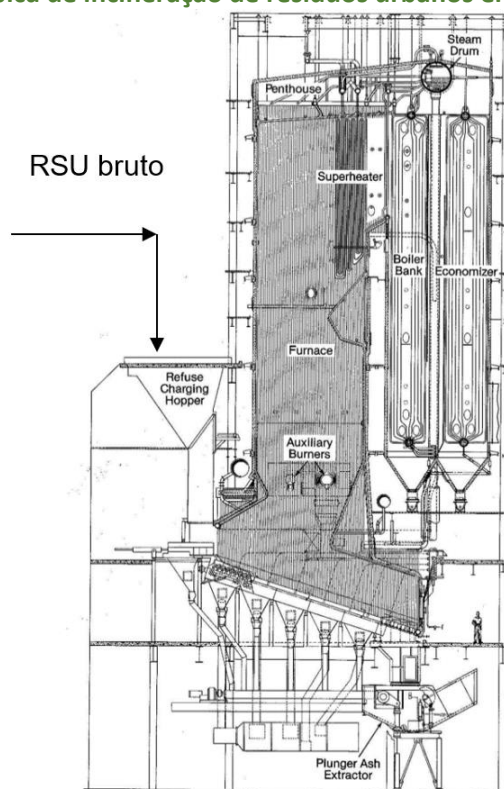
Devido à presença no RSU de compostos não encontrados nos combustíveis convencionais, como metais pesados e compostos clorados, que levam à formação de compostos poluentes mesmo com a adoção de boas técnicas de combustão (temperaturas, tempos de residência, teores de oxigênio e turbulências elevados na câmara de combustão), todo equipamento de incineração, independente da sua potência, deve ser equipado com um sistema eficiente de limpeza de gases.

As tecnologias de limpeza hoje disponíveis permitem atingir padrões de emissão abaixo dos exigidos pelas legislações mais restritivas e, contrariamente ao conceito geral existente, a incineração em equipamentos mais modernos pode apresentar vantagens, em termos ambientais, em relação a outros meios de disposição, como, por exemplo, o aterro sanitário. Mesmo os aterros sanitários dotados de sistemas de captação e aproveitamento energético do gás de aterro (cerca de 50 % em volume de metano) não conseguem captar todo o metano gerado, atingindo um percentual de aproveitamento de no máximo 50 % ao longo do tempo de vida do aterro. Os gases não aproveitados são descarregados diretamente na atmosfera, impactando no efeito estufa. Na incineração, a emissão de gases de efeito estufa se restringe ao dióxido de carbono, sem emissão de metano, gás com efeito estufa 21 vezes maior do que o CO₂. Além do metano, os aterros também emitem outros poluentes (dioxinas e furanos, chorume etc.), o que tem levado países desenvolvidos (principalmente do Mercado Comum Europeu e Japão) a imporem uma redução gradativa no tempo para o teor de material orgânico do resíduo enviado a aterros sanitários.

A incineração com geração de energia elétrica ou vapor para aquecimento também contribui para a redução de emissão global de CO₂, na medida em que parte significativa do material orgânico presente nos resíduos é oriunda de fonte renovável (alimentos, papéis, podas de árvores etc.), substituindo combustíveis fósseis.

Atualmente a tecnologia que predomina na incineração de RSU é a queima em grelha basculante (cerca de 90 % da capacidade mundial instalada), mostrada na **Figura 19**.

Figura 19 - Unidade típica de incineração de resíduos urbanos em grelha basculante



Fonte: Babcock & Wilcox Company, 2005.

Nos incineradores de RSU bruto, o material é alimentado na forma em que chega à usina de incineração, sem nenhum tipo de tratamento prévio. O RSU, depois de pesado, é descarregado em um fosso onde o material inicialmente é revolvido por garras suspensas em pontes rolantes para homogeneização da carga. Este mesmo dispositivo carrega o silo de alimentação, de onde o material é descarregado, através de êmbolos hidráulicos, para dentro da câmara de combustão do incinerador.

A grelha inclinada, do tipo basculante, desloca o resíduo através da câmara de combustão, provocando o seu revolvimento e a sua exposição às regiões de alta

temperatura. Durante este deslocamento o material vai se aquecendo e passa por região de secagem, perda de compostos orgânicos voláteis, combustão do resíduo carbonoso, e sai da câmara de combustão, ao final da grelha, com uma pequena quantidade de material orgânico ainda presente, na forma de carvão. Este tipo de grelha pode operar com materiais com granulometrias bastante variadas, o que o torna bastante adequado à incineração de RSU em estado bruto.

Cerca de 60 % do ar de combustão é introduzido por baixo da grelha e o restante entra por sobre a carga. O ar injetado, por baixo da grelha, normalmente é preaquecido, e tem a função de resfriá-la, bem como auxiliar na secagem e combustão do RSU. O ar introduzido por sobre a grelha é injetado em alta velocidade para promover a sua mistura com os gases e vapores combustíveis gerados durante a decomposição térmica do RSU. A temperatura na região sobre a grelha atinge temperaturas da ordem de 1200 °C, decompondo a maioria dos compostos orgânicos a CO₂ e água.

Os gases de combustão, ao saírem desta região, trocam calor com as paredes do incinerador e trocadores de calor, gerando vapor, que pode ser utilizado para gerar energia elétrica ou para fins de aquecimento.

Na combustão de RSU, além do CO₂ e água, também podem se formar gases extremamente corrosivos e tóxicos como ácido clorídrico, cloro, ácido sulfúrico, óxido nitroso, dioxina e furanos etc. Desta forma, as tubulações metálicas localizadas em regiões próximas às grelhas têm de ser revestidas com material refratário e a temperatura de superaquecimento de vapor tem de se limitar a 420 °C, para evitar a corrosão acelerada dos superaquecedores. Temperaturas maiores podem ser atingidas, exigindo o revestimento dos superaquecedores com ligas metálicas resistentes aos gases ácidos como inonel, de custo muito elevado. Na saída desta região, os gases ainda a cerca de 400 °C, passam por mais uma seção de recuperação de calor, normalmente pré-aquecendo o ar de combustão. Os gases de combustão, resfriados a cerca de 250 °C, são enviados para sistemas de tratamento de gases para remoção de gases ácidos, óxido nitroso, material particulado, dioxinas e furanos e metais pesados eventualmente presentes. Existem diversos sistemas de limpeza de gases atualmente em uso em escala comercial, alguns dos quais apresentam eficiências de remoção de poluentes bastante elevadas. Para abatimento dos poluentes em geral se adiciona aos gases uréia, leite de cal e carvão ativado.

Ao final da grelha, a fração orgânica do RSU deve estar quase totalmente consumida, restando uma fração predominantemente inorgânica, denominada cinza de fundo. Na prática, uma pequena fração orgânica ainda sai com as cinzas, na forma de carvão. Estas cinzas são apagadas em um tanque de água e depois de desaguadas, são enviadas para disposição final. A redução de volume obtida na incineração é de cerca de 90 % e de massa 70 %, gerando como efluente um resíduo inerte em sua maioria, que pode

ser disposto em aterros sanitários comuns (Classe II), prolongando o seu tempo de vida, e permite a reciclagem de metais (retirados das cinzas). Essas cinzas também podem ser utilizadas como agregados de material de construção e quando enviadas para aterros não emitem gases de efeito estufa e não geram chorume, permitindo a ocupação da área do aterro imediatamente após o seu encerramento.

Os sistemas de limpeza de gases, por sua vez, geram um material sólido fino (aproximadamente 10 % do total de cinzas geradas), em geral com carga de material tóxico elevada, e que podem, dependendo da concentração destes produtos, passar por um processo de inertização (mistura com concreto) ou disposição em aterros especiais tipo Classe I (resíduos perigosos).

Uma primeira lista de fornecedores de equipamentos de incineração em grelha basculante é apresentada no **Quadro 5**.

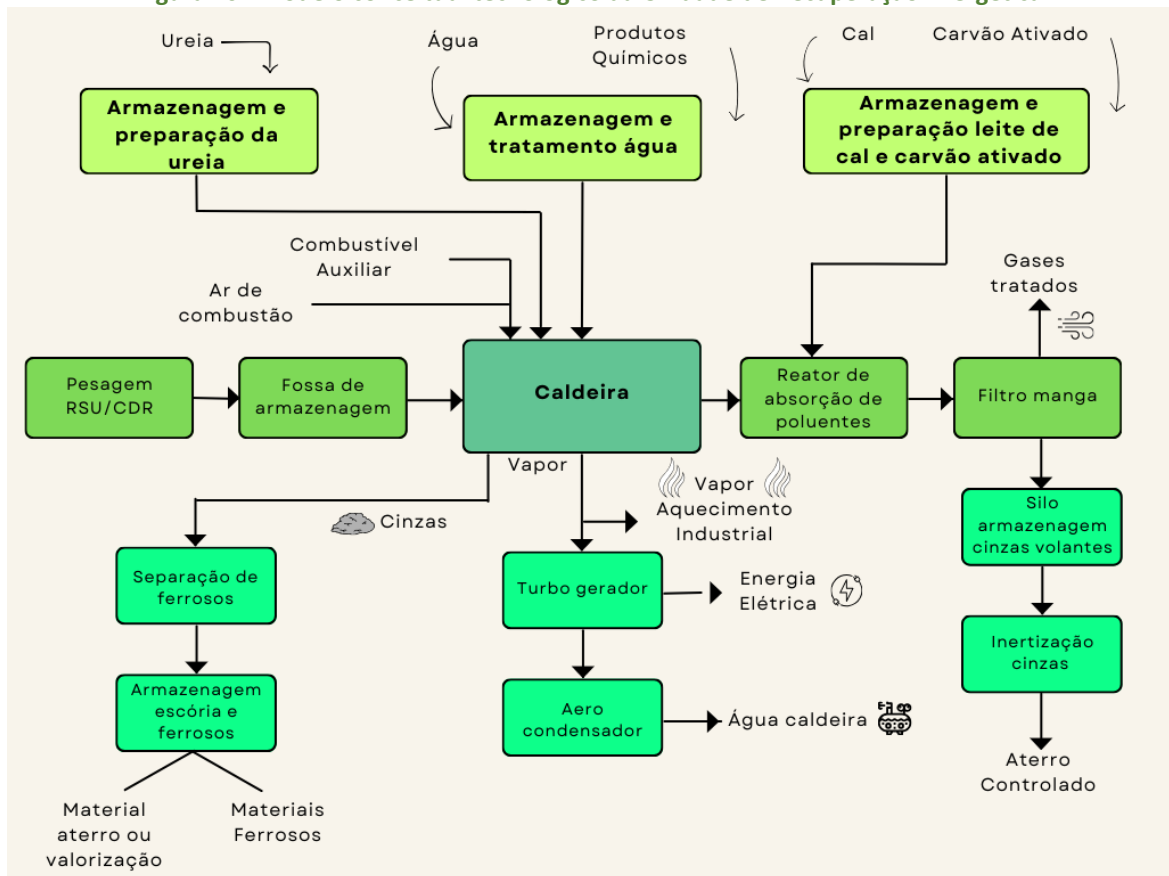
Quadro 5 - Lista de alguns fornecedores de equipamentos de

Fabricante	Maior capacidade produzida (t/dia)	Número de plantas instaladas
Martin	1.200	389
Keppel Seghers	800	~35
Fisia Babcock	960	59
Babcock & Wilcox Vølund	640	50
Hitachi Zosen Inova	920	~480
Kawasaki Heavy Industries	450	200-300 plantas pequenas no Japão
Mitsubishi Heavy Industries	?	~250
JFE	450	120

Fonte: WSP ENVIRONMENTAL LIMITED, 2013.

O modelo conceitual tecnológico da Unidade de Incineração com Recuperação Energética é apresentado na **Figura 20**. A infraestrutura mínima dessa Unidade é composta por área de recebimento, estocagem e manipulação de resíduos; Grelhas móveis; Caldeira para geração de vapor; Distribuição de ar primário; Removedor de escórias (cinza pesada); Injeção de reagente para tratamento dos gases; Reator para tratamento dos gases; Filtros para retenção de cinza leve; Silo para cinza leve; Lavador de gases; Chaminé; Torre de resfriamento; Turbogenerador a vapor; Trocador de calor; Tanque de alimentação de água e sistema de controle e análise de emissões. O desempenho de redução de massa desta tecnologia gira em torno dos 80 %.

Figura 20 - Modelo conceitual tecnológico da Unidade de Recuperação Energética

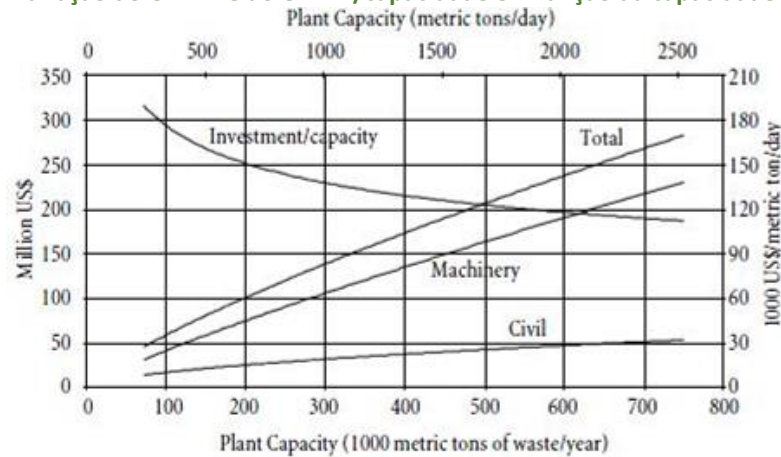


Fonte: Elaborado pelos autores.

6.1.1 Custos de instalação e de operação

O investimento num incinerador com recuperação de energia e sistema de limpeza de gases varia de acordo com a sua capacidade, segundo o gráfico mostrado na **Figura 21**. O custo de incineração do RSU, por sua vez, além de depender da capacidade do incinerador, depende do preço de venda da energia recuperada e do poder calorífico do RSU. Quanto maior a capacidade do incinerador, maior o preço de venda da energia elétrica e maior o poder calorífico do RSU, menor é o custo de incineração.

Figura 21 - Variação do CAPEX e do CAPEX/capacidade em função da capacidade do incinerador



Fonte: World Bank, 1999.

Segundo estudo do Banco Mundial (World Bank, 1999), cerca de 58 % do custo de incineração é devido ao CAPEX e 42 % ao OPEX.

A recuperação da energia contida no RSU pode dar-se na forma de geração de energia elétrica, elétrica e térmica, ou somente térmica. A forma com menor custo de disposição de RSU é a geração térmica, pois dispensa o investimento em turbinas a vapor e geradores elétricos, reduzindo significativamente o CAPEX, além de apresentar eficiências de aproveitamento energético da ordem de 60 % a 70 %. Nos países tropicais, essa alternativa fica prejudicada, pois nesses locais não há a necessidade de calefação nas residências, principal consumidor dessa fonte de energia. Somente em situações especiais, como no caso da existência de um polo industrial consumidor de energia térmica próximo ao incinerador é que essa forma pode se viabilizar, uma vez que o transporte de vapor d'água a longa distância é inviável.

Nos países tropicais, a alternativa mais viável é a geração de energia elétrica, o que aumenta o CAPEX e o custo de disposição de RSU. Além disso, devido à presença de gases corrosivos no interior dos incineradores, o superaquecimento do vapor d'água fica limitado

a temperaturas em torno de 450 °C, o que leva a baixos rendimentos de geração de energia elétrica em incineradores com recuperação de energia, da ordem de 22 % a 25 %. Como referência, a eficiência de geração em termoelétricas de combustíveis fósseis tem ficado acima de 35 %. Incineradores mais modernos, com utilização de materiais mais resistentes à corrosão, ou operando com ciclos híbridos (associação de turbinas a gás natural e incineradores), têm atingido rendimentos maiores, da ordem de 31 %.

6.1.2 Benefícios e impactos ambientais

A incineração de RSU, além de levar a uma redução significativa de massa (70 %) e volume (90 %) do RSU, gera cinzas em sua maioria inertes, que podem ser descartadas com segurança em aterros, prolongando o seu tempo de vida e reduzindo as emissões de poluentes (chorume e gases de efeito estufa).

Além disso, os sistemas de limpeza de gases dos incineradores comerciais atuais, chamados de sistemas de terceira e quarta geração, garantem níveis de emissões bem abaixo dos padrões de emissão mais exigentes, menores até do que de equipamentos de combustão de combustíveis fósseis, como carvão mineral e óleo combustível. Esses sistemas são compostos principalmente por lavagem e filtração.

Os gases que saem da câmara de combustão do incinerador passam por um lavador seco ou úmido para a retirada de gases ácidos como HCL, HF, SO₂, e, em seguida, por filtros de tecidos onde ficam retidas as partículas finas e só então são lançados para a atmosfera pela chaminé.

Além dos dispositivos de controle citados, atualmente as plantas de incineração com recuperação de energia utilizam um leito de carvão ativado, ou pulverizado, para a retenção de dioxinas, furanos, compostos orgânicos voláteis não queimados e metais pesados.

6.1.3 Identificação de tendências de evolução

A tecnologia de incineração já se encontra plenamente desenvolvida, em estágio comercial há mais de 25 anos, e a sua implantação no Brasil esbarra principalmente na questão do custo elevado de incineração em relação ao aterro sanitário. Essa realidade está mudando rapidamente em função do esgotamento de aterros existentes e necessidade de deslocamentos cada vez maiores para aterrar o RSU, o que tem elevado o custo de disposição para inúmeros municípios. Os incineradores em operação comercial no mundo normalmente estão situados próximos aos locais de geração de RSU, reduzindo drasticamente a logística e o custo de transporte, favorecendo esta tecnologia.

O CAPEX ainda é um dos fatores que mais pesam no custo de disposição via incineração e a busca de formas de redução via, por exemplo, a nacionalização dos

principais componentes de incineradores ou adoção de tecnologias de limpeza de gases mais baratas (mas não menos eficientes e seguras. Outras formas de redução de custo, como isenções fiscais do empreendimento ou preços incentivados para a energia elétrica gerada, como os já existentes para as energias renováveis, também podem favorecer significativamente o empreendimento, viabilizando economicamente a execução de projetos de parceria pública e privada.

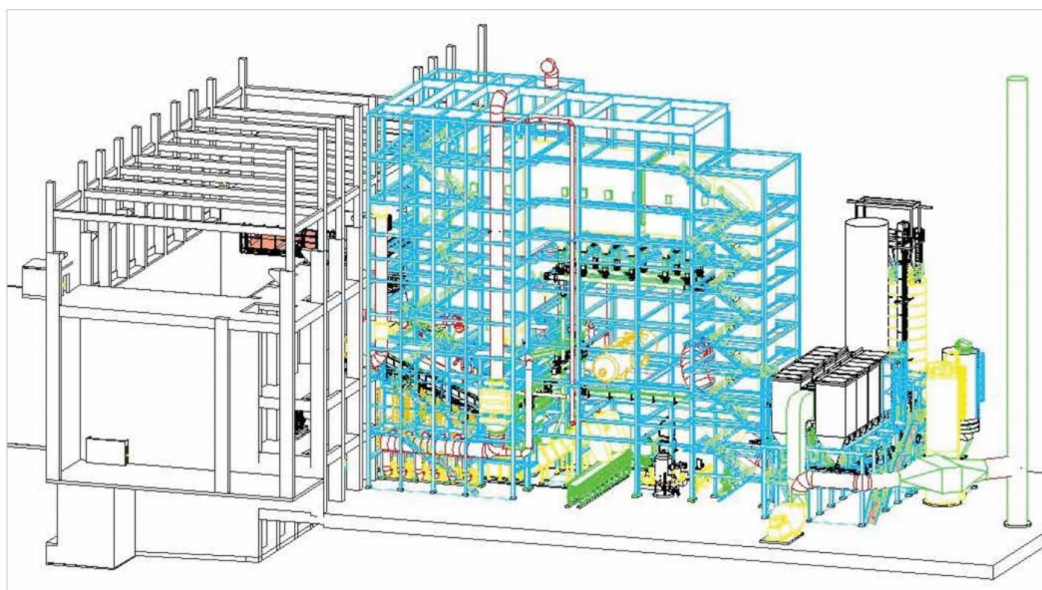
Finalmente, com o agravamento do aquecimento global, ações que levem a uma redução na emissão de gases de efeito estufa, como a taxação da emissão desses gases (o que tende a aumentar o custo de aterro de RSU com teores elevados de material orgânico) serão cada vez mais incentivadas, favorecendo a implantação da incineração com recuperação de energia no Brasil.

No âmbito nacional, as iniciativas de aproveitamento energético de resíduos ainda são muito tímidas, sendo fundamental fortalecê-las como ferramenta complementar de destinação adequada de resíduos (Brasil, 2022). Atualmente, não existem incineradores de RSU com recuperação de energia operando em escala comercial no Brasil. Entretanto, diversos projetos têm avançado na obtenção de suas licenças ambientais e contratos em leilão de energia, destacam-se Barueri, Mauá, Rio de Janeiro, Consimares e Santos. Os itens a seguir apresentam informações sobre as capacidades destas plantas:

- Barueri: a URE Barueri está projetada para tratamento térmico de RSU e CDR, e terá capacidade para tratar 825 t/dia, com potência instalada de 20 MW de energia.
- Mauá: a URE está projetada com uma capacidade instalada para tratar 4.000 t/dia de resíduos e potência instalada de 80 MW.
- Rio de Janeiro: a URE do Caju está projetada para tratar 1.200 t/dia (cerca de 14 % dos resíduos coletados em toda cidade do Rio de Janeiro) e potencial de geração de 30 MW de energia, o suficiente para abastecimento de uma população de 200 mil pessoas.
- Consimares: está projetada para ser instalada no município de Nova Odessa com capacidade para tratar 1.000 t/dia, e potência instalada de 20 MW de energia.
- Santos: a URE Valoriza está projetada com capacidade de geração de 50 MWh de energia elétrica e termovalorização de 2.000 toneladas/dia de resíduos provenientes da Baixada Santista.

A URE Barueri, a mais avançada de todas, já possui Licença de Instalação, e foi contratada no leilão A-5 em set/2021, teve suas obras iniciadas em 2022, com previsão do início da operação, em 2025, a **Figura 22** apresenta os dados do projeto desta URE.

Figura 22 – Exemplo projeto da URE Barueri



Tipo Combustível	Resíduos Sólidos Urbanos
Área da planta	37.237 m ²
Volume do bunker	6.045 m ³
Poder Calorífico Inferior	6.700 kJ/kg
Número de linhas	1
Capacidade térmica	64 MWth
Capacidade processamento	825 TPD
Saída de vapor da caldeira	76.500 kg/hr
Pressão vapor	53 bara
Temperatura vapor	400 °C
Produção eletricidade bruto	17 MWeI
Capacidade tratamento de gases	155.000 Nm ³ /hr
Tratamento de gases	Seco (cal + carvão), filtro de mangas & SNCR

Fonte: Revolução verde, 2015.

6.2 Unidade de Disposição Final Aterro Sanitário com Aproveitamento Energético

Nota-se que o módulo aterro aparece em todas as combinações, tendo em vista a necessidade de um período de transição até que seja possível instalar plantas de processamento e tratamento dos resíduos. A proposição é de que seja instalado um aterro, com projeto de recuperação energética, podendo ser iniciado em no mínimo 5 anos a partir

da sua operação, e que dentro do seu licenciamento já haja o planejamento da redução de resíduos dispostos ao longo dos anos por meio de redução e segregação na fonte e por meio de processamento e tratamento dos resíduos. Ou seja, considerando a grande dificuldade de áreas para disposição de resíduos, o aterro faz parte do conceito de sistema integrado e deverá no futuro receber apenas **rejeitos**.

Porém devido ao cenário crítico de exaurir as possibilidades de destinação final na região, foram avaliados alguns cenários “emergenciais” licenciáveis foram considerados para serem implementados a curto prazo, junto das alternativas. Estas soluções podem ser permanentes ou temporárias em período de transição neste cenário crítico, e são dependentes do processo de licenciamento da CETESB, são elas:

- Construção de aterro novo;
- Autorização da ampliação do aterro Terrestre Ambiental em Santos (hoje com vida útil até 2025);
- Disposição em aterro externo à Região (Lara em Mauá);
- Autorização da utilização de áreas de antigos lixões para novos aterros;
- Ampliação do uso do transbordo para separação de resíduos de coleta regular (redução para aterro e produção de Combustível Derivado de Resíduo Urbano - CDRU).

*A recuperação energética de um aterro novo só será possível a partir de no mínimo 5 anos, tempo necessário para início da geração de biogás.

Considerações

a) Construção de aterro novo

Uma alternativa avaliada seria a construção de um novo aterro para a destinação dos resíduos da Baixada Santista. Para a implantação do aterro, estima-se que este poderia ser utilizado apenas a partir do ano de 2026, visto que necessitaria de um período de pré-implantação, provavelmente desenvolvido entre os anos de 2024 e 2026. As etapas de pré-implantação, implantação, operação, encerramento e pós-encerramento foram previstas conforme Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (2009), e estão apresentados na **Tabela 22**. Conforme apresentado no prognóstico, existe uma série de dificuldades em termos de escolha e licenciamento de áreas para implantação dos aterros sanitários, como principal forma de destinação.

Tabela 22 – Instalação de um novo aterro

Ação	Descrição	Prazos
Pré-implantação	Estudo detalhado de viabilidade técnica, econômica, legal e socioambiental da área escolhida; avaliação técnica e de documentação da área, entre outros. Aquisição do terreno (com ou sem desapropriação); regularização da documentação; registro do imóvel; impostos e taxas; Projeto de licenciamento: levantamento planialtimétrico e cadastral, sondagens, ensaios geotécnicos e geofísicos, projeto básico, plano de trabalho (RAP ou EIA/RIMA, audiências públicas). Licença prévia; licença do DEPRN, outorga do DAEE.	2024
Implantação	Infraestrutura geral: engenharia detalhada, contratação de empreiteiros, implantação de canteiros, topografia da área, cercamento, instalação de poços de monitoramento, amostragem de água subterrânea e superficial, pavimentação das vias de acesso; instalação de sistemas de abastecimento de água, esgoto, elétrica e telefônica; Células de disposição: terraplenagem, limpeza das áreas de disposição e adicionais; instalação de sistemas de drenagem, impermeabilização e de controle de qualidade de obras e insumos; Sistema de tratamento de líquido percolado: rede coletora, estação elevatória, reservatório de acumulação; Instalação de sistemas de tratamento de líquidos percolados, sistema de drenagem de águas superficiais e de áreas verdes; Instalação de apoio: portarias, guaritas, vigilância, adores de rodas, galpão de manutenção e de apoio operacional, escritórios, administração áreas de lazer, etc. Licenciamento de instalação, taxa de compensação ambiental; alvará de funcionamento.	2025
Operação	Operação das células de disposição de resíduos; disposição dos resíduos; controle e tratamento de percolados e gases; controle e drenagem de águas superficiais; manutenção de áreas verdes; monitoramento ambiental e geotécnico entre outras atividades diversas.	2024 a 2044
Encerramento e pós-encerramento	Obras de encerramento; tratamento de percolados, manutenção de áreas verdes, monitoramento ambiental e geotécnico	2044 a 2064

Fonte: Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (2009).

b) Autorização da ampliação do aterro Terrestre Ambiental em Santos

Quanto a alternativa da ampliação do aterro Terrestre Ambiental, mesmo que esta seja autorizada, estima-se que a vida útil seria ampliada para cerca de no máximo 5 anos, ou seja, seria o tempo para implementar novas unidades e ir reduzindo paulatinamente o envio de resíduos para esta área, podendo até mesmo aumentar esta vida útil.

c) Disposição em aterro externo à Região (Lara em Mauá)

Outra alternativa de destino dos resíduos no ano de 2019, seria o aterro Lara de Mauá. O aterro recebe, em torno de 3.000 t/dia de resíduos, dos municípios de: Diadema,

Itanhaém, Mauá, Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul. A área do aterro tem capacidade para receber 3.500 t/dia. E já possui o projeto de instalação da URE que poderá receber ainda 4.000 t/dia de resíduos.

Neste caso, foram avaliados alguns dos impactos ambientais e econômicos que o transporte dos resíduos à Mauá causariam à Baixada Santista (**Tabela 23**). Segundo dados da Abetre (2009), um caminhão compactador emite cerca de 1,24 Kg de CO₂ por quilômetro rodado. Apesar do transporte para Mauá ser realizado com caminhão caçamba basculante, de 38 m³, foi considerado o mesmo valor de emissão de CO₂. Pelo fato deste valor de emissão ser considerado para o caminhão cheio, os cálculos consideraram apenas as emissões da ida do caminhão até o aterro, as emissões na volta não foram estimadas.

Tabela 23 – Transportar resíduos para Mauá – dados para o ano de 2019

Município	Quantidade de resíduos transportado (t/dia)	Quantidade de caminhões necessários ³	Distância percorrida do transbordo ao aterro		Estimativa de emissões gasosas do transporte até o aterro (mil kg/ano)	
			Aterro atual	Aterro de Mauá	Aterro atual	Aterro de Mauá
Bertioga	77	4	41	100	223	543
Cubatão ¹	154	7	28	60	266	570
Guarujá	405	19	14	80	361	2.064
Itanhaém ¹	96	5	113	113	747	747
Mongaguá	58	3	74	95	301	387
Peruíbe ²	77	4	5	127	27	690
Praia Grande	270	13	47	72	830	1.271
Santos	520	25	40	70	1.358	2.376
São Vicente ¹	270	13	33	65	583	1.147
Baixada Santista	1.927	93	383	782	4.630	9.795

¹Distância do marco zero do município até o aterro; ²Distâncias do marco zero até o aterro municipal e do aterro municipal até o aterro de Mauá; ³Cada caminhão realizando três viagens por dia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

d) Autorização da utilização de áreas de antigos lixões para novos aterros;

A alternativa de utilizar, temporariamente, os lixões encerrados, a caráter de urgência, deve ser avaliada junto aos órgãos ambientais e estarão condicionadas a apresentação de um plano de encerramento e readequação dos lixões.

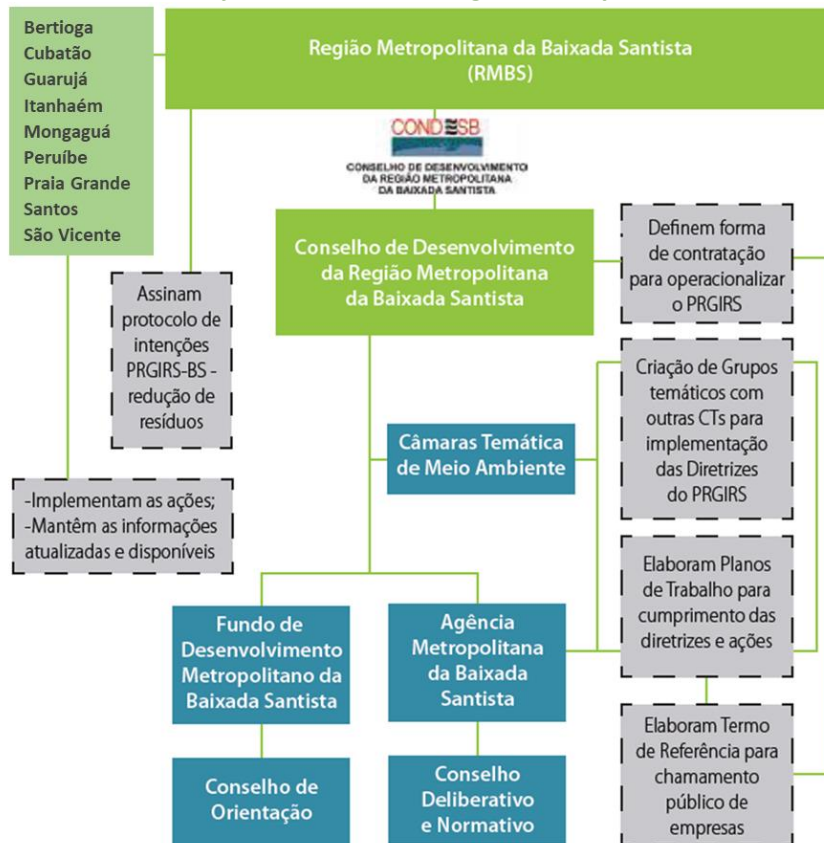
7. Alternativas Institucionais e de Gestão

Os municípios brasileiros são os responsáveis, em primeira instância, por lidar e equacionar o problema dos RSU, organizando os sistemas de gerenciamento e de gestão que depende do correto entendimento e equacionamento dos fatores que afetam a gestão de resíduos nas diferentes etapas do sistema, desde a coleta até a disposição final (GUERREIRO; MAAS; HOGLAND, 2013). Por ausência de recursos (financeiros, técnicos e operacionais), os municípios enfrentam uma série de dificuldades para operar o sistema de forma direta, e o modelo mais adotado é terceirização, com contratos de empresas privadas, geralmente por 12 meses, estendidos no máximo por até 60 meses. Esses prazos são considerados curtos para viabilizar uma visão de longo prazo (BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL, 2018). Por esse motivo alternativas institucionais e de gestão como, por exemplo, concessões, Parcerias Público-Privadas (PPPs), gestão consorciada, podem ser estratégicas, permitindo ganho de escala e planejamento de longo prazo, com a possibilidade de investimento em novas tecnologias, por exemplo.

A lei Complementar Estadual no 815, de 30 de julho de 1996, que criou a região metropolitana da Baixada Santista, prevê as funções públicas de interesse comum, incluindo os seguintes campos funcionais: planejamento e uso do solo; transporte e sistema viário regional; habitação; saneamento básico, meio ambiente; desenvolvimento econômico; e atendimento social. Em relação ao interesse comum “resíduo sólido”, pode-se dizer que a região metropolitana da Baixada Santista e o primeiro arranjo institucional uma vez que congrega os nove municípios da Baixada Santista, os quais são os geradores e os responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos urbanos. O plano regional idealizado pelo Condesb e Agem e a materialização da intenção de unir esforços entre os municípios na busca de soluções com caráter regional. Atualmente, cada município possui contratos individualizados com empresas, muitos deles abarcando da coleta a destinação final em um mesmo contrato. A seguir estão apresentados possíveis critérios de agregação dos municípios e possíveis arranjos institucionais.

O PRGIRS-BS tem como arranjo institucional central a estrutura organizacional da Região Metropolitana da Baixada Santista (**Figura 23**), a qual desempenhará funções na implementação do plano. Uma forma de buscar o atendimento da PNRS (BRASIL, 2010), com a implantação de sistemas de tratamento de resíduos, é conjugar esforços por meio de agregação dos municípios e possíveis arranjos institucionais e ações microrregionais, conforme proposto no PRGIRS/BS (IPT, 2018).

Figura 23 – Possível arranjo institucional da região metropolitana da Baixada Santista



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018.

Na elaboração do PRGIRS/BS foi sugerido que o CONDESB criasse uma pauta específica junto aos municípios para que estes se comprometessem com as diretrizes de redução do plano por meio da assinatura de um protocolo de intenções. Este protocolo foi a ação que materializou a intenção dos nove municípios discutirem a questão e terem ações pensadas na questão de resíduos de forma regional. A Câmara Temática do Meio Ambiente e Saneamento juntamente com a AGEM, deve discutir agora a criação de grupos de trabalhos em torno das diretrizes do plano para a definição de uma agenda de implementação das ações, sugerindo ainda uma articulação com outras secretarias como a de políticas públicas, educação, entre outras, e a participação do Estado.

A Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM/BS) é uma autarquia que desempenha papel de secretaria executiva do Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Baixada Santista (CONDESB), conselho paritário, formado por

representantes do Estado, Prefeitos Municipais e sociedade civil. O CONDESB tem caráter normativo e deliberativo e a ele estão vinculadas a Câmara Temática do Meio Ambiente e Saneamento e fóruns consultivos, nos quais a questão da gestão de resíduos sólidos vem sendo discutida.

Cabe à Câmara Temática do Meio Ambiente e Saneamento e AGEM, coordenarem ações para elaboração do edital para chamamento público de empresas para oferecer as tecnologias de processamento e tratamento de resíduos para as unidades microrregionais. Conjuntamente o CONDESB, junto ao Estado de São Paulo, deve estabelecer a forma de contratação, utilizando como base o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026), com possibilidades como uma PPP, consórcio, concessão, etc.

Por se tratar de prestação de serviços envolvendo a responsabilidade da gestão pública e a iniciativa privada, sua operação pode ser realizada diretamente, de forma centralizada ou descentralizada; ou indiretamente, por concessão, por meio de processo de licitação, e por gestão associada, que compreende o Consórcio Público ou a Cooperação Técnica, via contrato de programa (Lei nº 11.107/2005 e Decreto nº 6.017/07).

Desse modo, a gestão de resíduos sólidos, de acordo com a visão do Poder Público, pode ser realizada das seguintes formas (PPIAF, 2011 apud FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, 2014):

I Pela Administração Pública (Gestão Pública própria), por meio de administração direta; administração indireta (via uma autarquia, empresa pública ou sociedade de economia mista).

II De forma consorciada com outros entes públicos, via consórcio público ou convênio associativo (Gestão Pública Consorciada).

III Mediante delegação a iniciativa privada, a qual pode ser efetivada por meio de:

a. Concessão, nas suas modalidades:

- Concessão de serviço público comum – consórcio público;
- PPP – concessão patrocinada;
- PPP – concessão administrativa ou
- Concessão urbanística.

b. Permissão;

c. Autorização, sujeita a regulação setorial, caso não se relacione a serviço público.

A escolha de um dos modelos apresentados é de extrema importância, pois permite que o setor privado invista recursos em infraestrutura, com remuneração proveniente do Poder Público, sem depender necessariamente de tarifas dos usuários. Além disso, a adoção desse modelo deve atrair investimentos e expertise do setor privado, aliviando o Poder Público da responsabilidade direta na execução de atividades específicas. Dado o alto investimento necessário para a criação da infraestrutura, a utilização de um contrato administrativo nos termos da Lei Federal n.º 8.666/93, revogada pela Lei nº 14.133/21, não é viável.

É importante ressaltar que o sucesso do empreendimento depende, em grande parte, das definições e combinações de tecnologias, o que implica em riscos inerentes ao investimento privado. Além disso, a amortização dos investimentos ocorrerá em prazos seguramente superiores a 15 anos, tornando os contratos de longo prazo uma necessidade para assegurar a viabilidade do projeto.

Um ponto relevante para a implantação e operacionalização de um sistema de limpeza urbana regional, o qual atende mais de um titular em determinado território é a necessidade de uniformizar a regulação, a fiscalização, a remuneração e a compatibilidade com o planejamento determinado pelo prestador (Art.14, incisos I, II e III da Lei de Saneamento). Sugere-se no aprofundamento da integração das ações para a regionalização da gestão de resíduos definindo as competências dos municípios e do arranjo ou arranjos que serão estabelecidos.

Atuando nessas dimensões tem-se uma rede de atores que exercem diferentes influências nos sistemas de gerenciamento. Alguns desses atores são responsáveis diretos e uma atuação integrada entre eles é desejada para o bom funcionamento do sistema. A política nacional de resíduos sólidos traz, em seu artigo 6º, que: “São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos: [...] VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade” (BRASIL, 2010a), devendo ainda se prever atividades que garantam a sociedade informações e participação na formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos (sendo estas denominadas de controle social). A PNRS trouxe o conceito da responsabilidade compartilhada, retratada no Capítulo III, Seção I, artigo 25: “O poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos” (BRASIL, 2010a).

Contudo, a tomada de decisão em um ambiente de muitas variáveis e muitos atores dificulta o consenso, visto que, muitas vezes, não são definidos, a priori, os critérios a serem considerados e a forma de serem analisados. O grande desafio é definir critérios e analisá-

los dentro de um princípio democrático que atenda os anseios da maioria e que traga avanços para a gestão de resíduos da região, objeto do esforço dispendido na elaboração do plano e desta segunda etapa do trabalho.

O presente modelo conceitual apresentado, que incluiu aspectos técnicos e conceituais e os modelos tecnológicos das unidades de triagem; unidades de tratamento de resíduos orgânicos; unidade de tratamento de rejeitos e unidade de disposição final; servirá para a elaboração do processo de consulta pública e licitação, onde será construído o Termo de Referência e o projeto básico. Como sugestão são apresentados a seguir alguns itens básicos que devem constar nas propostas:

- I. Parâmetros para a proposta técnica
- II. Projeto Executivo
- III. Licenciamento Ambiental
- IV. Execução da Obra
- V. Operação do Sistema
- VI. Veículos, máquinas e equipamentos
- VII. Pessoal
- VIII. Sistema Informatizado de Controle
- IX. Atualização Tecnológica
- X. Fiscalização
- XI. Cronograma de implantação e operação do sistema
- XII. Plano de negócio

8. Considerações finais

A condução dos estudos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM) para a elaboração do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PRGIRS) reflete um comprometimento significativo com a sustentabilidade na região propondo soluções integradas entre os nove municípios da Baixada Santista, destacando-se por metas, estratégias e um plano de ações para aprimorar continuamente a gestão de resíduos.

A segunda etapa do projeto, iniciada em 2020, evidencia o compromisso da Região em avaliar a efetividade do PRGIRS, analisando a implementação das ações e propondo instrumentos para a continuidade do processo. Destaca-se a importância dos Guias elaborados, que contribuem para o fortalecimento de sistemas descentralizados e adaptáveis aos volumes de resíduos específicos de cada município, considerando sempre a realidade da Baixada Santista, fornecendo subsídios técnicos para elaboração de projetos e fornecendo informações que subsidiem a tomada de decisões do poder público para

alcançar as metas de redução de resíduos sólidos destinados aos aterros sanitários, e reforça a aplicabilidade das diretrizes técnicas apresentadas.

Ao alinhar as ações propostas com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Novo Marco do Saneamento, a Baixada Santista demonstra um comprometimento com os requisitos legais e diretrizes estabelecidas, visando a gestão sustentável dos resíduos sólidos. A busca por alternativas institucionais e de gestão, aliada à promoção da conscientização e educação ambiental, evidencia uma visão abrangente para enfrentar os desafios futuros.

Em síntese, o modelo conceitual de processamento apresentado neste documento surge como um instrumento valioso, fornecendo especificações técnicas de diferentes rotas tecnológicas que se complementam na missão de reduzir ao máximo a quantidade dos resíduos dispostos em aterro. A atenção aos detalhes técnicos, a análise criteriosa dos cenários econômicos e temporais, e a busca pela melhor combinação tecnológica reforçam a solidez do plano para promover a gestão sustentável dos resíduos sólidos na Baixada Santista.

A implementação de uma rota térmica com recuperação de energia, apesar de ter enfrentado resistência, destaca-se como uma estratégia para superar as restrições relacionadas à escassez de áreas disponíveis para novos aterros sanitários. A abertura do mercado para empresas oferecerem seus serviços e o estabelecimento de uma figura institucional de longo prazo são imperativos para viabilizar esse e os demais investimentos de todas as unidades previstas para que esse sistema possa ser viabilizado. Nesse contexto, a consideração cuidadosa de aspectos técnicos, sociais, econômicos e ambientais na escolha das alternativas tecnológicas ressalta uma abordagem conceitual equilibrada e viável.

A Região em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e o Novo Marco do Saneamento vem atendendo aos requisitos e diretrizes estabelecidos por essas legislações ao apresentar o PRGIRS e sua atualização. Os estudos que compõem o PRGIRS da Baixada Santista apontaram a necessidade de implementar ações integradas e estratégicas para promover a gestão sustentável dos resíduos sólidos na região. Essas ações incluem a redução da geração de resíduos, o estímulo à reciclagem, a melhoria da coleta seletiva, o tratamento adequado de resíduos orgânicos, a promoção da logística reversa e a busca por alternativas institucionais e de gestão que permitam planejamento a longo prazo e investimento em tecnologias avançadas. Portanto, o presente documento intitulado modelo conceitual tecnológico do sistema de processamento de resíduos sólidos da baixada santista, trouxe a especificação técnica de um conjunto de tecnologias e processos, visando que a destinação final em aterros sanitários seja apenas de rejeito. O

nível de detalhamento permite a combinação destas tecnologias em função do fluxo de resíduos e pode subsidiar a elaboração do projeto básico das unidades.

9. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. **Estudo sobre os aspectos econômicos e financeiros da implantação e operação de aterro sanitários**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas – FGV Projetos, 2009.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Visão 2035: Brasil, país desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta**. 1. ed. Rio de Janeiro: BNDES, 2018.

BIOFERM ENERGY SYSTEMS. **Statement of Qualifications**. **Madison: Bioferm**, 2015. Disponível em <<ftp://ftp.aidea.org/REFund/Round%209/Applications/1227%20City%20of%20Hoonah%20Waste%20to%20Energy%20Project/BioFerm%20Hoonah%20Feasibility%20Study.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2023.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2022. **Plano Nacional de Resíduos**. Brasília, 2022. Brasil, 2022a. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf. Acesso em: 01 de nov. De 2023.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Lei do Saneamento. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 jan. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 01 nov. 2023.

BRASIL. Decreto nº 10.936 de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 jan. 2022. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=10936&ano=2022&data=12/01/2022&ato=2f2UTRE1kMZpWTb9a>. Acesso em: 30 maio 2023.

BRASIL. Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007. Regulamenta a Lei no 11.107, de 6 de abril 2005, que dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 jan. 2007.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 30 maio 2023.

BRASIL. Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 7 abr. 2005.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Lei do Saneamento. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 jan. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 08 nov. 2023.

BRASIL. LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Diário Oficial da União**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em 5 dez. 2023.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1 de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1 abr. 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: 01 de nov. de 2023.

Brown D.& Li, Y. Solid state anaerobic co-digestion of yard waste and food waste for biogas production. **Bioresource Technology** 127 (2013) 275–280.

CARVALHO, M. F. **Comportamento mecânico de resíduos sólidos urbanos**. 1999. 300 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

CIMPAN, C. et al. Central sorting and recovery of MSW recyclable materials: a review of technological state - of- the-art, cases, practice and implications for materials recycling. **Journal of Environmental Management**, v. 156, p. 181-199, 2015.

CIMPAN, C. et al. Techno-economic assessment of central sorting at material recovery facilities e the case of lightweight packaging waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, part 5, p. 4387-4397, Jan. 2016.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, **Nota Técnica DEA 18/14** – Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro: EPE, 2014. 50 p.

FRICKE, K.; SANTEN, H.; WALLMANN, R. Comparison of selected aerobic and anaerobic procedures for MSW treatment. **Waste Management**, 2014.

FADE – Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco. **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. BNDES, jun. 2014.

GOMEZ, A. C. G. **Caracterização da fração combustível de resíduos sólidos urbanos úmidos do município de Santo André visando seu aproveitamento energético por processos termoquímicos**. 2016. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do ABC, Santo André, 2016.

GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Management**, v. 33, n. 1; p. 220–232, 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Agência Metropolitana da Baixada Santista. **Plano Regional de gestão integrada de resíduos sólidos da Baixada Santista**,

PRGIRS/BS. São Paulo: IPT, Santos: AGEM, 2018. Disponível em: https://www.agem.sp.gov.br/wp-content/uploads/2023/01/20180600-DC-PRGIRS_BS_compressed.pdf. Acesso em: 05 maio 2023.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório Técnico 153896-250.** RSU Energia: um programa IPT de apoio às prefeituras nas decisões relativas a resíduos sólidos urbanos. Fase 2 – montagem e desenvolvimento (finalização) e início da fase 3 – Operação e monitoramento. São Paulo, 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório Técnico 158839-250.** Desenvolvimento de sistema integrado para escoamento de materiais recicláveis por meio de uma interface digital acoplada ao processo de pesagem - COOPERARI. São Paulo, 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia: implantação de unidades de compostagem para tratamento de resíduos orgânicos** [livro eletrônico]. São Paulo: IPT -Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; SP:IPT, 2023. Disponível em: <https://ipt.br/residuossolidosbaixadasantista/>. Acesso em 26 de janeiro de 2024.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia: sistemas de logística reversa no contexto dos municípios [livro eletrônico]**. São Paulo: IPT -Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; SP:IPT, 2024. Disponível em: <https://ipt.br/residuossolidosbaixadasantista/>. Acesso em 26 de janeiro de 2024.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia: sistemas de recuperação de resíduos recicláveis secos** [livro eletrônico]. São Paulo: IPT -Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; SP:IPT, 2024. Disponível em: <https://ipt.br/residuossolidosbaixadasantista/>. Acesso em 26 de janeiro de 2024.

INSTITUTO VIA PÚBLICA, CLIMATE WORKS FOUNDATION. **Estudo de alternativas de tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos. Incinerador *mass burn* e Biodigestor anaeróbio. Subsídios técnicos à elaboração dos Planos Locais de Gestão dos Resíduos Sólidos.** 2012. 40 p.

Jha A. K., Li J., Nies L., Zhang L. Research advances in dry anaerobic digestion process of solid organic wastes. **African Journal of Biotechnology**. Vol. 10(65), pp. 14242-14253, 24 October, 2011.

JOINT POWERS AUTHORITY. **Technical Advisory Committee Breakout Session.** Monterey: Monterey Regional Waste Management District. Environmental Services Joint Powers' Authority Board of Directors Meeting, 2013. Disponível em: <http://www.esjpa.org/meetings/2013/0321/ESJPA_TAG_pp_143_176.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2023.

Li Y., Park S.Y., Zhu J. Solid-state anaerobic digestion for methane production from organic waste. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 15 (2011) 821–826.

LIPPEL. **Informações gerais da homepage.** Disponível em: < <https://www.lippel.com.br/>>. Acesso em: 29 de jan. 2024.

LOMBARDI, L.; CARNEVALE, E.; CORTI, A. A review of technologies and performances of thermal treatment systems for energy recovery from waste. **Waste Management**, v. 37, p. 26-44, Mar. 2015.

Ministério de Meio Ambiente (MMA). **Projeto 3E: Eficiência Energética em Edificações**. Governo Federal, Brasília, 2023. Disponível em: <<https://www.mme.gov.br/projeteee/estrategia/ventilacao-natural/>>. Acesso em 01 novembro de 2023.

Munhoz, C. P. (2015). CONTRATOS DE PARCIAS PÚBLICO-PRIVADAS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – ESTUDOS DE CASO. *Revista De Direito Sanitário*, 16(3), 57-74. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9044.v16i3p57-74>

Prefeitura de Bertioga. **Prefeitura de Bertioga participa de oficina sobre Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <https://www.bertioga.sp.gov.br/prefeitura-de-bertioga-participa-de-oficina-sobre-gestao-integrada-de-residuos-solidos>. Acesso em: 11 dez. 2023.

PROBIOGÁS, 2015. **RSU – O Estado da Arte da Tecnologia da Metanização Seca**. Autores: Luis Felipe de Dornfeld Braga Colturato, Felipe Correia de Souza Pereira Gomes, Tathiana Almeida Seraval, Thiago Dornfeld Braga Colturato. Publicado por Projeto Brasil–Alemanha de Fomento ao Aproveitamento Energético de Biogás no Brasil – PROBIOGÁS.

REVOLUÇÃO VERDE. Ribeirão Preto - Sp: Revista Painei, 2015. Disponível em: <https://aeaarp.org.br/wp-content/uploads/2022/08/No-261-Dezembro-de-2016.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2023.

RYCKEBOSCH, E.; DROUILLOM, M.; VERVAEREN, H. **Techniques for transformation of biogas to biomethane**. *Biomass and Bioenergy*, n. 35, 2011, pp. 1633-1645.

SÃO PAULO. SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE-SMA. **Resolução SMA nº 79/2009**, Diário Oficial, Poder Executivo, sessão I, PUBLICAÇÃO EM 05/11/2009.

BABCOCK & WILCOX COMPANY. **Steam/its generation and use**. 41st edition. Editors: John B. Kitto and Steven C. Stultz. The Babcock & Wilcox Company, Barberton, Ohio, U.S.A. 2005

TORRES, Gabriela. **Valor do metro quadrado na construção civil em 2023: dados e tendências**. 2023. Sienge. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/valor-do-metro-quadrado-na-construcao-civil-2022/>. Acesso em: 11 dez. 2023.

TSILEMOU, K.; PANAGIOTAKOPOULOS, D. Approximate cost functions for solid waste treatment facilities. **Waste Management & Research**, v. 24, n. 4, p. 310-322, 2006.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME. **Global waste management outlook**. Washington, DC: UNEP, 2015.

UNITED STATES DEPARTMENT OF DEFENSE. **Technology Readiness Assessment (TRA) Guidance**. Washington, DC: UNDD, 2011. 21 p.

WORLD BANK. **Technical Guidance Report on Municipal Solid Waste Incineration**. Washington, DC.: The World Bank, 1999.

Anexo A



AGEM
AGÊNCIA
METROPOLITANA
DA BAIXADA
SANTISTA

PROTOCOLO DE INTENÇÕES

Protocolo de Intenções firmado entre os municípios integrantes da Região Metropolitana da Baixada Santista, conforme Lei Complementar Estadual nº 815/96, visando a redução de resíduos sólidos urbanos

Os subscritores deste Protocolo de Intenções são os municípios integrantes da Região Metropolitana da Baixada Santista, conforme Lei Complementar Estadual nº 815/96, a seguir qualificados e identificados neste termo como "Partes":

I – O **MUNICÍPIO DE BERTIOGA**, pessoa jurídica de direito público interno, inscrita no CNPJ/MF sob o nº. 68.020.916/0001-47, com sede na Rua Luiz Pereira de Campos, 901, Bertioga/SP, CEP 11.250-000, neste ato representado por seu Prefeito Municipal;

II – O **MUNICÍPIO DE CUBATÃO**, pessoa jurídica de direito público interno, inscrita no CNPJ/MF sob o nº. 47.492.806/0001-08, com sede na Praça dos Emancipadores, s/nº, Cubatão/SP, CEP 11.510-900, neste ato representado por seu Prefeito Municipal;

III – O **MUNICÍPIO DE GUARUJÁ**, pessoa jurídica de direito público interno, inscrita no CNPJ/MF sob o nº. 44.959.021/0001-04, com sede na Av. Santos Dumont, 800, Guarujá/SP, CEP 11.432-502, neste ato representado por seu Prefeito Municipal;



AGEM
AGÊNCIA
METROPOLITANA
DA BAIXADA
SANTISTA

IV – O **MUNICÍPIO DE ITANHAÉM**, pessoa jurídica de direito público interno, inscrita no CNPJ/MF sob o nº. 46.578.498/0001-75, com sede na Av. Washington Luiz, 75, Itanhaém/SP, CEP 11.740-000, neste ato representado por seu Prefeito Municipal;

V – O **MUNICÍPIO DE MONGAGUÁ**, pessoa jurídica de direito público interno, inscrita no CNPJ/MF sob o nº. 46.578.506/0001-83, com sede na Av. Getúlio Vargas, 67, Mongaguá/SP, CEP 11.730-000, neste ato representado por seu Prefeito Municipal;

VI – O **MUNICÍPIO DE PERUÍBE**, pessoa jurídica de direito público interno, inscrita no CNPJ/MF sob o nº. 46.578.514/0001-20, com sede na Rua Nilo Soares Ferreira, 50, Peruíbe/SP, CEP 11.750-000, neste ato representado por seu Prefeito Municipal;

VII – O **MUNICÍPIO DE PRAIA GRANDE**, pessoa jurídica de direito público interno, inscrita no CNPJ/MF sob o nº. 46.177.531/0001-55, com sede na Av. Pres. Kennedy, 9000, 320, Praia Grande/SP, CEP 88.990-000, neste ato representado por seu Prefeito Municipal;

VIII – O **MUNICÍPIO DE SANTOS**, pessoa jurídica de direito público interno, inscrita no CNPJ/MF sob o nº. 58.200.015/0001-83, com sede na Rua/Av. Praça Visconde de Mauá, s/nº, Santos/SP, CEP 11.010-900, neste ato representado por seu Prefeito Municipal;

IX – O **MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE**, pessoa jurídica de direito público interno, inscrita no CNPJ/MF sob o nº. 46.177.523/0001-09, com sede na Rua Frei Gaspar, 384, São Vicente/SP, CEP 55.604-040, neste ato representado por seu Prefeito Municipal;

Considerando que:

- A Política Nacional de Resíduos Sólidos dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos;



AGEM
AGÊNCIA
METROPOLITANA
DA BAIXADA
SANTISTA

- Estão sujeitas à observância desta Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos;
- As Políticas Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos tem como diretrizes a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- Os planos de resíduos sólidos, conforme o Art. 8º são um dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- O Estudo de Regionalização aplicado à gestão de resíduos sólidos se apresenta como uma importante ferramenta para o planejamento e o compartilhamento da execução de serviços e atividades de interesse comum aos municípios;
- De acordo com as leis que criam e regulamentam as regiões metropolitanas, questões relativas ao meio ambiente e saneamento básico são consideradas de interesse comum, o que demonstra a importância do planejamento e da busca de soluções regionais no âmbito da gestão dos resíduos sólidos, de competência do Estado e dos municípios pertencentes a essas unidades regionais;
- O Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista definirá ações, metas, diretrizes e estratégias de gestão dos Resíduos Sólidos;
- A principal meta a curto prazo é a redução dos resíduos sólidos urbanos.




AGEM
AGÊNCIA
METROPOLITANA
DA BAIXADA
SANTISTA

Comprometem-se a fomentar ações que reduzam a geração de resíduos sólidos urbanos.

Para tanto, os representantes legais de cada um dos entes federativos acima mencionados subscrevem o presente Protocolo de Intenções.

Santos, 4 de abril de 2018


CAIO MATHEUS
Prefeito Municipal de Bertioga


VALTER SUMAN
Prefeito Municipal de Guarujá


ARTUR PARADA PRÓCIDA
Prefeito Municipal de Mongaguá


ALBERTO PEREIRA MOURÃO
Prefeito Municipal de Praia Grande

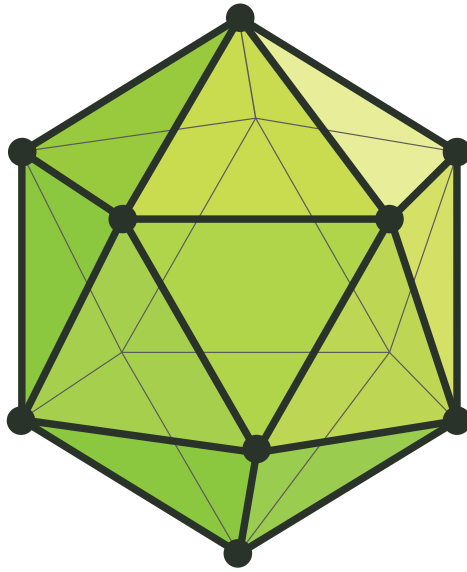

PEDRO GOUVÊA
Prefeito Municipal de São Vicente


ADEMÁRIO OLIVEIRA
Prefeito Municipal de Cubatão

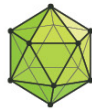

MARCOS AURÉLIO GOMES
Prefeito Municipal de Itanhaém


LUIZ MAURÍCIO PEREIRA
Prefeito Municipal de Peruíbe


PAULO ALEXANDRE BARBOSA
Prefeito Municipal de Santos



AGEM
AGÊNCIA
METROPOLITANA
DA BAIXADA
SANTISTA



gestão integrada
de resíduos sólidos

ipt
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS

Secretaria do Meio Ambiente
Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação
Secretaria de Ciência e Tecnologia

 **SÃO PAULO**
GOVERNO DO ESTADO

COND SB
CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO
DA REGIÃO METROPOLITANA
DA BAIXADA SANTISTA



AGEM
AGÊNCIA
METROPOLITANA
DA BAIXADA
SANTISTA



gestão integrada
de resíduos sólidos

ipt
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLÓGICAS